

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040447**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.03

(21) Номер заявки
201992773

(22) Дата подачи заявки
2018.05.10

(51) Int. Cl. **C23C 22/77** (2006.01)
C23C 22/30 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)
C25D 7/04 (2006.01)
F16L 15/04 (2006.01)

(54) **РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, И СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

(31) **2017-100502**

(32) **2017.05.22**

(33) **JP**

(43) **2020.03.31**

(86) **PCT/JP2018/018035**

(87) **WO 2018/216475 2018.11.29**

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

(72) Изобретатель:
**Кимото Масанари, Осима Масахиро
(JP)**

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

(56) **WO-A1-2017047722**

JP-A-2007277640

JP-A-58081978

Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 167147/1980 (Laid-open No. 092762/1982) (FUJITSU LIMITED) 08 June 1982, pages 1-4, fig. 1, 2 (Family: none)

JP-A-10212587

(57) Настоящее изобретение предлагает резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое обладает превосходной коррозионной стойкостью и стойкостью к фрикционной коррозии, а также способ производства этого резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. В частности, способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, представляет собой способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое включает в себя ниппель (3) и муфту (4). Этот способ включает в себя этап формирования покрывающего слоя (100) из сплава Zn-Ni и этап формирования хроматного покрытия (200) после этапа формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni. Этап формирования хроматного покрытия включает в себя этап хроматирования и этап сушки. Этап формирования хроматного покрытия удовлетворяет одному или более условиям 1-3. Условие 1: скорость перемешивания раствора для хроматирования на этапе хроматирования: линейная скорость равна 0,5 м/с или более; условие 2: время хроматирования на этапе хроматирования: менее чем 50 с; и условие 3: температура сушки на этапе сушки: 60°C или менее.

040447
B1

040447
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, а также к способу производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

Уровень техники

Трубные изделия, применяемые в нефтяной промышленности, используются для бурения на нефтяных месторождениях и месторождениях природного газа. Трубные изделия (трубы), применяемые в нефтяной промышленности, формируются посредством соединения множества стальных труб в соответствии с глубиной скважины. Соединение стальных труб достигается посредством скрепления резьбовых соединений для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которые сформированы на концах стальных труб. Трубные изделия, применяемые в нефтяной промышленности, поднимаются и разъединяются для осмотра и т.п., а затем снова соединяются после осмотра и используются повторно.

Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя ниппель и муфту. Ниппель включает в себя часть с наружной резьбой, сформированную на внешней периферийной поверхности концевой части стальной трубы. Муфта включает в себя часть с внутренней резьбой, сформированную на внутренней периферийной поверхности концевой части стальной трубы. Ниппель и муфта могут включать в себя металлические контактные части без резьбы. Каждая металлическая контактная часть без резьбы включает в себя металлическую уплотнительную часть и выступающую часть. Когда стальные трубы соединяются вместе, часть с наружной резьбой и часть с внутренней резьбой входят в контакт друг с другом, металлические уплотнительные части входят в контакт друг с другом, а также выступающие части входят в контакт друг с другом.

Резьбовые части и контактирующие металлические части без резьбы ниппеля и муфты многократно испытывают сильное трение во время соединения и разъединения стальных труб. Если эти части не будут в достаточной степени стойкими к трению, то фрикционная коррозия (некорректируемая фрикционная коррозия) будет происходить во время повторного соединения и разъединения. Следовательно, необходимо, чтобы резьбовые соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, имели достаточную стойкость к трению, то есть превосходную стойкость к фрикционной коррозии.

До сих пор для улучшения стойкости к фрикционной коррозии использовались содержащие тяжелый металл компаундные консистентные смазки. Нанесение компаундной консистентной смазки на поверхность резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может улучшать стойкость к фрикционной коррозии резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. Однако тяжелые металлы, содержащиеся в компаундных консистентных смазках, такие как Pb, могут воздействовать на окружающую среду. По этой причине желательно практическое применение резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, без компаундных консистентных смазок.

