

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044029**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- |   |   |
|---|---|
| <p>(45) Дата публикации и выдачи патента<br/><b>2023.07.18</b></p> <p>(21) Номер заявки<br/><b>202090934</b></p> <p>(22) Дата подачи заявки<br/><b>2018.10.12</b></p> | <p>(51) Int. Cl. <b>C10M 169/06</b> (2006.01)<br/><i>C10M 115/04</i> (2006.01)<br/><i>C10M 115/10</i> (2006.01)<br/><i>C10M 117/08</i> (2006.01)<br/><i>C10M 125/10</i> (2006.01)<br/><i>C10M 129/40</i> (2006.01)<br/><i>C10M 159/06</i> (2006.01)<br/><i>C10N 10/12</i> (2006.01)<br/><i>C10N 30/00</i> (2006.01)<br/><i>C10N 30/06</i> (2006.01)<br/><i>C10N 40/00</i> (2006.01)<br/><i>C23C 26/00</i> (2006.01)<br/><i>C23C 28/00</i> (2006.01)<br/><i>F16L 15/04</i> (2006.01)</p> |
|---|---|

---

(54) **КОМПОЗИЦИЯ И РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ТРУБ ИЛИ ПАТРУБКОВ, СОДЕРЖАЩЕЕ СМАЗОЧНОЕ ПОКРЫТИЕ, ВЫПОЛНЕННОЕ ИЗ КОМПОЗИЦИИ**

---

- |   |   |
|---|---|
| <p>(31) <b>2017-199015</b></p> <p>(32) <b>2017.10.13</b></p> <p>(33) <b>JP</b></p> <p>(43) <b>2020.07.15</b></p> <p>(86) <b>PCT/JP2018/038095</b></p> <p>(87) <b>WO 2019/074097 2019.04.18</b></p> <p>(71)(73) Заявитель и патентовладелец:<br/><b>НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН<br/>(JP); ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЭНД ГЭС<br/>ФРАНС (FR)</b></p> <p>(72) Изобретатель:<br/><b>Гото Кунио (JP)</b></p> <p>(74) Представитель:<br/><b>Медведев В.Н. (RU)</b></p> | <p>(56) <b>WO-A1-2009057754</b><br/><b>WO-A1-2014024755</b><br/><b>JP-A-2005299693</b><br/><b>JP-A-2017115135</b><br/>Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 092252/1976 (Laid-open No. 10809/1978) (TOYO KOGYO CO., LTD.), 30 January 1978, page 1, line 12 to page 4, line 8 (Family: none)</p> |
|---|---|

- (57) Данное изобретение предлагает композицию и резьбовое соединение (1) для труб или патрубков, которое содержит слой (21) смазочного покрытия, выполненного из композиции. Композиция настоящего изобретения является композицией для формирования слоя (21) смазочного покрытия на резьбовом соединении (1) для труб или патрубков и содержит Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, металлическое мыло, воск и основную соль металла и ароматической органической кислоты. Резьбовое соединение (1) для труб или патрубков настоящего изобретения содержит ниппель (5) и муфту (8). Ниппель (5) и муфта (8), каждая часть, содержат контактную поверхность, содержащую резьбовой участок (4), (7), а также свободный от резьбы металлический контактный участок. Резьбовое соединение (1) для труб или патрубков содержит самый дальний от оси слой, являющийся слоем (21) смазочного покрытия, выполненный из вышеупомянутой композиции по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля (5) и муфты (8).

**044029**  
**B1**

**044029**  
**B1**

### **Предпосылки изобретения область техники**

Настоящее изобретение относится к композиции, в частности, к композиции для создания слоя смазочного покрытия, применяемого в резьбовом соединении для трубных изделий нефтепромышленного сортамента, и также относится к резьбовому соединению для труб или патрубков, которое содержит слой смазочного покрытия, выполненного из композиции.

### **Уровень техники**

Трубы для нефтяных скважин применяют для строительства скважин на нефтяных и газовых месторождениях. Трубы для нефтяных скважин создают, соединяя множество стальных труб согласно глубине скважины. Соединение стальных труб можно производить, свинчивая резьбовые соединения труб или патрубков, выполненные на концах двух стальных труб. Когда возникает проблема в процессе работ до заканчивания нефтяной скважины или после заканчивания нефтяной скважины, трубные изделия нефтепромышленного сортамента могут неоднократно поднимать на поверхность и развинчивать для проверки поверхностей их резьбы и т.п., и затем повторно свинчивать и спускать в скважину для эксплуатации.

Резьбовое соединение для труб или патрубков содержит ниппель и муфту. Ниппель содержит охватываемый резьбовой участок, выполненный в наружной периферийной поверхности на конце трубы. Муфта содержит охватывающий резьбовой участок, выполненный во внутренней периферийной поверхности на конце трубы. Ниппель и муфта могут также содержать свободный от резьбы металлический контактный участок. Резьбовые участки и свободные от резьбы металлические контактные участки ниппеля и муфты многократно испытывают сильное трение во время свинчивания и развинчивания труб. Если данные участки недостаточно устойчивы к трению, должно возникать поверхностное повреждение (неремонтопригодное заедание) во время многократного свинчивания и развинчивания. Таким образом, резьбовому соединению для труб или патрубков необходимо иметь достаточное сопротивление трению, т.е., исключительную стойкость к поверхностному повреждению.

До сих пор применяют содержащие тяжелые металлы компаундные консистентные смазки, называемые трубными смазками, для улучшения стойкости к поверхностному повреждению. Нанесение компаундной консистентной смазки на поверхность резьбового соединения для труб или патрубков может улучшить стойкость к поверхностному повреждению резьбового соединения для труб или патрубков. Вместе с тем, тяжелые металлы, содержащиеся в компаундных консистентных смазках, такие как Pb, Zn и Cu, могут отрицательно влиять на окружающую среду. По данной причине требуется разработка композиции для создания слоя смазочного покрытия в резьбовом соединении для труб или патрубков, в которой не применяются компаундные консистентные смазки. В публикации патентной заявки WO 2009/057754 (Патентная литература 1) и публикации патентной заявки WO 2014/024755 (Патентная литература 2) предложен слой смазочного покрытия, обеспечивающий превосходную стойкость к поверхностному повреждению без применения компаундной консистентной смазки, а также композиция для создания слоя смазочного покрытия.

Слой смазочного покрытия, описанный в Патентной литературе 1 содержит одно или оба, канифоль и фторид кальция, а также металлическое мыло, воск и основную соль металла и ароматической органической кислоты. В Патентной литературе 1 описано, что в результате, слой смазочного покрытия обеспечивает превосходное противодействие поверхностному повреждению, газонепроницаемость и антикоррозийные свойства. Композиция для создания слоя смазочного покрытия на резьбовом соединении патрубка, описанная в Патентной литературе 2, содержит меламинавое производное циануровой кислоты и основную соль металла и ароматической органической кислоты, а также одно или несколько веществ, выбранных из группы, состоящей из материала на основе сосновой живицы, воска, металлического мыла и порошкообразной смазки. В Патентной литературе 2 описано, что в результате, полученный слой смазочного покрытия обеспечивает отличное противодействие поверхностному повреждению, газонепроницаемость и антикоррозийные свойства.

### **Список противопоставленных материалов**

#### **Патентная литература**

Патентная литература 1: Публикация Международной Заявки № WO 2009/057754.

Патентная литература 2: Публикация Международной Заявки № WO 2014/024755.

#### **Сущность изобретения**

#### **Техническая проблема**

В данном соединении резьбовые участки и свободные от резьбы металлические контактные участки ниппеля и муфты содержат участки металлического уплотнения и заплечиковые участки. Во время свинчивания резьбового соединения для труб или патрубков, которое имеет лишенный резьбы металлический контактный участок, заплечиковые участки ниппеля и муфты входят в контакт друг с другом. Крутящий момент, который в это время возникает, называют "крутящим моментом при упоре в заплечики". Во время свинчивания резьбового соединения для труб или патрубков после достижения крутящего момента при упоре в заплечики свинчивание продолжают до завершения свинчивания. Посредством этого улучшают газонепроницаемость резьбового соединения для труб или патрубков. Если свинчивание продолжается далее, металл по меньшей мере одного, ниппеля и муфты начинает претерпевать пластиче-

скую деформацию. Крутящий момент в такой момент времени называют "крутящим моментом на пределе текучести".

Крутящий момент, когда свинчивание завершается (здесь, называемый "крутящий момент свинчивания") устанавливают таким, чтобы получить достаточное давление для уплотнения упорных поверхностей, вне зависимости от количественного показателя заедания резьбы. Если имеется достаточная разность между крутящим моментом при упоре в заплечики и крутящим моментом на пределе текучести (здесь данную разность называют " $\Delta T$ " крутящего момента при сопротивлении заплечиков"), диапазон крутящего момента свинчивания расширяется. В результате, крутящий момент свинчивания легко регулируется. Поэтому, необходимо чтобы резьбовое соединение для труб или патрубков имело оба качества, вышеупомянутую стойкость к поверхностному повреждению и высокую  $\Delta T$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков, то есть, улучшенные показатели работы при ускорении роста крутящего момента. Данное также применимо по отношению к резьбовому соединению для труб или патрубков, которое не имеет лишнего резьбы металлического контактного участка (в частности, заплечикового участка). Даже когда резьбовое соединение для труб или патрубков не имеет заплечикового участка, если высокий крутящий момент достигается во время высокого давления на упорных поверхностях, регулировка крутящего момента свинчивания должна быть простой.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение композиции для получения резьбового соединения для труб или патрубков с превосходной стойкостью к поверхностному повреждению и улучшенными показателями работы при ускорении роста крутящего момента, а также резьбового соединения для труб или патрубков, которое содержит слой смазочного покрытия, выполненного из композиции с превосходной стойкостью к поверхностному повреждению и улучшенными показателями работы при ускорении роста крутящего момента.

#### **Решение проблемы**

Композиция варианта осуществления является композицией для создания слоя смазочного покрытия на резьбовом соединении для труб или патрубков, причем композиция содержит  $Cr_2O_3$ , металлическое мыло, воск и основную соль металла и ароматической органической кислоты.

Резьбовое соединение для труб или патрубков предложенного варианта осуществления является резьбовым соединением для труб или патрубков, которое содержит ниппель и муфту. Ниппель и муфта, каждый, содержит контактную поверхность с резьбовым участком и свободным от резьбы металлическим контактным участком. Резьбовое соединение для труб или патрубков содержит в качестве наружного слоя слой смазочного покрытия, выполненный из вышеупомянутой композиции по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля и муфты.

#### **Предпочтительные эффекты изобретения**

Резьбовое соединение для труб или патрубков настоящего варианта осуществления содержит слой смазочного покрытия. Композиция для создания вышеупомянутого слоя смазочного покрытия содержит  $Cr_2O_3$ . Поэтому, резьбовое соединение для труб или патрубков настоящего варианта осуществления демонстрирует превосходную стойкость к поверхностному повреждению, даже при многократном свинчивании. В дополнение, резьбовое соединение для труб или патрубков настоящего варианта осуществления демонстрирует улучшенные показатели работы при ускорении роста крутящего момента.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 показан график зависимости количества оборотов резьбового соединения для труб или патрубков, имеющего заплечиковый участок, от крутящего момента.

На фиг. 2 показан график зависимости между содержанием  $Cr_2O_3$  в композиции для формирования слоя смазочного покрытия и показателями работы при ускорении роста крутящего момента.

На фиг. 3 показан график зависимости между содержанием  $Cr_2O_3$  в композиции для формирования слоя смазочного покрытия и стойкостью к поверхностному повреждению.