Были предложены резьбовые соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которые вместо компаундной консистентной смазки используют консистентную смазку (называемую "зеленой смазкой"), которая не содержит тяжелых металлов. Например, в японской патентной заявке 2008-215473А (Патентный документ 1) и в японской патентной заявке 2003-074763 А (Патентный документ 2) описаны резьбовые соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которые обладают превосходной стойкостью к фрикционной коррозии даже при том, что эти резьбовые соединения используют консистентную смазку, которая не содержит тяжелых металлов.

Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое описано в Патентном документе 1, является резьбовым соединением для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое состоит из ниппеля и муфты, каждый из которых включает в себя контактную поверхность, имеющую резьбовую часть и металлическую контактную часть без резьбы. Отличительной особенностью резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, описанных в Патентном документе 1, является то, что по меньшей мере одна из контактных поверхностей ниппеля и муфты имеет первый слой металлизации, состоящий из сплава Cu-Zn. В Патентном документе 1 описывается, что в результате в том случае, когда наносится зеленая смазка, а также даже в том случае, когда резьбовое соединение не смазывается, оно показывает достаточную стойкость к утечке и стойкость к фрикционной коррозии, а также превосходную коррозионную стойкость, и образование щелевой коррозии предотвращается, даже если зеленая смазка или смазочное покрытие присутствуют на слое металлизации.

В соответствии с технологией, раскрытой в Патентном документе 1, за счет формирования слоя металлизации из конкретного сплава на контактной поверхности стойкость к фрикционной коррозии улучшается даже при использовании зеленой смазки.

Соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, описанное в Патентном документе 2, является соединением стальных труб для нефтяной скважины, которое формируется из части ниппеля, имеющей наружную нарезку и уплотнительную часть металл-металл на одном конце стальной трубы, которая содержит Sg в количестве 9 мас.% или более, и части муфты на одном конце другой стальной трубы, которая сделана из того же самого материала, что и первая стальная труба, кото-

рая имеет внутреннюю нарезку и уплотнительную часть металл-металл на обоих концах стальной трубы. Особенностью этого соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, является то, что слой сплава Cu-Sn формируется как единственный слой на поверхности внутренней нарезки трубы и уплотнительной части металл-металл. Патентный документ 2 описывает, что в результате, даже когда используется зеленая смазка, герметизирующая способность является более высокой, чем в обычных соединениях для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, и образование фрикционной коррозии в соединении может быть заметно подавлено.

Список цитированной литературы

ПАТЕНТНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Патентный документ 1: Публикация Японской патентной заявки № 2008-215473А

Патентный документ 2: Публикация Японской патентной заявки № 2003-074763А

Сущность изобретения

Техническая проблема

В этой связи трубы, применяемые в нефтяной промышленности, перевозятся кораблями или другими средствами после их производства и хранятся в течение некоторого периода времени перед их использованием. В некоторых случаях транспортировка и хранение труб, применяемых в нефтяной промышленности, занимают длительное время. Кроме того, в некоторых случаях трубы, применяемые в нефтяной промышленности, хранятся на открытом воздухе. Когда трубы, применяемые в нефтяной промышленности, хранятся на открытом воздухе в течение длительного периода времени, на их резьбовых соединениях может иногда образовываться т.н. "белая ржавчина", что может приводить к снижению стойкости к фрикционной коррозии и уплотняемости резьбовых соединений для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

При использовании композиций для формирования резьбовых соединений для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, и смазочного покрытия, раскрытых в Патентном документе 1 и Патентном документе 2, при хранении труб на открытом воздухе в течение длительного периода времени белая ржавчина иногда образуется на их резьбовых соединениях, и коррозионная стойкость уменьшается. В дополнение к этому в таком случае иногда уменьшаются уплотняемость и стойкость к фрикционной коррозии резьбовых соединений для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

Задачей настоящего изобретения является предложить резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое имело бы превосходную коррозионную стойкость, а также способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое имело бы превосходную коррозионную стойкость.

Решение проблемы

Способ производства по настоящему варианту осуществления представляет собой способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя ниппель и муфту. Ниппель включает в себя контактную поверхность ниппеля, которая включает в себя резьбовую часть ниппеля. Муфта включает в себя контактную поверхность муфты, которая включает в себя резьбовую часть муфты. Способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя этап формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni и этап формирования хроматного покрытия после этапа формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni. На этапе формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni по меньшей мере одна из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты погружается в раствор для металлизации, содержащий ионы цинка и ионы никеля, и покрывающий слой из сплава Zn-Ni формируется на по меньшей мере одной из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты гальваническим методом. Покрывающий слой из сплава Zn-Ni состоит из сплава Zn-Ni и примесей. На этапе формирования хроматного покрытия хроматное покрытие, имеющее значение яркости L поверхности 45 или более и менее 65, формируется на покрывающем слое из сплава Zn-Ni. Этап формирования хроматного покрытия включает в себя этап хроматирования и этап сушки после этапа хроматирования. На этапе хроматирования контактная поверхность ниппеля и/или контактная поверхность муфты, имеющие покрывающий слой из сплава Zn-Ni, сформированный на них, погружаются в раствор для хроматирования, содержащий ионы хрома, для выполнения хроматирования. На этапе сушки выполняется сушка контактной поверхности ниппеля и/или контактной поверхности муфты. На этапе формирования хроматного покрытия удовлетворяются одно или более из нижеприведенных условий 1-3.

Условие 1: Скорость перемешивания раствора для хроматирования на этапе хроматирования: линейная скорость равна от 0,5 до 2,0 м/с;

Условие 2: Время хроматирования на этапе хроматирования: 5 с или более и менее чем 50 с; и

Условие 3: Температура сушки на этапе сушки: 20-60°C.

Резьбовое соединение для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления включает в себя ниппель, муфту, покрывающий слой из сплава Zn-Ni и хроматное покрытие. Ниппель включает в себя контактную поверхность ниппеля, которая включает в себя резьбовую

часть ниппеля. Муфта включает в себя контактную поверхность муфты, которая включает в себя резьбовую часть муфты. Покрывающий слой из сплава Zn-Ni формируется на по меньшей мере одной из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты. Покрывающий слой из сплава Zn-Ni состоит из сплава Zn-Ni и примесей. Хроматное покрытие формируется на покрывающем слое из сплава Zn-Ni. Значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет 45 или более и менее 65.

Полезные эффекты изобретения

Резьбовое соединение для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления обладает превосходной коррозионной стойкостью.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует соотношение между значением яркости L поверхности хроматного покрытия и долей площади (%) белой ржавчины, образовавшейся после 300 час. теста на стойкость к воздействию солевого тумана (SST).

Фиг. 2 иллюстрирует соотношение между скоростью перемешивания (м/с) раствора для хроматирования на этапе хроматирования и значением яркости L поверхности хроматного покрытия.

Фиг. 3 иллюстрирует соотношение между временем (временами) хроматирования на этапе хроматирования и значением яркости L поверхности хроматного покрытия.

Фиг. 4 иллюстрирует соотношение между температурой сушки (°C) на этапе сушки и значением яркости L поверхности хроматного покрытия.

Фиг. 5 иллюстрирует конфигурацию резьбового соединения втулочного типа для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления.

Фиг. 6 иллюстрирует конфигурацию резьбового соединения интегрального типа для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления.

Фиг. 7 представляет собой поперечное сечение резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

Фиг. 8 иллюстрирует конфигурацию резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления, которое не имеет металлической уплотнительной части и выступающей части.

Фиг. 9 представляет собой поперечное сечение одного примера контактной поверхности резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Настоящий вариант осуществления будет подробно описан ниже со ссылкой на чертежи. Одни и те же ссылочные позиции будут использоваться во всех чертежах для обозначения одних и тех же или одинаковых деталей, и их описание не будет повторяться.

Авторы настоящего изобретения выполнили различные исследования коррозионной стойкости и поверхностной обработки контактных поверхностей резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. В итоге авторы настоящего изобретения получили следующие результаты.

Твердость и температура плавления цинка (Zn) являются низкими по сравнению с медью (Cu), которая использовалась в обычных слоях металлизации. Однако сплав Zn-Ni, который является сплавом Zn, имеет в достаточной степени высокую твердость и высокую температуру плавления. Соответственно, когда сплав Zn-Ni используется для формирования слоя металлизации, стойкость к фрикционной коррозии резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может быть увеличена. В данном описании слой металлизации, состоящий из сплава Zn-Ni и примесей, упоминается как "покрывающий слой из сплава Zn-Ni".