На фиг. 4 показана схема конфигурации резьбового соединения для труб или патрубков настоящего варианта осуществления.

На фиг. 5 показано сечение резьбового соединения для труб или патрубков настоящего варианта осуществления.

На фиг. 6 показано сечение контактной поверхности резьбового соединения для труб или патрубков настоящего варианта осуществления.

На фиг. 7 показан график для описания на примере  $\Delta T$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков.

#### **Описание вариантов осуществления**

Настоящий вариант осуществления описан подробно ниже со ссылками на чертежи. Одинаковые ссылочные позиции применены по всем чертежам для указания одинаковых или аналогичных частей, их описание не повторяется.

Изобретатели проводили различные исследования, касающиеся связей между композицией для формирования слоя смазочного покрытия для резьбового соединения для труб или патрубков, резьбового соединения для труб или патрубков, а также стойкости к поверхностному повреждению и показателями

работы при ускорении роста крутящего момента. В результате, изобретатели нашли следующее.

Показатели работы при ускорении роста крутящего момента Во время свинчивания стальных труб друг с другом оптимальный крутящий момент для завершения свинчивания определяют заранее. На фиг. 1 показан график зависимости между количеством оборотов резьбовых соединений для труб или патрубков и крутящим моментом во время свинчивания резьбовых соединений для труб или патрубков, имеющих заплечиковый участок. Как показано на фиг. 1, при свинчивании резьбовых соединений для труб или патрубков крутящий момент вначале увеличивается пропорционально числу оборотов. Скорость увеличения крутящего момента в такой период времени является низкой. При продолжении свинчивания заплечиковые участки входят в контакт друг с другом. Крутящий момент в такой период времени называют "крутящим моментом при упоре в заплечики". После достижения крутящего момента при упоре в заплечики, когда свинчивание продолжается, крутящий момент вновь увеличивается пропорционально числу оборотов. Скорость увеличения крутящего момента в такой период времени является высокой. Свинчивание завершается в момент времени, в котором крутящий момент достигает заданной численной величины (крутящего момента свинчивания). Если крутящий момент во время свинчивания достигает крутящего момента свинчивания, участки металлического уплотнения оказывают противодействие друг другу с подходящим давлением на упорных поверхностях. В данном случае газонепроницаемость резьбовых соединений для труб или патрубков увеличивается.

Если свинчивание далее продолжают после достижения крутящего момента свинчивания, крутящий момент становится слишком высоким. Если крутящий момент становится слишком высоким, часть ниппеля и муфты претерпевает пластическую деформацию. Крутящий момент в такой период времени называют "крутящим моментом на пределе текучести". При большой  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков, которая является разностью между крутящим моментом при упоре в заплечики и крутящим моментом на пределе текучести, можно обеспечить рабочий предел в диапазоне крутящего момента свинчивания. В результате, упрощается регулировка крутящего момента скрепления. Поэтому, увеличенная  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков является предпочтительной. В настоящем описании термин "показатели работы при ускорении роста крутящего момента улучшены" означает, что  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков является высокой. Для увеличения  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков эффективным является уменьшение крутящего момента при упоре в заплечики или увеличение крутящего момента на пределе текучести. Поэтому считается, что обеспечение содержания твердых частиц в композиции для формирования слоя смазочного покрытия (ниже в данном документе, именуется просто "композиция") должно увеличивать крутящий момент на пределе текучести в период времени высокого давления на упорных поверхностях. Считается, что в результате  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков должна увеличиваться.

Вместе с тем, в результате изучений и исследований, проведенных изобретателями, обнаружено, что одно только содержание твердых частиц в композиции не дает получить высокую  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков. Например, хотя  $\text{CaF}_2$  является твердой частицей, как показано в примере, приведенном ниже, высокую  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков не смогли получить применяя  $\text{CaF}_2$ . Поэтому, изобретатели провели дополнительное изучение в разных направлениях и сделали открытие, что высокая  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков получается с помощью композиции, содержащей  $\text{Sr}_2\text{O}_3$ .

На фиг. 2 показан график зависимости между содержанием  $\text{Sr}_2\text{O}_3$  в композиции и показателями работы при ускорении роста крутящего момента. Фиг. 2 получена посредством примера, описанного ниже. Отмечаем, что показатели работы при ускорении роста крутящего момента определены, как относительная величина по отношению к  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков испытания 8, где трубную смазку по стандартам API (American Petroleum Institute) применяли вместо слоя смазочного покрытия, ссылочная позиция (100). Символ в виде белого кружка "O" на фиг. 2 указывает показатели работы при ускорении роста крутящего момента для примера, в котором выполнен слой смазочного покрытия. Символ в виде белого треугольника " $\Delta$ " на фиг. 2 указывает показатели работы при ускорении роста крутящего момента, когда применяли трубную смазку по стандартам API вместо слоя смазочного покрытия. На фиг. 2 показано, что при наличии  $\text{Sr}_2\text{O}_3$ , показатели работы при ускорении роста крутящего момента больше 100. Другими словами, при наличии  $\text{Sr}_2\text{O}_3$ , получены улучшенные показатели работы при ускорении роста крутящего момента. Стойкость к поверхностному повреждению Кроме того, изобретатели сделали открытие, что если обеспечить подходящее содержание  $\text{Sr}_2\text{O}_3$  в композиции, увеличивается стойкость к поверхностному повреждению, а не только улучшаются показатели работы при ускорении роста крутящего момента. На фиг. 3 показан график зависимости стойкости к поверхностному повреждению от содержания  $\text{Sr}_2\text{O}_3$  в композиции. Фиг. 3 получена с помощью примера, описанного ниже. Ось ординат на фиг. 3 представляет число оборотов свинчивания, завершено без возникновения неремонтопригодных поверхностных повреждений на резьбовом участке и поверхностных повреждений на участке металлического уплотнения. На фиг. 3 показано, что, когда нужное количество  $\text{Sr}_2\text{O}_3$  содержится в композиции, свинчивание может быть выполнено с количеством оборотов больше 10. Другими словами, когда нужное количество  $\text{Sr}_2\text{O}_3$  содержится в композиции, получают высокую стойкость к по-

верхностному повреждению.

Композиция настоящего варианта осуществления, выполненная на основе указанных выше открытий, является композицией для создания слоя смазочного покрытия в резьбовом соединении для труб или патрубков, причем композиция содержит  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , металлическое мыло, воск и основную соль металла и ароматической органической кислоты.

В композиции настоящего варианта осуществления в процентах по массе от общего количества нелетучих компонентов предпочтительным является содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  от 1 до 20%, содержание металлического мыла от 2 до 30%, содержание воска от 2 до 30% и содержание соли основного металла ароматической органической кислоты от 20 до 70%. В данном случае улучшаются показатели работы при ускорении роста крутящего момента, и стойкость к поверхностному повреждению дополнительно увеличиваются. Композиция настоящего варианта осуществления может также содержать порошкообразную смазку.

В варианте, где композиция настоящего варианта осуществления содержит порошкообразную смазку, в процентах по массе от общего количества нелетучих компонентов, содержание порошкообразной смазки предпочтительно составляет от 0,5 до 20%.

Предпочтительно вышеупомянутая порошкообразная смазка имеется одного или более типов, выбранных из группы, состоящей из графита и политетрафторэтилена.

Композиция настоящего варианта осуществления может также содержать летучий органический растворитель.

Резьбовое соединение для труб или патрубков настоящего варианта осуществления является резьбовым соединением именно для труб или патрубков и содержит ниппель и муфту. Ниппель и муфта, каждый, содержит контактную поверхность, содержащую резьбовой участок и свободный от резьбы металлический контактный участок. Резьбовое соединение для труб или патрубков содержит в качестве наружного слоя, слой смазочного покрытия, выполненный из вышеупомянутой композиции, по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля и муфты.

Резьбовое соединение для труб или патрубков настоящего варианта осуществления может содержать слой металлического покрытия между по меньшей мере одной из контактных поверхностей ниппеля и муфты и слоем смазочного покрытия.

Резьбовое соединение для труб или патрубков настоящего варианта осуществления может содержать под слоем смазочного покрытия, полученное химической конверсионной обработкой покрытие, с поверхностью, контактирующей со слоем смазочного покрытия.

В резьбовом соединении для труб или патрубков настоящего варианта осуществления поверхность, контактирующую со слоем смазочного покрытия, можно подвергать струйной обработке. Кроме того, в резьбовом соединении для труб или патрубков настоящего варианта осуществления поверхность, контактирующую со слоем смазочного покрытия, можно подвергать травлению.

В резьбовом соединении для труб или патрубков настоящего варианта осуществления контактная поверхность может дополнительно содержать свободный от резьбы металлический контактный участок.

Композиция и резьбовое соединение для труб или патрубков, содержащее слой смазочного покрытия, выполненного из композиции настоящего варианта осуществления, описаны подробно ниже.

#### **Резьбовое соединение 1 для труб или патрубков**

Резьбовое соединение 1 для труб или патрубков содержит ниппель 5 и муфту 8. На фиг. 4 показана схема конфигурации резьбового соединения для труб или патрубков настоящего варианта осуществления. Резьбовое соединение 1 для труб или патрубков содержит стальную трубу 2 и соединительный участок 3. Ниппель 5 выполнен на каждом конце стальной трубы 2, и ниппель 5 содержит охватываемый резьбовой участок 4 в своей наружной поверхности. Муфта 8 выполнена на каждом конце соединительного участка 3, и муфта 8 содержит охватывающий резьбовой участок 7 в своей внутренней поверхности.

Посредством свинчивания ниппеля 5 и муфты 8 друг с другом, соединительный участок 3 прикрепляют к концу стальной трубы 2. Хотя это не показано на чертежах, ниппель 5 стальной трубы 2 и муфта 8 соединительного участка 3, которые не соединяются упорным элементом, могут иметь защитное средство (не показано), прикрепленное к ним для защиты их резьбовых участков.