Хроматирование известно как методика для ингибирования образования белой ржавчины. В прошлом растворы для хроматирования содержали шестивалентный хром. Однако есть вероятность того, что шестивалентный хром может воздействовать на окружающую среду. Поэтому было желательно разработать так называемое "трехвалентное хроматирование", которое не использует шестивалентный хром. Трехвалентное хроматирование выполняется с использованием, например, в качестве коммерческого продукта DAIN Chromate TR-02 (торговая марка) производства компании Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. Далее в настоящем описании, если конкретно не указано иное, термин "хроматирование" означает трехвалентное хроматирование.

Однако было найдено, что в резьбовом соединении для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, даже если хроматирование выполняется на покрытии из сплава Zn-Ni, в некоторых случаях белая ржавчина образуется за более короткое время, чем ожидалось.

Авторы настоящего изобретения обнаружили в результате исследований, что значение яркости L поверхности хроматного покрытия может использоваться в качестве индекса коррозионной стойкости.

Коррозионная стойкость резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может быть определена на основе доли площади белой ржавчины, которая образуется на поверхности резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности (далее упоминаемой как "доля площади белой ржавчины"). В настоящем варианте осуществления, если

доля площади белой ржавчины после 300 час. теста на стойкость к воздействию солевого тумана (SST) составляет менее чем 50%, резьбовое соединение для рассматриваемых труб, применяемых в нефтяной промышленности, определяется как обладающее превосходной коррозионной стойкостью. Определение стойкости к воздействию солевого тумана и доля площади белой ржавчины будут подробно описаны в примере ниже. Далее в настоящем описании, если явно не указано иное, термин "доля площади белой ржавчины" означает "доля площади белой ржавчины после 300 час. теста определения стойкости к воздействию солевого тумана (SST)".

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что существует корреляция между долей площади белой ржавчины и значением яркости L поверхности хроматного покрытия. Фиг. 1 иллюстрирует соотношение между значением яркости L поверхности хроматного покрытия и долей площади (%) белой ржавчины, образовавшейся после 300 час. теста на стойкость к воздействию солевого тумана (SST). Фиг. 1 была получена с помощью примера, который будет описан позже.

Ордината на фиг. 1 представляет долю площади белой ржавчины (%). Абсцисса на фиг. 1 представляет значение яркости L поверхности хроматного покрытия. Как показано на фиг. 1, существует приблизительно значительная корреляция между значением яркости L поверхности хроматного покрытия и долей площади белой ржавчины, причем доля площади белой ржавчины имеет тенденцию к уменьшению при уменьшении значения яркости L поверхности хроматного покрытия. Когда значение яркости L поверхности хроматного покрытия становится менее чем 65, доля площади белой ржавчины составляет менее 50%.

Таким образом, когда значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет менее 65, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает превосходной коррозионной стойкостью. В дополнение к этому коррозионная стойкость имеет тенденцию к увеличению при уменьшении значения яркости L поверхности хроматного покрытия.

Далее, авторы настоящего изобретения открыли условия хроматирования для того, чтобы получить превосходную коррозионную стойкость в резьбовом соединении для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, как будет описано ниже.

Этап формирования хроматного покрытия, который формирует хроматное покрытие, обычно включает в себя этап хроматирования и этап сушки. Обычно на этапе хроматирования обрабатываемый материал погружается в раствор для хроматирования. На этапе сушки обрабатываемый материал сушится после этапа хроматирования.

Скорость перемешивания раствора для хроматирования на этапе хроматирования

Хроматирование обычно выполняется посредством погружения обрабатываемого материала в раствор для обработки. Способ, который рекомендуют изготовители коммерческих продуктов для трехвалентного хроматирования, также является обработкой погружением.

С другой стороны, ниппель и муфта резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, имеют сложную форму, в которой множество неровных мест высотой в несколько миллиметров, на которых формируются витки резьбы, продолжают с шагом в несколько миллиметров. В дополнение к этому ниппель резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, располагается на конце трубы, которая имеет в длину несколько метров или более. В резьбовом соединении интегрального типа для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, муфта также аналогичным образом располагается на конце трубы. Следовательно, в случае резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, хроматирование выполняется посредством контакта с раствором для обработки только области, подлежащей обработке. Кроме того, в случае резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, при выполнении хроматирования с помощью обычной методики погружения существует риск того, что образующийся при реакции газ останется на поверхности обрабатываемого материала и возникнет неравномерность хроматирования. Образование неравномерности хроматирования может быть подавлено посредством выполнения хроматирования с циркуляцией раствора для хроматирования. В этом случае может быть подавлено образование частей, к которым не присоединен хромат или в которых хроматное покрытие является тонким. Следовательно, коррозионная стойкость резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, будет высокой даже после хранения в течение длительного периода.

Фиг. 2 иллюстрирует соотношение между скоростью перемешивания (м/с) раствора для хроматирования на этапе хроматирования и значением яркости L поверхности хроматного покрытия. Фиг. 2 получена с помощью примера, который будет описан позже. Для фиг. 2 сравнивались различные тесты, для которых все условия, кроме скорости перемешивания раствора для хроматирования, были одинаковыми. На фиг. 2 показаны тесты № 4-6, 8-9 и 13.

Как показано на фиг. 2, когда скорость перемешивания раствора для хроматирования эквивалентна линейной скорости 0,5 м/с или более, значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет менее 65. Таким образом, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает превосходной коррозионной стойкостью.

Время хроматирования на этапе хроматирования

Традиционно считалось, что чем больше количество хроматного покрытия, тем выше будет корро-

зионная стойкость обработанного материала. Следовательно, ожидалось, что чем дольше выполняется хромирование, тем выше будет коррозионная стойкость резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. Однако авторы настоящего изобретения в результате исследований обнаружили, что сокращение времени хромирования до некоторой степени является эффективным для увеличения коррозионной стойкости резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

Фиг. 3 иллюстрирует соотношение между временем (временами) хромирования на этапе хромирования и значением яркости L поверхности хроматного покрытия. Фиг. 3 была получена с помощью примера, который будет описан позже. Для фиг. 3 сравнивались различные тесты, для которых все условия, кроме продолжительности хромирования, были одинаковыми. На фиг. 3 показаны тесты № 1 и 4-7.

Как показано на фиг. 3, когда время хромирования на этапе хромирования составляет менее 50 с, значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет менее 65. Таким образом, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает превосходной коррозионной стойкостью.

Температура сушки на этапе сушки

Традиционно предпринимались попытки увеличения температуры сушки на этапе сушки после хромирования, чтобы тем самым повысить эффективность производства. Когда температура сушки является высокой, время, требуемое для завершения сушки, сокращается и эффективность производства увеличивается. Однако авторы настоящего изобретения в результате исследований обнаружили, что поддержание более низкой температуры сушки на этапе сушки до некоторой степени является эффективным для увеличения коррозионной стойкости резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

Фиг. 4 иллюстрирует соотношение между температурой сушки (°C) на этапе сушки и значением яркости L поверхности хроматного покрытия. Фиг. 4 была получена с помощью примера, который будет описан позже. Для фиг. 4 сравнивались различные тесты, для которых все условия, кроме температуры сушки, были одинаковыми. На фиг. 4 показаны тесты № 2-6.

Как показано на фиг. 4, когда температура сушки на этапе сушки составляет не более 60°C, значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет менее 65. Таким образом, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает превосходной коррозионной стойкостью.

Как было описано выше, на этапе формирования хроматного покрытия настоящего варианта осуществления, если одно или более условий, выбираемых из скорости перемешивания раствора для хромирования, продолжительности хромирования и температуры сушки раствора для хромирования, удовлетворяются, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает превосходной коррозионной стойкостью.