Обычное резьбовое соединение 1 для труб или патрубков, относящееся к муфтовому типу, показанное на фиг. 4, содержит стальную трубу 2 и соединительный участок 3. Также известно резьбовое соединение 1 для труб или патрубков интегрального типа, без применения соединительного участка, в котором один конец стальной трубы 2 имеет вид ниппеля 5, и другой ее конец имеет вид муфты 8. Резьбовое соединение 1 для труб или патрубков, представленного варианта осуществления, можно применять либо в резьбовом соединении муфтового типа, или в резьбовом соединении интегрального типа. Ниппель 5 и муфта 8 содержат контактную поверхность, которая содержит резьбовой участок и свободный от резьбы металлический контактный участок. На фиг. 5 показано сечение резьбового соединения 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления. Ниппель 5 содержит охватываемый резьбовой участок 4 и свободный от резьбы металлический контактный участок. Свободный от резьбы металлический контактный участок ниппеля 5 образован на переднем конце ниппеля 5 и содержит участок 10 металлического уплотнения и заплечиковый участок 11. Муфта 8 содержит охватывающий резьбовой участок 7 и

металлический контактный участок. Свободный от резьбы металлический контактный участок муфты 8 образован на переднем конце муфты 8 и содержит участок 13 металлического уплотнения и заплечиковый участок 12. Участок, на котором ниппель 5 и муфта 8 входят в контакт друг с другом при свинчивании называется контактной поверхностью. Конкретно, когда ниппель 5 и муфта 8 свинчены, два заплечиковых участка (заплечиковые участки 11 и 12) входят в контакт друг с другом, также как два участка металлического уплотнения (участки 10 и 13 металлического уплотнения) и два резьбовых участка (охватываемый резьбовой участок 4 и охватывающий резьбовой участок 7). То есть, контактная поверхность содержит заплечиковый участок, участок металлического уплотнения и резьбовой участок. Хотя это не показано на чертежах, в некоторых случаях контактная поверхность резьбового соединения 1 для труб или патрубков может не иметь лишнего резьбы металлического контактного участка. В таком случае контактная поверхность резьбового соединения 1 для труб или патрубков содержит резьбовой участок. Конкретно, ниппель 5 содержит охватываемый резьбовой участок 4. Муфта 8 содержит охватывающий резьбовой участок 7. Слой 21 смазочного покрытия

В резьбовом соединении 1 для труб или патрубков, по меньшей мере одна часть из ниппеля 5 и муфты 8 содержит слой 21 смазочного покрытия на своей контактной поверхности. На фиг. 6 показано сечение контактной поверхности резьбового соединения 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления. Слой 21 смазочного покрытия создается, как описано ниже в способе получения, посредством нанесения композиция для создания слоя 21 смазочного покрытия по меньшей мере на одну из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8, а также сушки композиции. Композиция для формирования слоя 21 смазочного покрытия Композиция для формирования слоя 21 смазочного покрытия содержит  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , металлическое мыло, воск и основную соль металла и ароматической органической кислоты. Поэтому, слой 21 смазочного покрытия также содержит  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , металлическое мыло, воск и основную соль металла и ароматической органической кислоты. Композиция может либо являться композицией не содержащего растворитель типа (т.е., содержащей только вышеописанные компоненты) или композицией содержащего растворитель типа, в которой компоненты разжижены в растворителе. В варианте композиции содержащего растворитель типа массовый процент каждого компонента является массовым процентом компонента относительно общего количества нелетучих компонентов в композиции (общей массе всех компонентов, исключая растворитель, содержащийся в композиции), составляющего 100%. То есть, содержание каждого компонента в композиции равно содержанию каждого компонента в слое 21 смазочного покрытия.

Ниже подробно описан каждый компонент в композиции. Если иное специально не оговорено, символ "%" в отношении каждого компонента означает "массовый процент от общего количества нелетучих компонентов в композиции". В настоящем варианте осуществления термин "нелетучие компоненты" означает все компоненты, кроме растворителя, содержащиеся в композиции. Термин "нелетучие компоненты" относится, например, к  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , металлическому мылу, воску и соли основного металла ароматической органической кислоты. Соответствующие компоненты можно выбирать, каждый независимо, и выбранная комбинация не дает какого-либо нового эффекта.

### $\text{Cr}_2\text{O}_3$

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  также называют "оксидом хрома (III)".  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  является неорганическим соединением. Молекулярная масса по формуле  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  составляет 151,99.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  получают термическим разложением дихромата аммония (бихромата аммония).  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  становится темно-зеленым кристаллическим веществом с металлическим блеском после отгонки и очистки.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  является весьма стабильным и имеет твердость выше, чем кварц.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  нетоксичен и не опасен.

Как описано выше, если  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  содержится в композиции, улучшаются показатели работы при ускорении роста крутящего момента. Дополнительно, если  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  содержится в композиции, стойкость к поверхностному повреждению также увеличивается. Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в слое 21 смазочного покрытия предпочтительно составляет от 1 до 20% по массе от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции. Когда содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  1% или больше, получают удовлетворительные показатели работы при ускорении роста крутящего момента. Когда содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  не больше 20%, может быть устранено снижение прочности покрытия. Кроме того, если содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  не больше 20%, устраняется увеличение трения, и может поддерживаться высокая стойкость к поверхностному повреждению. Нижний предел содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  предпочтительно составляет 5% по массе, более предпочтительно 7% по массе и наиболее предпочтительно 10% по массе. Верхний предел содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  предпочтительно составляет 18% по массе и более предпочтительно 15% по массе.

$\text{Cr}_2\text{O}_3$ , например, является темно-зеленой частицей. Предпочтительный размер частиц  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  составляет 45 мкм или меньше. С точки зрения единообразной дисперсности, частицы размером 10 мкм или меньше являются более предпочтительными.

Размер частицы является арифметическим средним при действующем распределении размеров частиц, полученным измерением распределения размеров частиц способом лазерной дифракции и рассеивания (например, с применением серии SALD, изготовленной SHIMADZU).

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  является, например, оксидом хрома (III), изготовленным Wako Pure Chemical Industries, Ltd.

### Металлическое мыло

Металлическое мыло является солью жирной кислоты и металла, не являющегося щелочным металлом. Благодаря содержанию металлического мыла, улучшаются стойкость к поверхностному повреждению и антикоррозионные свойства слоя 21 смазочного покрытия.

С точки зрения смазочной способности и антикоррозионных свойств, предпочтительно жирная кислота металлического мыла является жирной кислотой с 12-30 атомами углерода. Жирная кислота может представлять собой либо насыщенную жирную кислоту или ненасыщенную жирную кислоту. Жирная кислота является смесью жирных кислот или одним соединением. Смесью жирных кислот, например, получают из природного жира и масла, такого как говяжий жир, свиной жир, ланолин, пальмовое масло, рапсовое масло и кокосовое масло. Жирная кислота, то есть одно соединение является, например, додекановой кислотой, тридекановой кислотой, тетратридекановой кислотой, гексадекановой кислотой, лано-гексадекановой кислотой, октадекановой кислотой, изооктадекановой кислотой, масляной кислотой, элаидиновой кислотой, арахидиновой кислотой, бегеновой кислотой, эруковой кислотой, лигноцеридиновой кислотой, ланоцеридиновой кислотой, сульфоновой кислотой, салициловой кислотой и карбоновой кислотой.

Примеры металла металлического мыла содержат кальций, щелочноземельные металлы и цинк. Соль кальция является предпочтительным типом соли металла. Соль может быть либо нейтральной солью или основной солью.

То есть, металлическое мыло содержит, например, соль жирной кислоты одного или более типов, выбранной из группы состоящей из говяжьего жира, свиного жира, ланолина, пальмового масла, рапсового масла, кокосового масла, додекановой кислоты, тридекановой кислоты, тетратридекановой кислоты, гексадекановой кислоты, лано-гексадекановой кислоты, октадекановой кислоты, изооктадекановой кислоты, масляной кислоты, элаидиновой кислоты, арахидиновой кислоты, бегеновой кислоты, эруковой кислоты, лигноцеридиновой кислоты, ланоцеридиновой кислоты, сульфоновой кислоты, салициловой кислоты и карбоновой кислоты с металлом одного или более типов, выбранным из группы, состоящей из кальция, щелочноземельных металлов и цинка. Содержание металлического мыла в композиции, предпочтительно, составляет от 2 до 30% в массовых процентах от общего количества нелетучих компонентов в композиции. Когда содержание металлического мыла составляет 2% или больше, стойкость к поверхностному повреждению и антикоррозионные свойства слоя 21 смазочного покрытия могут достаточно улучшаться. Когда содержание не больше 30%, получают необходимые адгезивные свойства и прочность слоя 21 смазочного покрытия. Дополнительно предпочтительный нижний предел содержания металлического мыла 4% и более предпочтительно 10%. Дополнительно предпочтительный верхний предел содержания металлического мыла 19% и более предпочтительный 17%.

### Воск

Термин "воск" относится к органическому веществу, которое является твердым при нормальной температуре и становится жидким при нагреве. Воск является веществом одного или более типов, выбранным из группы, состоящей из животного воска, растительного воска, минерального воска и синтетического воска. Примерами животного воска являются пчелиный воск и спермацетовый воск. Примерами растительного воска являются масло плодов сумаха, карнаубский воск, канделильский воск и рисовый воск. Примерами минерального воска являются парафиновый воск, микрокристаллический воск, пертолатум, горный воск, озокерит и церезин. Примерами синтетического воска являются окисленный воск, полиэтиленовый воск, воск Фишера-Тропша, амидный воск и гидрогенизированное касторовое масло (гидрированное касторовое масло). Предпочтительным воском является парафиновый воск с молекулярной массой 150-500. То есть, воск является, например, одним или несколькими типами воска, выбранными из группы, состоящей из пчелиного воска, спермацетового воска, масла плодов сумаха, карнаубского воска, канделильского воска, рисового воска, парафинового воска, микрокристаллического воска, пертолатума, горного воска, озокерита, церезина, окисленного воска, полиэтиленового воска, воска Фишера-Тропша, амидного воска и гидрогенизированного касторового масла (гидрированного касторового масла). Предпочтительно воск является воском одного или более типов, выбранным из группы, состоящей из парафинового воска, микрокристаллического воска и окисленного воска.

Воск уменьшает трение и увеличивает стойкость к поверхностному повреждению слоя 21 смазочного покрытия. Воск также уменьшает текучесть слоя 21 смазочного покрытия, и увеличивает прочность слоя 21 смазочного покрытия.

Содержание воска в композиции, предпочтительно, составляет от 2 до 30% по массе от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции. Когда содержание воска 2% или больше, вышеупомянутые эффекты можно получить в достаточной мере. Когда содержание не больше 30%, необходимые адгезивные свойства и прочность слоя 21 смазочного покрытия получают в достаточной мере. Дополнительно предпочтительный нижний предел содержания воска составляет 5% и более предпочтительный 10%.

Дополнительно предпочтительный верхний предел содержания воска составляет 20% и более предпочтительный 15%.

### Основная соль металла и ароматической органической кислоты

Основная соль металла и ароматической органической кислоты является солью, образованной ароматической органической кислотой и добавленной щелочью (щелочным металлом или щелочно-земельным металлом). Основная соль металла и ароматической органической кислоты, например, является веществом, которое представлено в консистентной форме или полутвердой форме при нормальной температуре. В основной соли металла и ароматической органической кислоты, дополнительное содержание щелочи диспергируется в масле, как соль металла из коллоидных тонкодисперсных частиц.

Антикоррозионное свойство композиции значительно увеличивается, благодаря содержанию в ней основной соли металла и ароматической органической кислоты. В дополнение, благодаря содержанию основной соли металла и ароматической органической кислоты, стойкость к поверхностному повреждению слоя 21 смазочного покрытия также увеличивается. Причина получения данных эффектов состоит в том, что поскольку основная соль металла и ароматической органической кислоты представлена в состоянии коллоидных тонкодисперсных частиц, избыточные соли металла физически адсорбируются или химически адсорбируются группами органических кислот.

Примеры металлической соли ароматической органической кислоты содержат основные сульфонаты, основные салицилаты, основные феноляты и основные карбоксилаты.

Щелочь, которая образует катионную часть основной соли металла и ароматической органической кислоты, является, например, щелочью одного или более типов, выбранной из группы, состоящей из щелочных металлов и щелочно-земельных металлов. Щелочь предпочтительно образована щелочно-земельным металлом и, кроме того, предпочтительно металлом одного или более типов, выбранных из группы, состоящей из кальция, бария и магния.

То есть, основная соль металла и ароматической органической кислоты представляет собой, например, одну или несколько металлических солей, относящихся к типам, выбранным из группы, состоящей из основного сульфоната натрия, основного сульфоната калия, основного сульфоната магния, основного сульфоната кальция, основного сульфоната бария, основного салицилата натрия, основного салицилата калия, основного салицилата магния, основного салицилата кальция, основного салицилата бария, основного фенолята натрия, основного фенолята калия, основного фенолята магния, основного фенолята кальция, основного фенолята бария, основного карбоксилата натрия, основного карбоксилата калия, основного карбоксилата магния, основного карбоксилата кальция и основного карбоксилата бария.

Чем выше щелочное число основной соли металла и ароматической органической кислоты, тем больше увеличивается количество мелкодисперсных частиц металлических солей, которые функционируют, как твердая смазка. В результате, стойкость к поверхностному повреждению слоя 21 смазочного покрытия увеличивается. Дополнительно, когда щелочное число превышает некоторое значение, происходит нейтрализация кислотного компонента. В результате, антикоррозионное действие смазочного покрытия также усиливается. Поэтому, основная соль металла и ароматической органической кислоты, предпочтительно, имеет щелочное число (JIS K 2501) (в варианте применения соли двух или больше типов, средневзвешенное значение щелочных чисел, для которых рассматривают некоторое количество) 50-500 мг КОН/г. Когда щелочное число равно 50 мг КОН/г или больше, вышеупомянутые эффекты получают в достаточной мере. Когда щелочное число не больше 500 мг КОН/г, можно уменьшить гидрофильность и получить достаточные антикоррозионные свойства. Дополнительный предпочтительный нижний предел щелочного числа основной соли металла и ароматической органической кислоты равен 100 мг КОН/г и более предпочтительно равен 200 мг КОН/г и еще более предпочтительно равен 250 мг КОН/г. Дополнительный предпочтительный верхний предел щелочного числа основной соли металла и ароматической органической кислоты равен 450 мг КОН/г.

Как описано выше, основная соль металла и ароматической органической кислоты является веществом в консистентной форме или полутвердой форме и может также служить базовым слоем 21 смазочного покрытия. Поэтому, основная соль металла и ароматической органической кислоты может содержаться в большом количестве, до 70% по массе от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции. Нижний предел содержания основной соли металла и ароматической органической кислоты составляет в массовых процентах от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции, предпочтительно 20% и более предпочтительно 40%. Верхний предел содержания основной соли металла и ароматической органической кислоты составляет предпочтительно 70%.

### Порошкообразная смазка

Композиция может содержать порошкообразную смазку для дополнительного увеличения смазочной способности слоя 21 смазочного покрытия. Термин "порошкообразная смазка" в общем относится к добавкам, имеющим смазочную способность. Известный в технике порошок можно применять, как порошкообразную смазку.

Порошкообразную смазку можно разделить по категориям, например, на следующие четыре типа. Порошкообразная смазка содержит смазку по меньшей мере одного типа, выбранную из группы, состоящей из следующего (1) - (4):

(1) Порошкообразные смазки со специфической кристаллической структурой, такой как многослойная шестиугольная кристаллическая структура, в которой легко возникает скольжение и которая при

этом демонстрирует смазочную способность (например, графит, оксид цинка и нитрид бора);

(2) Порошкообразные смазки, содержащие реакционноспособный элемент в дополнение к специфической кристаллической структуре и при этом демонстрирующие смазочную способность (например, дисульфид молибдена, дисульфид вольфрама, фторированный графит, сульфид олова и сульфид висмута);

(3) Порошкообразные смазки, демонстрирующие смазочную способность вследствие реакционной способности (например, тиосульфатные соединения); и

(4) Порошкообразные смазки, демонстрирующие смазочную способность вследствие пластического или вязкопластического поведения под действием силы трения (например, политетрафторэтилен (PTFE) и полиамид).

Можно применять любые из порошкообразных смазок, описанных выше в пп. (1)-(4). Поэтому порошкообразная смазка является, например, смазкой одного или более типов, выбранной из группы, состоящей из графита, оксида цинка, нитрида бора, дисульфида молибдена, дисульфида вольфрама, фторированного графита, сульфида олова, сульфида висмута, тиосульфатных соединений, политетрафторэтилена (PTFE) и полиамида.

Можно применять порошкообразные смазки, описанные в (1)-(4) по одной. Например, можно применять одну порошкообразную смазку, описанную в (1). Две или больше порошкообразных смазок, описанных выше в (1)-(4), можно применять в комбинации. Например, порошкообразную смазку, описанную выше в (4), можно применять в комбинации с порошкообразной смазкой, описанной выше в (1). Предпочтительно, порошкообразная смазка содержит смазку одного или более типов, выбранных из группы, состоящей из вышеупомянутых (1) и (4). Среди порошкообразных смазок (1) графит является предпочтительным по адгезивным свойствам и антикоррозионным свойствам слоя 21 смазочного покрытия, или ископаемый графит является предпочтительным по свойствам формирования пленки. Среди порошкообразной смазки (4) является предпочтительным политетрафторэтилен (PTFE). Дополнительно предпочтительной порошкообразной смазкой является политетрафторэтилен (PTFE).

Содержание порошкообразной смазки в композиции предпочтительно находится в диапазоне 0,5-20% по массе от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции. Когда содержание порошкообразной смазки не меньше 0,5%, стойкость к поверхностному повреждению дополнительно улучшается. При этом увеличивается количество операций свинчивания и развинчивания, которые можно выполнять до появления поверхностного повреждения. С другой стороны, если содержание смазывающей добавки не больше 20%, прочность слоя 21 смазочного покрытия дополнительно увеличивается. В результате, износ слоя 21 смазочного покрытия замедляется. Верхний предел содержания порошкообразной смазки более предпочтительно составляет 15% и наиболее предпочтительно составляет 10%.

#### **Летучие органические растворители**

Композиция может содержать летучий органический растворитель. В варианте применения при нормальной температуре композицию готовят, добавляя летучий органический растворитель в смесь компонентов композиции слоя 21 смазочного покрытия. Летучий органический растворитель отличается от базового масла смазочного состава и испаряется на этапе создания слоя смазочного покрытия. Поэтому летучий органический растворитель, по существу, не остается в смазочном покрытии. Термин "летучий" означает, что имеется тенденция испарения органического растворителя в покрытии при температуре в диапазоне от комнатной температуры до 150°C. Вместе с тем слой 21 смазочного покрытия настоящего варианта осуществления может представлять собой вязкую жидкость или полутвердое вещество, и приемлемым является, если некоторое количество растворителя остается.

Особенных ограничений по типам летучих органических растворителей не существует. Например, летучий органический растворитель является нефтяным растворителем. Нефтяной растворитель, например, представлен одним или несколькими типами растворителя, выбранными из группы, состоящей из растворителей, соответствующих промышленному бензину, заданному по JIS K2201, уайтспириту, ароматической нефти, нефти, диметилбензолу и этоксиэтанолю.

Летучий органический растворитель, имеющий температуру вспышки 30°C или выше, начальную точку кипения 150°C или выше и конечную точку кипения не больше 210°C, является предпочтительным с точки зрения относительно простой исправной работы с ним, а также благодаря быстрому испарению и, следовательно, короткому времени сушки.

Пропорцию летучего органического растворителя можно отрегулировать для получения нужной вязкости согласно способу применения. Содержание летучего органического растворителя составляет, например, 20-50 частей, если взять суммарное количество нелетучих компонентов за 100 частей.

#### **Другие компоненты**

Композиция может также содержать антикоррозионную добавку, антисептическое средство и красящий пигмент или т.п. известное в технике.

#### **Антикоррозионная добавка**

Слой 21 смазочного покрытия должен иметь антикоррозионные свойства, которые может сохранять длительное время до фактического своего применения. По указанной причине, композиция может содержать антикоррозионную добавку. Антикоррозионная добавка в общем относится к добавкам со свойст-

вами противодействия коррозии. Антикоррозийная добавка содержит, например, одну или несколько добавок, выбранных из группы, состоящей из триполифосфата алюминия, фосфита алюминия и кремнезема с замещенным ионом кальция. Предпочтительно, антикоррозийная добавка содержит по меньшей мере одно вещество, выбранное из группы, состоящей из кремнезема с замещенным ионом кальция и фосфита алюминия. Другие примеры антикоррозийных добавок, которые можно применять, содержат серийно выпускаемый и имеющийся в продаже реактивный гидрофобный агент.

Содержание антикоррозийной добавки в композиции предпочтительно имеет диапазон 2-10% по массе от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции. Когда содержание антикоррозийной добавки не меньше 2%, слой 21 смазочного покрытия дополнительно демонстрирует неизменно высокие антикоррозийные свойства. С другой стороны, когда содержание антикоррозийной добавки не больше 10%, слой 21 смазочного покрытия демонстрирует неизменно высокую смазочную способность. Если содержание антикоррозийной добавки больше 10%, антикоррозийный эффект должен достигать предела.

#### **Антисептическое средство**

Композиция может дополнительно содержать антисептическое средство.

Антисептическое средство также в общем относится к добавкам, имеющим свойства противодействия коррозии.

Посредством смешивания вышеупомянутых  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , металлического мыла, воска, основной соли металла и ароматической органической кислоты, а также других компонентов можно получить резьбовое соединение 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления, имеющее слой 21 смазочного покрытия.

#### **Слой металлического покрытия**

Резьбовое соединение 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления может дополнительно содержать слой металлического покрытия между по меньшей мере одной из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8 и слоем 21 смазочного покрытия.

Слой металлического покрытия, например, является одним слоем металлического покрытия, выполненным из Cu, Sn или Ni, одним слоем металлического покрытия, выполненным из сплава Cu-Sn, двумя слоями металлического покрытия, выполненными из слоя Cu и слоя Sn, или тремя слоями металлического покрытия, выполненными из слоя Ni, слоя Cu и слоя Sn.

Твердость слоя металлического покрытия предпочтительно составляет 300 единиц по Микровиккерсу или больше. Если твердость слоя металлического покрытия 300 или больше, резьбовое соединение 1 для труб или патрубков демонстрирует неизменно высокое сопротивление коррозии.

Твердость слоя металлического покрытия можно измерить следующим образом.

Выбирают произвольно пять зон в слое металлического покрытия полученного резьбового соединения 1 для труб или патрубков. Твердость по Виккерсу (HV) в каждой из выбранных зон измеряют согласно JIS Z 2244 (2009). Условия испытаний следующие: температура испытания является нормальной температурой (25°C), и сила испытания составляет 2,94 Н (300 гс). Среднее полученных значений (с 5 мест) определяют, как твердость слоя металлического покрытия.

В варианте обработки с получением многослойной металлизации толщина самого нижнего слоя металлического покрытия предпочтительно меньше 1 мкм. Толщина металлизации (суммарная толщина слоев металлизации в варианте многослойной металлизации) предпочтительно имеет величину в диапазоне 5-15 мкм.

Толщину слоя металлического покрытия измеряют следующим образом. Зонд вихревого тока фазового типа, измеряющего толщину пленки, инструмента, соответствующего требованиям ISO (International Organization for Standardization) 21968 (2005) вводят в контакт с контактной поверхностью, на которой образован слой металлического покрытия. Измеряют разность фаз высокочастотного магнитного поля на вводной стороне зонда и вихревых токов на слое металлического покрытия, возбужденных высокочастотным магнитным полем. Разность фаз преобразуют в толщину слоя металлического покрытия.

Полученное химической конверсионной обработкой покрытие Резьбовое соединение 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления может дополнительно содержать под слоем 21 смазочного покрытия полученное химической конверсионной обработкой покрытие (далее химическое конверсионное покрытие), имеющее поверхность, находящуюся в контакте с слоем 21 смазочного покрытия. Примеры химического конверсионного покрытия содержат химическое конверсионное оксалатное покрытие и химическое конверсионное покрытие из бората. Химическое конверсионное покрытие является пористым. Таким образом, когда выполняют слой 21 смазочного покрытия на химическом конверсионном покрытии, получают так называемый "закрепляющий эффект" и, в результате, слой 21 смазочного покрытия демонстрирует дополнительно увеличенные адгезивные свойства. Толщина химического конверсионного покрытия, предпочтительно, находится в диапазоне 5-40 мкм. Когда толщина химического конверсионного покрытия не меньше 5 мкм, можно обеспечить достаточное сопротивление коррозии. Когда толщина химического конверсионного покрытия не больше 40 мкм, слой 21 смазочного покрытия демонстрирует неизменно высокие адгезивные свойства.

### **Поверхность, подвергаемая струйной обработке, или поверхность, подвергаемая травлению**

В резьбовом соединении 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления поверхность, находящаяся в контакте с слоем 21 смазочного покрытия, может быть поверхностью, которую подвергли струйной обработке или травлению. Поверхность, которую подвергли струйной обработке или поверхность, которую подвергли травлению имеет шероховатость. Шероховатость поверхности предпочтительно имеет арифметическую среднюю шероховатость  $R_a$  1-8 мкм и базовую длину 2,5 мм. Когда арифметическая средняя шероховатость  $R_a$  не меньше 1 мкм, слой 21 смазочного покрытия демонстрирует дополнительно улучшенные адгезивные свойства. Когда арифметическая средняя шероховатость  $R_a$  не больше 8 мкм, трение ингибируется и поэтому повреждение и отделение слоя 21 смазочного покрытия. Арифметическую среднюю шероховатость  $R_a$ , указанную в настоящем описании, измеряют на основе JIS B 0601 (2001). Например, арифметическую среднюю шероховатость  $R_a$  можно измерить, применяя микроскоп со сканирующим зондом (SPI 3800N производства SII Nano-Technology Inc.). Условиями измерения, например, являются количество опорных точек  $1024 \times 1024$  в зонах отбора образцов  $2 \text{ мкм} \times 2 \text{ мкм}$ , как единиц собранных данных. Длина отбора проб составляет 2,5 мм. Чем больше арифметическая средняя шероховатость  $R_a$ , тем больше увеличивается контактная площадь с слоем 21 смазочного покрытия. Поэтому, адгезивные свойства по отношению к слою 21 смазочного покрытия увеличиваются, благодаря эффекту закрепления. Когда адгезивные свойства слоя 21 смазочного покрытия увеличиваются, резьбовое соединение 1 для труб или патрубков демонстрирует дополнительно увеличенную стойкость к поверхностному повреждению.

### **Базовый металл резьбового соединения 1 для труб или патрубков**

Композиция базового металла резьбового соединения 1 для труб или патрубков не имеет специальных ограничений. Примеры базового металла содержат углеродистые стали, нержавеющей стали и легированные стали. Среди легированных сталей высокопрочные легированные стали, такие как двухфазные нержавеющей стали, которые содержат легирующие элементы, такие как Cr, Ni и Mo, а также сплав Ni имеют высокое сопротивление коррозии. Поэтому с применением данных высоколегированных сталей, как базового металла, получают превосходное сопротивление коррозии в коррозионной окружающей среде, содержащей сероводород или двуокись углерода или т.п.

### **Способ получения**

Ниже в данном документе, описан способ настоящего варианта осуществления для получения резьбового соединения 1 для труб или патрубков.

Способ получения резьбового соединения 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления содержит этап создания слоя смазочного покрытия, на котором выполняют слой 21 смазочного покрытия, применяя композицию настоящего варианта осуществления, по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8.

### **Этап выполнения слоя смазочного покрытия**

На этапе создания слоя смазочного покрытия, смесь составляющих компонентов композиции, описанной выше, разжижают посредством добавления растворителя и/или нагрева, и жидкую смесь наносят по меньшей мере на одну из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8. Композицию, нанесенную на контактную поверхность, сушат, сколько необходимо, для создания слоя 21 смазочного покрытия. Ограничения по составу слоя 21 смазочного покрытия не предусмотрены. Состав слоя 21 смазочного покрытия содержат, например, твердое, состояние вязкой жидкости или полутвердое.

Вначале готовят композицию. Композицию не содержащего растворителя типа можно приготовить, например, посредством нагрева смеси составляющих компонентов вышеупомянутой композиции до расплавленного состояния и ее замешивания.

Композиция может быть создана из порошкообразной смеси, приготовленной смешиванием всех компонентов в порошкообразной форме.

Композицию содержащего растворитель типа можно приготовить, например, посредством растворения или диспергирования  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , металлического мыла, воска и основной соли металла и ароматической органической кислоты в летучем органическом растворителе и их смешивания.

Для композиции не содержащего растворителя типа можно применять способ расплава для нанесения композиции. В способе расплава композицию нагревают для плавления до текучего состояния с низкой вязкостью. Композицию в текучем состоянии можно напылять соплом с функцией поддержания температуры. Композицию нагревают и расплавляют в емкости, содержащей подходящий перемешивающий механизм, подают дозирующим насосом на напыляющую головку (поддерживаемую нагретой до заданной температуры) сопла с помощью компрессора, и производят напыление. Температура нагрева, например, имеет диапазон  $90\text{-}130^\circ\text{C}$ . Температуры, поддерживаемые внутри емкости и напыляющей головки, регулируют по точке плавления композиции. Можно применять другой способ нанесения, такой как нанесение кистью или погружением, вместо напыления покрытия. Температуру, до которой композицию нагревают, предпочтительно выше температуры плавления композиции на  $10\text{-}50^\circ\text{C}$ . До нанесения композиции по меньшей мере одну контактную поверхность, на которую композиция должна наноситься, ниппеля 5 или муфты 8, предпочтительно нагревают до температуры выше температуры плавления

основного материала. Данное делает возможным достижения удовлетворительных свойств покрытия.

В варианте композиции содержащего растворитель типа композицию в форме раствора наносят на контактную поверхность способом напыления покрытия или другим способом. В данном случае вязкость композиции можно отрегулировать так, чтобы обеспечить нанесение посредством напыления в окружающей среде при нормальной температуре и давлении.

В варианте композиции не содержащего растворителя типа, слой 21 смазочного покрытия создают посредством охлаждения композиции, нанесенной на контактную поверхность для обеспечения сушки композиции, нанесенной в расплавленном состоянии. Процесс охлаждения можно проводить способами известными в технике. Примеры процесса охлаждения содержат естественное охлаждение и воздушное охлаждение. В варианте композиции содержащего растворитель типа слой 21 смазочного покрытия создают посредством сушки композиции, нанесенной на контактную поверхность. Процесс сушки можно проводить способами известными в технике. Примеры процесса сушки содержат естественную сушку, низкотемпературную воздушную сушку и вакуумную сушку.

Охлаждение можно проводить, как быстрое охлаждение с применением, например, системы охлаждения газообразным азотом или системы охлаждения двуокисью углерода. В варианте, где выполняют быстрое охлаждение, охлаждение проводят не в прямом режиме на поверхности противоположной контактной поверхности (в варианте муфты 8, на наружной поверхности стальной трубы 2 или соединительного участка 3, и в варианте ниппеля 5 на внутренней поверхности стальной трубы 2). Данное ингибирует деградацию слоя 21 смазочного покрытия, которую может вызывать быстрое охлаждение. Предпочтительно слой 21 смазочного покрытия покрывает всю по меньшей мере одну из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8. Слой 21 смазочного покрытия может покрывать только часть контактных поверхностей (например, только участки 10 и 13 металлического уплотнения).

Слой 21 смазочного покрытия может быть выполнен в виде одного слоя или многочисленных слоев. Термин "многочисленные слои" относится к двум или больше прослойкам слоя 21 смазочного покрытия, расположенным в последовательности от стороны контактной поверхности. Две или больше прослоек слоя 21 смазочного покрытия можно выполнить, повторяя нанесение и сушку композиции. Слой 21 смазочного покрытия можно создавать напрямую на контактной поверхности или можно создавать после выполнения подготовительной обработки (обработок) контактной поверхности, описанной ниже.

Толщина слоя 21 смазочного покрытия составляет предпочтительно 10-40 мкм. Когда толщина слоя 21 смазочного покрытия составляет 10 мкм или больше, можно стабильно получать высокую смазочную способность. С другой стороны, когда толщина слоя 21 смазочного покрытия не больше 40 мкм, адгезивные свойства слоя 21 смазочного покрытия являются стабильными. Кроме того, когда толщина слоя 21 смазочного покрытия не больше 40 мкм, поскольку допуск (зазор) скользящих поверхностей резьбы расширяется, давление на упорных поверхностях во время скольжения становится меньше. Поэтому можно ингибировать чрезмерное увеличение крутящего момента свинчивания. Соответственно толщина слоя 21 смазочного покрытия предпочтительно составляет 10-40 мкм.

Толщину слоя 21 смазочного покрытия измеряют следующим способом. Слой смазочного покрытия наносят на плоскую пластину при условиях, одинаковых с условиями нанесения слоя 21 смазочного покрытия на резьбовое соединение 1 для труб или патрубков. К условиям, соблюдаемым для нанесения на резьбовое соединение 1 для труб или патрубков и плоскую пластину, относятся следующие условия: расстояние между предметом для нанесения покрытия и наконечником сопла, давление напыления, вязкость композиции, и скорость вращения предмета для нанесения покрытия. Соответствующие вязкость композиции, температура емкости, патрубка, и сопловой головки должны быть согласованы для резьбового соединения 1 для труб или патрубков и плоской пластины. Количество композиции, наносимой за единицу времени, вычисляют по разности между массой плоской пластины до нанесения композиции и массой плоской пластины после нанесения композиции. Композицию сушат на плоской пластине для создания слоя 21 смазочного покрытия. Толщину слоя 21 смазочного покрытия измеряют, применяя толщиномер. Массу слоя 21 смазочного покрытия вычисляют по разности между массой плоской пластины до нанесения слоя 21 покрытия и массой плоской пластины после создания слоя 21 покрытия. Плотность слоя 21 смазочного покрытия вычисляют по толщине и массе слоя 21 смазочного покрытия. Затем площадь для создания покрытия на резьбовом соединении 1 для труб или патрубков вычисляют на основе формы и размеров резьбы (внутреннего диаметра, толщины стенки и т.д.).

Площадь для создания покрытия соответствует площади резьбовой поверхности с выемками и выступами, когда считают, что резьбовая поверхность развернута в плоскую конфигурацию. Среднюю толщину слоя 21 смазочного покрытия на резьбовом соединении 1 для труб или патрубков вычисляют на основе отрезка времени нанесения композиции на резьбовое соединение 1 для труб или патрубков, площади для создания покрытия и плотности слоя 21 смазочного покрытия.

#### **Этап создания слоя металлического покрытия**

Способ получения резьбового соединения 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления может содержать этап создания слоя металлического покрытия перед этапом выполнения слоя смазочного покрытия. Слой металлического покрытия можно создавать, например, посредством нанесения электролитического покрытия или ударной металлизации.

### Процесс нанесения электролитического покрытия

Процесс нанесения электролитического покрытия является, например, технологическим процессом, в котором выполняют слой металлического покрытия посредством нанесения электролитического покрытия. Слой металлического покрытия является, например, слоем металлического покрытия из сплава Zn. В варианте выполнения из сплава Zn слоя металлического покрытия в процессе нанесения электролитического покрытия, слой металлического покрытия из сплава Zn может быть выполнен в процессе нанесения электролитического покрытия по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8.

Альтернативно, в процессе нанесения электролитического покрытия, слой металлического покрытия из сплава Zn может быть выполнен в процессе нанесения электролитического покрытия на поверхность шероховатостью, выполненную по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8. В процессе нанесения электролитического покрытия увеличиваются стойкость к поверхностному повреждению и сопротивление коррозии резьбового соединения 1 для труб или патрубков. В варианте выполнения слоя металлического покрытия из сплава Zn примеры этапа процесса нанесения электролитического покрытия содержат технологический процесс нанесения одного слоя металлического покрытия, который содержит металлическую Cu, Sn или Ni, процесс нанесения одного слоя металлического покрытия который содержит сплав Cu-Sn, процесс нанесения двухслойной металлизации, содержащей слой Cu и слой Sn, и процесс нанесения трехслойной металлизации, содержащей слой Ni, слой Cu и слой Sn. Для стальной трубы 2, выполненной из стали, имеющей содержание Cr 5% или больше, предпочтительными вариантами являются металлизация сплавом Cu-Sn, металлизация в которой наносят два слоя покрытия из Cu и Sn, и металлизация, в которой наносят три слоя покрытия из Ni, Cu и Sn. Более предпочтительными являются процесс металлизации, в котором наносят два слоя из Cu и Sn, процесс металлизации, в котором наносят слой покрытия из сплава Zn-Co, процесс металлизации, в котором наносят слой покрытия из сплава Cu-Sn-Zn, и процесс металлизации, в котором наносят слой покрытия из сплава Zn-Ni.

Нанесение электролитического покрытия можно выполнять способом, известным в технике. Например, готовят электролитическую ванну, содержащую ионы элементов металлов, которые должны содержаться в сплаве слоя металлического покрытия. Затем, по меньшей мере одну из контактных поверхностей ниппеля 5 и муфты 8 погружают в электролитическую ванну. Пропуская ток через контактную поверхность, создают слой сплава металлизации/металлического покрытия на контактной поверхности. Можно установить подходящие условия обработки, в том числе, температуру электролитической ванны и продолжительность обработки для металлизации.

Более конкретно, например, в варианте выполнения слоя металлического покрытия из сплава Cu-Sn-Zn, ванна для металлизации содержит ионы меди, ионы олова и ионы цинка. Композиция ванны для металлизации предпочтительно представлена Cu: 1-50 г/л, Sn: 1-50 г/л и Zn: 1-50 г/л. Условия нанесения электролитического покрытия, например, следующие: pH ванны для металлизации 1-10, температура ванны для металлизации 60°C, плотность тока 1-100 А/дм<sup>2</sup> и время обработки 0,1-30 мин.

В варианте выполнения слоя металлического покрытия из сплава Zn-Ni, ванна для металлизации/слоя металлического покрытия содержит ионы цинка и ионы никеля. Композиция ванны для металлизации предпочтительно содержит Zn: 1-100 г/л и Ni: 1-50 г/л. условия нанесения электролитического покрытия, например, следующие: pH ванны для металлизации 1-10, температура ванны для металлизации 60°C, плотность тока 1-100 А/дм<sup>2</sup> и время обработки 0,1-30 мин.

### Процесс ударной металлизации

Технологический процесс ударной металлизации является процессом, в котором можно выполнять механическую металлизацию, где частицам обеспечивают столкновение с материалом, подлежащим металлизации внутри вращающегося барабана, или метательную металлизацию, где частицам обеспечивают столкновение с материалом, подлежащим металлизации, применяя струйное устройство.

В способе получения резьбового соединения 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления можно выполнять струйную обработку или травление поверхности, которая вступает в контакт с слоем 21 смазочного покрытия. Шероховатость поверхности можно создавать струйной обработкой или травлением.

### Струйная обработка

Струйная обработка является, например, обработкой, в которой частицам обеспечивают столкновение с материалом подлежащим металлизации, применяя струйное устройство. Струйной обработкой является, например, пескоструйная обработка. Пескоструйная обработка является обработкой, в которой струйный материал (абразивный) смешивают с сжатым воздухом, и смесь подают на контактную поверхность. Примеры струйного материала содержат материал в виде сферической дроби и неокатанного гравия. Пескоструйная обработка увеличивает шероховатость контактной поверхности. Пескоструйную обработку можно проводить способом известным в технике. Например, воздух сжимают компрессором, и струйный материал смешивают с сжатым воздухом. Струйный материал можно изготавливать, например, из нержавеющей стали, алюминия, керамики или оксида алюминия. Можно устанавливать нужные условия пескоструйной обработки, такие как скорость подачи.

### Обработка травлением

Обработка травлением является обработкой, в которой контактную поверхность погружают в раствор сильной кислоты и придают ей шероховатость в растворе, например, серной кислоты, соляной кислоты, азотной кислоты или фтористоводородной кислоты. Указанная обработка увеличивает шероховатость контактной поверхности. Обработка травлением является, например, химической конверсионной обработкой.

#### Этап химической конверсионной обработки

Способ получения резьбового соединения 1 для труб или патрубков настоящего варианта осуществления может также содержать этап химической конверсионной обработки перед этапом создания слоя смазочного покрытия. На этапе химической конверсионной обработки, проводят химическую конверсионную обработку для создания под слоем 21 смазочного покрытия химического конверсионного покрытия с поверхностью, которая контактирует со слоем 21 смазочного покрытия.

Химическая конверсионная обработка является обработкой, в которой создается пористое покрытие химической конверсии с высокой шероховатостью поверхности. Примеры химической конверсионной обработки содержат химическую конверсию фосфатирования, химическую конверсию оксалатирования и боратную химическую конверсию. По адгезивным свойствам слоя 21 смазочного покрытия предпочтительной является химическая конверсия фосфатирования. Химическая конверсия фосфатирования является, например, химической конверсией фосфатирования с применением фосфата марганца, фосфата цинка, фосфата ферромарганца или фосфата кальция-цинка. Химическую конверсию фосфатирования можно выполнять способом известным в технике. Раствор для обработки может представлять собой обычный кислый раствор для химической конверсии фосфатирования для металлируемых цинком изделий. Примером раствора является раствор для химической конверсии фосфатирования цинка, содержащий 1-150 г/л фосфат-ионов, 3-70 г/л ионов цинка, 1-100 г/л нитрат-ионов и 0-30 г/л ионов никеля. Также можно применять растворы для химической конверсии фосфатирования марганца, которые обычно применяют для резьбового соединения 1 для труб или патрубков. Температура раствора имеет диапазон, например от комнатной температуры до 100°C. Время обработки можно устанавливать в зависимости от требуемой толщины покрытия и, например, время может составлять 15 мин. Для содействия созданию химического конверсионного покрытия можно выполнить модификацию поверхности до химической конверсии фосфатирования. Модификация поверхности относится к обработке, содержащей погружение в водный раствор для модификации поверхности, содержащий коллоидный титан. После химической конверсии фосфатирования предпочтительно выполняют промывание водой или горячей водой перед сушкой.

Перед созданием слоя смазочного покрытия, описанного выше, можно выполнить обработку только одного типа или можно выполнить множество обработок в комбинации. Перед созданием слоя смазочного покрытия обработки, выполняемые для ниппеля 5 и муфты 8, могут быть одинаковыми, или обработки, выполняемые для ниппеля 5 и муфты 8, могут быть отличающимися.

#### Пример

Ниже описан пример настоящего изобретения. Следует отметить, что настоящее изобретение не ограничено примером. В примере контактная поверхность ниппеля именуется поверхностью ниппеля, и контактная поверхность муфты именуется поверхностью муфты. Если не оговорено иное, процент в примере означает массовый процент.

В настоящем примере применено VAM21 (зарегистрированная торговая марка), изготовленное NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION. VAM21 (зарегистрированная торговая марка) является резьбовым соединением для труб или патрубков, имеющих наружный диаметр 177,80 мм (7 дюймов) и стенку толщиной 11,506 мм (0,453 дюймов). Сталь имела марку углеродистой стали. Углеродистая сталь имела состав, C: 0,24%, Si: 0,23%, Mn: 0,7%, P: 0,02%, S: 0,01%, Cu: 0,04%, Ni: 0,05%, Cr: 0,95%, Mo: 0,15% и остальное: Fe и примеси.

На поверхности ниппеля и поверхности муфты выполнили обработку для подготовки поверхности соответствующих испытательных номеров, как показано в табл. 1. Цифры в столбце "обработка для подготовки поверхности" в табл. 1 показывают порядок выполнения обработки для подготовки поверхности. Например, в случае "1. Чистовое шлифование, 2. Фосфат цинка", выполнили чистовое шлифование, и затем выполнили химическую конверсию фосфатирования цинка. В пескоструйном процессе применяли абразивное зерно с крупностью 100 меш и создали шероховатость поверхности. Арифметическая средняя шероховатость Ra для испытания каждого номера имела величину, показанную в табл. 1. Арифметическую среднюю шероховатость Ra измеряли на основе JIS B 0601 (2013). Измерение арифметической средней шероховатости Ra выполняли, применяя микроскоп со сканирующим зондом (SPI 3800N, изготовленный SII NanoTechnology Inc.). Условиями измерений являлось количество полученных и обисправная работанных точек данных 1024 × 1024 в зонах выборки 2 мкм × 2 мкм, как блоков полученных и обисправная работанных данных. Толщину покрытия из сплава Zn-Ni измеряли вышеупомянутым способом измерения.

Таблица 1

| №<br>испытани<br>я | ниппель                                |  | муфта  |  |
|--------------------|--|--|--|--|
|                    | обработка<br>подготовки<br>поверхности | арифметическая<br>средняя<br>шероховатость | обработка<br>подготовки<br>поверхности                 | арифметическая<br>средняя<br>шероховатость |
|                    |  | Ra (мкм)                                   |  | Ra (мкм)                                   |
| 1                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
| 2                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
|                    | 2.фосфат<br>цинка                      | 1,0  | 2.фосфат<br>марганца                                   | 1,2  |
| 3                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
|                    | 2.фосфат<br>цинка                      | 1,0  | 2.фосфат<br>марганца                                   | 1,2  |
| 4                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
|                    | 2.фосфат<br>цинка                      | 1,0  | 2.фосфат<br>марганца                                   | 1,2  |
| 5                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
|                    | 2.фосфат<br>цинка                      | 1,0  | 2. металлизация<br>Zn-Ni<br>(слой толщиной<br>8,0 мкм) | 0,5  |
| 6                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистова<br>шлифовка                                  | 0,3  |
|                    | 2. пескоструйна<br>я<br>обработка      | 1,8  | 2. пескоструйная<br>обработка                          | 1,8  |
| 7                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
|                    | 2. пескоструйна<br>я<br>обработка      | 1,8  | 2. пескоструйная<br>обработка                          | 1,8  |
| 8                  | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
| 9                  | 2.фосфат<br>цинка                      | 1,0  | 2.фосфат<br>марганца                                   | 1,2  |
|                    | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |
| 10                 | 2.фосфат<br>цинка                      | 1,0  | 2.фосфат<br>марганца                                   | 1,3  |
|                    | 1.чистовая<br>шлифовка                 | 0,3  | 1.чистовая<br>шлифовка                                 | 0,3  |

Затем создали слои смазочного покрытия, применив соответствующие композиции, имеющие химические композиции, показанные в табл. 2, и ниппель и муфту подготовили для испытания каждого номера. Содержание по массовому проценту, взятому от суммарного количества нелетучих компонентов композиции, показано в скобках в колонке для "Нелетучих композиций компонентов композиции" в табл. 2. Продукт с наименованием продукта "Green F3" изготовленный Nippon Chemical Industrial Co., Ltd. применяли в качестве  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Са-стеарат изготовленный DIC Corporation применяли в качестве металлического мыла. Парафиновый воск, изготовленный Nippon Seiro Co., Ltd. применяли в качестве вос-

ка. В качестве основной соли металла и ароматической органической кислоты, применяли Calcinate (зарегистрированная торговая марка) C400CLR (щелочное число: 400 мг КОН/г) изготовленный Chemtura Corporation, как основной Ca сульфат. В варианте применения графита, как порошкообразно смазки, применяли графитовый порошок "Blue P" (фирменное наименование) (содержание золы: 3,79%, кристалличность: 96,9%, средний размер частицы: 7 мкм), изготовленный Nippon Graphite Industries, Ltd. В варианте применения PTFE, как порошкообразной смазки, применяли Lubron (зарегистрированная торговая марка) L-5F, изготовленный Daikin Industries, Ltd. Как летучий органический растворитель, применяли растворитель с названием продукта Eххsol (зарегистрированная торговая марка) D40 изготовленный ExxonMobil Chemical Company. Отмечается, что в Испытании 8 применяли компаундные консистентные смазки, созданные по стандарту API BUL 5A2 вместо композиции для формирования слоя смазочного покрытия. Хотя компаундные консистентные смазки содержали тяжелые металлы, такие как свинец и являлись вредными для человека и окружающей среды, их смазочная способность предпочтительна, и поэтому компаундные консистентные смазки применяли, как основу для оценки исправной работой при ускорении роста крутящего момента, описанного ниже.

Таблица 2

| №<br>испытания | состав нелетучих компонентов композиции (число в скобках дает % по массе) |                        |                                  |   |                           | органический<br>растворитель<br>(на 100<br>частей<br>общего кол-<br>ва нелетучих<br>компонентов) | способ<br>нанесения                        |
|----------------|---|------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|--|--|
|                | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | металлическое<br>мыло  | воск                             | основная<br>металлическая<br>ароматическая<br>органической<br>кислоты | порошкообразная<br>смазка |  |  |
| 1              | (1)   | Са-<br>стеарат<br>(19) | Парафин<br>новый<br>воск<br>(20) | основной<br>Са-<br>сульфонат<br>(60)                                  | нет                       | 30 частей  | напыление при<br>нормальной<br>температуре |
| 2              | (5)   | Са-<br>стеарат<br>(10) | Парафин<br>новый<br>воск<br>(15) | основной<br>Са-<br>сульфонат<br>(70)                                  | нет                       | 30 частей  | напыление при<br>нормальной<br>температуре |
| 3              | (10)  | Са-<br>стеарат<br>(15) | Парафин<br>новый<br>воск<br>(10) | основной<br>Са-<br>сульфонат<br>(65)                                  | нет                       | 30 частей  | напыление при<br>нормальной<br>температуре |
| 4              | (20)  | Са-<br>стеарат<br>(4)  | Парафин<br>новый<br>воск<br>(5)  | основной<br>Са-<br>сульфонат<br>(71)                                  | нет                       | 30 частей  | напыление при<br>нормальной<br>температуре |
| 5              | (15)  | Са-стеарат<br>(17)     | Парафин<br>новый<br>воск<br>(15) | основной<br>Са-<br>фенат (48)   | графит<br>(5)             | нет  | напыление с<br>нагревом                    |
| 6              | (10)  | Са-<br>стеарат<br>(10) | Парафин<br>новый<br>воск<br>(10) | основной<br>Са-<br>салицилат<br>(60)                                  | PTFE<br>(10)              | 30 частей  | напыление при<br>нормальной<br>температуре |
| 7              | (25)  | Са-<br>стеарат<br>(10) | Парафин<br>новый<br>воск         | основной<br>Са-<br>салицилат  | PTFE<br>(10)              | 30 частей  | напыление при<br>нормальной                |

|    |   |                    |                                 |                                      |              |           |  |
|----|---|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------|-----------|--|
|    |   |                    | (10)                            | (45)                                 |              |           | ой<br>температу<br>ре                                  |
| 8  | компаундная консистентная смазка по стандарту API BUL 5A2 |                    |                                 |                                      |              |           | кистью   |
| 9  | нет   | Са-стеарат<br>(15) | Парафи<br>новый<br>воск<br>(10) | основной<br>Са-<br>сульфонат<br>(75) | нет          | 30 частей | напылени<br>е при<br>нормальн<br>ой<br>температу<br>ре |
| 10 | CaF <sub>2</sub><br>(10)                                  | Са-стеарат<br>(10) | Парафи<br>новый<br>воск<br>(10) | основной<br>Са-<br>сульфонат<br>(60) | PTFE<br>(10) | 30 частей | напылени<br>е при<br>нормальн<br>ой<br>температу<br>ре |

#### Испытание № 1.

В Испытании № 1 выполнили чистовое станочное шлифование на поверхности ниппеля и поверхности муфты. Затем нанесли композицию для создания слоя смазочного покрытия на поверхность ниппеля и поверхность муфты посредством напыления при нормальной температуре (приблизительно 20°C) для создания слоев смазочного покрытия. В отношении толщины покрытия, вычислили целевую среднюю толщину покрытия, применяя массу и удельную плотность композиции, подлежащей нанесению, отнесенную к единице площади и единице времени на основе заданного давления напыления и расстояния до назначенной поверхности, и нанесение выполнили, создавая толщину в диапазоне 120-150 мкм.

#### Испытание № 2 - Испытание № 4.

В Испытании № 2 - Испытании № 4 выполняли чистовое станочное шлифование на поверхности ниппеля и поверхности муфты. Поверхность ниппеля погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования цинка при 75-85°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата цинка, имеющего толщину 10 мкм. Поверхность муфты погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования марганца при 80-95°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата марганца, имеющего толщину 12 мкм. Затем композицию для создания слоя смазочного покрытия наносили на поверхность ниппеля и поверхность муфты посредством напыления при нормальной температуре (приблизительно 20°C) для создания слоев смазочного покрытия. В отношении толщины покрытия вычисляли целевую среднюю толщину покрытия, применяя массу и удельную плотность композиции, подлежащей нанесению, отнесенную к единице площади и единице времени на основе заданного давления напыления и расстояния до назначенной поверхности, и нанесение выполняли, создавая толщину в диапазоне 120-150 мкм.

#### Испытание № 5.

В Испытании № 5 выполняли чистовое станочное шлифование на поверхности ниппеля. Поверхность ниппеля погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования цинка при 75-85°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата цинка, имеющего толщину 10 мкм. Затем создавали на нем слой смазочного покрытия посредством нанесения композиции для формирования слоя смазочного покрытия на покрытие из фосфата цинка посредством напыления при нормальной температуре (приблизительно 20°C). В отношении толщины покрытия вычисляли целевую среднюю толщину покрытия, применяя массу и удельную плотность композиции, подлежащей нанесению, отнесенную к единице площади и единице времени на основе заданного давления напыления и расстояния до назначенной поверхности, и нанесение выполняли, создавая толщину в диапазоне 120-150 мкм.

Выполняли чистовое станочное шлифование на поверхности муфты. Затем выполняли металлизацию сплавом Zn-Ni посредством нанесения электролитического покрытия для создания слоя металлического покрытия сплавом Zn-Ni на поверхности муфты. Для металлизации сплавом Zn-Ni применяли ванну DAIN Zin alloy N-PL (фирменное наименование), изготовленную Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. Нанесение электролитического покрытия выполняли в условиях pH ванны для металлизации 6.5, температуры ванны для металлизации 25°C, плотности тока 2 А/дм<sup>2</sup> и времени обработки 18 мин. Слой металлического покрытия сплавом Zn-Ni имел композицию из Zn: 85% и Ni: 15%. Слой смазочного покрытия выполнили на нем посредством нанесения композиции для формирования слоя смазочного покрытия с горячим напылением (приблизительно при 110°C) медленным охлаждением. В отношении толщины покрытия, вычисляли целевую среднюю толщину покрытия, применяя массу и удельную плотность композиции, подлежащей нанесению, отнесенную к единице площади и единице времени на основе заданного давления напыления и расстояния до назначенной поверхности, и нанесение выполняли, создавая толщину в диапазоне 120-150 мкм.

#### Испытание № 6 и Испытание № 7.

В Испытании № 6 и Испытании № 7, выполняли чистовое станочное шлифование на поверхности ниппеля и поверхности муфты. Затем, придали шероховатость а поверхности ниппеля и поверхности

муфты в струйном процессе. Композицию для создания слоя смазочного покрытия нанесли затем на поверхность ниппеля и поверхность муфты посредством напыления при нормальной температуре (приблизительно 20°C) для создания слоев смазочного покрытия. В отношении толщины покрытия вычисляли целевую среднюю толщину покрытия, применяя массу и удельную плотность композиции, подлежащей нанесению, отнесенную к единице площади и единице времени на основе заданного давления напыления и расстояния до назначенной поверхности, и нанесение выполняли, создавая толщину в диапазоне 120-150 мкм.

#### Испытание № 8.

В Испытании № 8 выполняли чистовое станочное шлифование на поверхности ниппеля и поверхности муфты. Поверхность ниппеля погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования цинка при 75-85°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата цинка, имеющего толщину 10 мкм. Поверхность муфты погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования марганца при 80-95°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата марганца, имеющего толщину 12 мкм. Затем трубную смазку по стандартам API наносили на поверхность ниппеля и поверхность муфты с помощью кисти. Термин "трубная смазка по стандартам API" относится к компаундной консистентной смазке для резьбового соединения для трубных изделий нефтепромыслового сортамента, изготовленного по стандартам API BUL 5A2. Определено, что композиция трубной смазки по стандартам API использует консистентную смазку, как основной материал, и содержит графитовый порошок: 18±1,0%, свинцовый порошок: 30,5±0,6%, и медные флокены: 3,3±0,3%. Отмечаем, что в диапазоне данных компонентов, как известно, компаундные консистентные смазки для резьбового соединения для трубных изделий нефтепромыслового сортамента имеют эквивалентные показатели исправной работы.

#### Испытание № 9.

В Испытании № 9 выполняли чистовое станочное шлифование на поверхности ниппеля и поверхности муфты. Поверхность ниппеля погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования цинка при 75-85°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата цинка, имеющего толщину 10 мкм. Поверхность муфты погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования марганца при 80-95°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата марганца, имеющего толщину 12 мкм. Затем композицию для создания слоя смазочного покрытия наносили на поверхность ниппеля и поверхность муфты посредством напыления при нормальной температуре (приблизительно 20°C) для создания слоев смазочного покрытия. В отношении толщины покрытия вычисляли целевую среднюю толщину покрытия, применяя массу и удельную плотность композиции, подлежащей нанесению, отнесенную к единице площади и единице времени на основе заданного давления напыления и расстояния до назначенной поверхности, и нанесение выполняли, создавая толщину в диапазоне 120-150 мкм. В Испытании № 9 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не содержался в композиции.

#### Испытание № 10.

В Испытании № 10, выполняли чистовое станочное шлифование на поверхности ниппеля и поверхности муфты. Поверхность ниппеля погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования цинка при 75-85°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата цинка, имеющего толщину 10 мкм. Поверхность муфты погружали в раствор для химической конверсии фосфатирования марганца при 80-95°C на 10 мин для создания покрытия из фосфата марганца, имеющего толщину 12 мкм. Затем композицию для создания слоя смазочного покрытия наносили на поверхность ниппеля и поверхность муфты посредством напыления при нормальной температуре (приблизительно 20°C) для создания слоев смазочного покрытия. В отношении толщины покрытия вычисляли целевую среднюю толщину покрытия, применяя массу и удельную плотность композиции, подлежащей нанесению, отнесенную к единице площади и единице времени на основе заданного давления напыления и расстояния до назначенной поверхности, и нанесение выполняли, создавая толщину в диапазоне 120-150 мкм. В Испытании № 10 CaF<sub>2</sub> содержался, как компонент в композиции вместо Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Испытание оценки стойкости к поверхностному повреждению. Оценку стойкости к поверхностному повреждению выполняли с помощью испытания многократным свинчиванием. С применением ниппелей и муфт Испытания №1 - Испытания № 10, свинчивание и развинчивание повторяли при комнатной температуре (20°C) и оценивали стойкость к поверхностному повреждению. Крутящий момент скрепления установили величиной 24350 Нм. Каждый раз по завершении одного цикла свинчивания и развинчивания w, поверхность ниппеля и поверхность муфты визуальнo изучали. Проверляли возникновение поверхностного повреждения на резьбовых участках и участках металлического уплотнения визуальной проверкой. По отношению к участкам металлического уплотнения испытание заканчивали при возникновении поверхностного повреждения. Когда поверхностное повреждение на резьбовом участке было незначительным и ремонтпригодным посредством наплавки или т.п., дефекты поверхностного повреждения ремонтировали и испытание продолжали. Максимальная кратность для повторяющегося свинчивания установили в 15 раз. Свинчивание максимальной кратности выполняли либо без возникновения неремонтпригодных поверхностных повреждений на резьбовом участке или возникновение поверхностного повреждения на участке металлического уплотнения принимали, как оценочный индекс для стойкости к поверхностному повреждению. Результа-

ты показаны в "Стойкости к поверхностному повреждению (количество оборотов свинчивания, которое могло быть выполнено без возникновения неремонтопригодных поверхностных повреждений на резьбовом участке, а также возникновения поверхностных повреждений на участке металлического уплотнения)", столбец в табл. 3.

Таблица 3

| № испытания | Стойкость к поверхностному повреждению (число возможных оборотов свинчивания без возникновения ремонтпригодного поверхностного повреждения на резьбовой поверхности, а также поверхности металлического уплотнения) | исправная работа при ускоренном росте крутящего момента |
|-------------|---|---|
| 1           | 14  | 115   |
| 2           | 14  | 121   |
| 3           | 14  | 125   |
| 4           | 13  | 138   |
| 5           | 15  | 130   |
| 6           | 15  | 127   |
| 7           | 12  | 143   |
| 8           | 10  | 100   |
| 9           | 5   | 58  |
| 10          | 10  | 98  |

#### Испытание работы при ускорении роста крутящего момента

С применением ниппелей и муфт Испытания №1 - Испытания № 10 измеряли  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков. Конкретно, свинчивание выполняли в условиях скорости затягивания 10 об/мин и крутящего момента затяжки 42,8 кН·м. Измеряли крутящий момент во время свинчивания, и подготовили график крутящего момента, показанный на фиг. 7. Условное обозначение "Ts" на фиг. 7 указывает крутящий момент при упоре в заплечики. Условное обозначение "MTV" на фиг. 7 указывает величину крутящего момента, при которой линейная часть L и график крутящего момента пересекаются. Линейная часть L является прямой линией, которая имеет наклон одинаковый с наклоном линейной зоны графика крутящего момента после упора в заплечики, и для которой количество оборотов на 0,2% больше в сравнении с вышеупомянутой линейной зоной. В нормальных условиях  $T_u$  (крутящий момент на пределе текучести) применяют при измерении  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков. Вместе с тем, в настоящем примере крутящий момент на пределе текучести (граница между линейной зоной и нелинейной зоной на графике крутящего момента после упора в заплечики) была нечеткой. Поэтому MTV определили, применив линейную часть L. Разность между MTV и Ts взяли, как  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков настоящего примера. Показатели работы при ускорении роста крутящего момента определили, как относительную величину по отношению к дельте  $\Delta T'$  крутящего момента при сопротивлении заплечиков испытания № 8, где трубную смазку по стандартам API применяли вместо слоя смазочного покрытия, как эталон (100). Результаты показаны в табл. 3.

#### Результаты оценки

В табл. 1-3 композиция для формирования слоя смазочного покрытия резьбовых соединений для труб или патрубков Испытания №1 - Испытания № 7 имела  $Cr_2O_3$ . Поэтому поверхностные повреждения не возникали, даже когда свинчивание и развинчивание повторяли 10 раз, и таким образом демонстрировалась превосходная стойкость к поверхностному повреждению. Дополнительно, показатели работы при ускорении роста крутящего момента были больше 100, и резьбовые соединения для труб или патрубков демонстрировали превосходные показатели работы при ускорении роста крутящего момента.

В резьбовых соединениях для труб или патрубков Испытания №1 - Испытания № 6 содержание  $Cr_2O_3$  составляло 1-20,0%. Поэтому в резьбовых соединениях для труб или патрубков Испытания № 1 - Испытания № 6 количество свинчиваний, которое смогли выполнить без поверхностного повреждения, было больше в сравнении с резьбовым соединением для труб или патрубков Испытания №7, и таким образом стойкость к поверхностному повреждению, продемонстрированная резьбовыми соединениями для труб или патрубков Испытания № 1 - Испытания № 6, была еще лучше, чем стойкость к поверхностному повреждению, продемонстрированная резьбовым соединением для труб или патрубков испытания № 7.

С другой стороны, композиция для формирования слоя смазочного покрытия резьбового соединения для труб или патрубков испытания № 9 не содержала  $Cr_2O_3$ .

Поэтому стойкость к поверхностному повреждению и показатели работы при ускорении роста крутящего момента были низкими.

Композиция для формирования слоя смазочного покрытия резьбового соединения для труб или патрубков Испытания № 10 содержала фторид кальция  $\text{CaF}_2$ , а не  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Поэтому стойкость к поверхностному повреждению и показатели работы при ускорении роста крутящего момента были низкими.

Выше описан вариант осуществления настоящего изобретения. Вместе с тем, вышеуказанный вариант осуществления является только примером для реализации настоящего изобретения. Соответственно, настоящее изобретение не ограничено приведенным выше вариантом осуществления, и приведенный выше вариант осуществления можно надлежащим образом модифицировать в диапазоне, где нет отклонения от сущности настоящего изобретения.

#### Перечень условных обозначений

- 1 - Резьбовое соединение для труб или патрубков
- 4 - Охватываемый резьбовой участок
- 5 - Ниппель
- 7 - Охватывающий резьбовой участок
- 8 - Муфта
- 10, 13 - Участок металлического уплотнения
- 11, 12 - Заплевиковый участок
- 21 - Слой смазочного покрытия

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композиция для формирования слоя смазочного покрытия на резьбовом соединении для труб или патрубков, причем композиция содержит

$\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,

металлическое мыло, представляющее собой соль жирной кислоты с 12-30 атомами углерода и металла, выбранного из щелочно-земельных металлов и цинка, воск и основную соль металла и ароматической органической кислоты.

2. Композиция по п.1, в которой

композиция содержит в процентах по массе от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  от 1 до 20%, металлическое мыло от 2 до 30%, воск от 2 до 30% и основную соль металла и ароматической органической кислоты от 20 до 70%.

3. Композиция по п.1 или 2, дополнительно содержащая порошкообразную смазку.

4. Композиция по п.3, в которой

композиция содержит, в процентах по массе от суммарного количества нелетучих компонентов в композиции:

порошкообразная смазка от 0,5 до 20%.

5. Композиция по п.3 или 4, в которой порошкообразная смазка представляет собой смазку одного или более типов, выбранных из группы, состоящей из графита и политетрафторэтилена.

6. Композиция по любому из пп.1-5, дополнительно содержащая летучий органический растворитель.

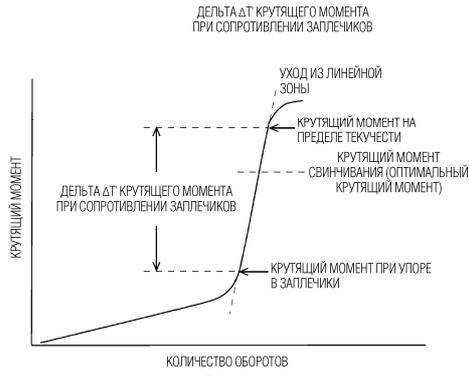
7. Резьбовое соединение для труб или патрубков, содержащее ниппель и муфту, при этом каждый из ниппеля и муфты содержит контактную поверхность, имеющую резьбовой участок; резьбовое соединение для труб или патрубков содержит слой смазочного покрытия, сформированный из композиции по любому из пп.1-6, в качестве наружного слоя, который образован по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля и муфты.

8. Соединение по п.7, дополнительно содержащее слой металлического покрытия между по меньшей мере одной из контактных поверхностей ниппеля и муфты и слоем смазочного покрытия.

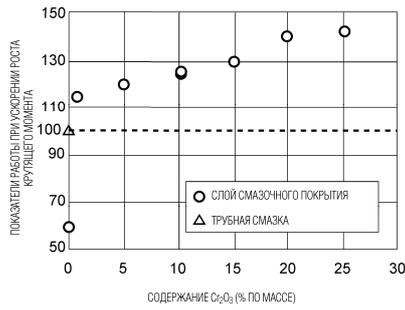
9. Соединение по п.7 или 8, дополнительно содержащее ниже слоя смазочного покрытия химическое конверсионное покрытие, имеющее поверхность, находящуюся в контакте с слоем смазочного покрытия.

10. Соединение по п.7 или 8, в котором поверхность, находящаяся в контакте с слоем смазочного покрытия, обработана струйной обработкой или травлением.

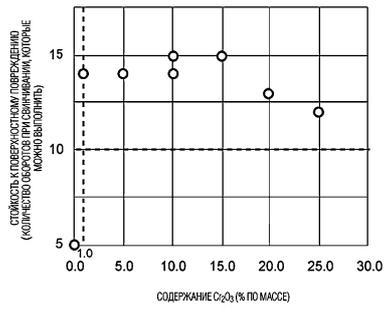
11. Соединение по любому из пп.7-10, в котором контактная поверхность дополнительно содержит свободный от резьбы металлический контактный участок.



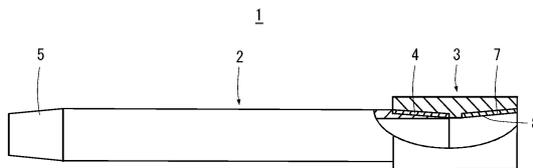
Фиг. 1



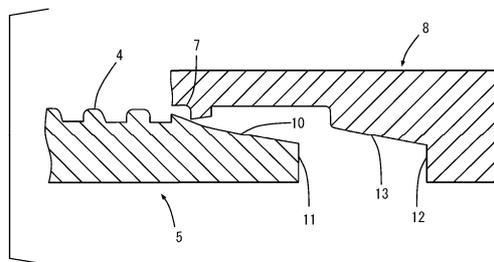
Фиг. 2



Фиг. 3



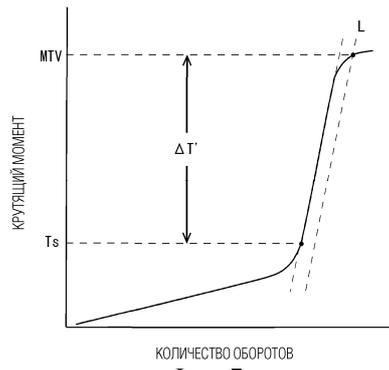
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