Способ производства настоящего варианта осуществления, который был завершен на основе вышеописанных находок, представляет собой способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя ниппель и муфту. Ниппель включает в себя контактную поверхность ниппеля, которая включает в себя резьбовую часть ниппеля. Муфта включает в себя контактную поверхность муфты, которая включает в себя резьбовую часть муфты. Способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя этап формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni и этап формирования хроматного покрытия после этапа формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni. На этапе формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni по меньшей мере одна из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты погружается в раствор для металлизации, содержащий ионы цинка и ионы никеля, и покрывающий слой из сплава Zn-Ni формируется на по меньшей мере одной из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты гальваническим методом. Покрывающий слой из сплава Zn-Ni состоит из сплава Zn-Ni и примесей. На этапе формирования хроматного покрытия хроматное покрытие формируется на покрывающем слое из сплава Zn-Ni. Этап формирования хроматного покрытия включает в себя этап хромирования и этап сушки после этапа хромирования. На этапе хромирования контактная поверхность ниппеля и/или контактная поверхность муфты, имеющие покрывающий слой из сплава Zn-Ni, сформированный на них, погружаются в раствор для хромирования, содержащий ионы хрома, для выполнения хромирования. На этапе сушки выполняется сушка контактной поверхности ниппеля и/или контактной поверхности муфты после этапа хромирования. На этапе формирования хроматного покрытия удовлетворяются одно или более из нижеприведенных условий 1-3.

Условие 1: Скорость перемешивания раствора для хромирования на этапе хромирования: линейная скорость равна 0,5 м/с или более;

Условие 2: Время хромирования на этапе хромирования: менее чем 50 с; и

Условие 3: Температура сушки на этапе сушки: 60°C или менее.

В способе производства резьбового соединения для применяемых в нефтяной промышленности

труб настоящего варианта осуществления условия на этапе формирования хроматного покрытия соответствующим образом регулируются. Следовательно, может быть произведено резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включающее в себя хроматное покрытие, для которого значение яркости L на его поверхности является низким. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает превосходной коррозионной стойкостью.

В вышеупомянутом способе производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, этап формирования хроматного покрытия может удовлетворять по меньшей мере условию 1, и этап формирования хроматного покрытия может дополнительно включать в себя этап погружения без перемешивания. Этап погружения без перемешивания выполняется после этапа хроматирования и перед этапом сушки. На этапе погружения без перемешивания контактная поверхность ниппеля и/или контактная поверхность муфты погружается на некоторый интервал времени в раствор для хроматирования, в то время как перемешивание раствора для хроматирования останавливается.

В вышеупомянутом способе производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, контактная поверхность ниппеля может дополнительно включать в себя металлическую уплотнительную часть ниппеля и выступающую часть ниппеля. Вышеупомянутая контактная поверхность муфты может дополнительно включать в себя металлическую уплотнительную часть муфты и выступающую часть муфты.

Резьбовое соединение для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления включает в себя ниппель, муфту, покрывающий слой из сплава Zn-Ni и хроматное покрытие. Ниппель включает в себя контактную поверхность ниппеля, которая включает в себя резьбовую часть ниппеля. Муфта включает в себя контактную поверхность муфты, которая включает в себя резьбовую часть муфты. Покрывающий слой из сплава Zn-Ni формируется на по меньшей мере одной из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты. Покрывающий слой из сплава Zn-Ni состоит из сплава Zn-Ni и примесей. Хроматное покрытие формируется на покрывающем слое из сплава Zn-Ni. Значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет менее 65.

В резьбовом соединении настоящего варианта осуществления для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет менее 65. Следовательно, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает превосходной коррозионной стойкостью.

Количество хроматного покрытия вышеупомянутого резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может составлять 10-300 мг/м², выраженное в значениях хрома.

Когда количество хроматного покрытия находится внутри вышеупомянутого диапазона, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, демонстрирует неизменно высокую коррозионную стойкость.

В вышеупомянутом резьбовом соединении для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, контактная поверхность ниппеля может дополнительно включать в себя металлическую уплотнительную часть ниппеля и выступающую часть ниппеля. Вышеупомянутая контактная поверхность муфты может дополнительно включать в себя металлическую уплотнительную часть муфты и выступающую часть муфты.

Далее подробно описываются резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, и способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления.

Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности

Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя ниппель и муфту. Фиг. 5 иллюстрирует конфигурацию резьбового соединения втулочного типа для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления. Как показано на фиг. 5, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя стальную трубу 1 и соединение 2. Ниппель 3 формируется на каждом конце стальной трубы 1 и включает в себя часть с наружной резьбой на его наружной поверхности. Муфта 4 формируется на каждом конце соединения 2 и включает в себя часть с внутренней резьбой на ее внутренней поверхности. Соединение 2 присоединяется к концу стальной трубы 1 посредством закрепления вместе ниппеля 3 и муфты 4. Хотя это и не показано на чертеже, ниппель 3 стальной трубы 1 и муфта 4 соединения 2, которые не соединены с сопряженной деталью, могут иметь присоединенный к ним протектор для защиты их резьбовых частей.

С другой стороны, также может использоваться резьбовое соединение интегрального типа для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в котором соединение 2 не используется, а вместо этого один из концов стальной трубы 1 используется в качестве ниппеля 3, а другой конец стальной трубы 1 используется в качестве муфты 4. Фиг. 6 иллюстрирует конфигурацию резьбового соединения интегрального типа для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления. Как показано на фиг. 6, резьбовое соединение для

трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя стальную трубу 1. Ниппель 3 формируется на одном конце стальной трубы 1 и включает в себя часть с наружной резьбой на его наружной поверхности. Муфта 4 формируется на другом конце стальной трубы 1 и включает в себя часть с внутренней резьбой на ее внутренней поверхности. Две стальные трубы 1 могут быть соединены посредством закрепления вместе ниппеля 3 и муфты 4. Резьбовое соединение для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления может использоваться как для резьбового соединения втулочного типа, так и для резьбового соединения интегрального типа.

Фиг. 7 представляет собой поперечное сечение резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. На фиг. 7 ниппель 3 включает в себя резьбовую часть 31 ниппеля, металлическую уплотнительную часть 32 ниппеля и выступающую часть 33 ниппеля. На фиг. 7 муфта 4 включает в себя резьбовую часть 41 муфты, металлическую уплотнительную часть 42 муфты и выступающую часть 43 муфты. Части, на которых ниппель 3 и муфта 4 входят в контакт друг с другом, когда они скреплены вместе, упоминаются как "контактные поверхности 34 и 44". В частности, когда ниппель 3 и муфта 4 скреплены друг с другом, эти две резьбовые части (резьбовая часть 31 ниппеля и резьбовая часть 41 муфты) входят в контакт друг с другом, и точно так же входят в контакт друг с другом две металлические уплотнительные части (металлическая уплотнительная часть 32 ниппеля и металлическая уплотнительная часть 42 муфты) и две выступающие части (выступающая часть 33 ниппеля и выступающая часть 43 муфты). На фиг. 7 контактная поверхность 34 ниппеля включает в себя резьбовую часть 31 ниппеля, металлическую уплотнительную часть 32 ниппеля и выступающую часть 33 ниппеля. На фиг. 7 контактная поверхность 44 муфты включает в себя резьбовую часть 41 муфты, металлическую уплотнительную часть 42 муфты и выступающую часть 43 муфты.

На фиг. 7 в ниппеле 3 выступающая часть 33 ниппеля, металлическая уплотнительная часть 32 ниппеля и резьбовая часть 31 ниппеля расположены в указанном порядке от конца стальной трубы 1. Кроме того, в муфте 4 резьбовая часть 41 муфты, металлическая уплотнительная часть 42 муфты и выступающая часть 43 муфты расположены в указанном порядке от конца стальной трубы 1 или соединения 2. Однако компоновка резьбовой части 31 ниппеля и резьбовой части 41 муфты, металлической уплотнительной части 32 ниппеля и металлической уплотнительной части 42 муфты и выступающей части 33 ниппеля и выступающей части 43 муфты не ограничивается компоновкой, проиллюстрированной на фиг. 7, и может быть изменена в соответствии с обстоятельствами. Например, как проиллюстрировано на фиг. 6, в ниппеле 3 вышеупомянутые части могут быть расположены от конца стальной трубы 1 в следующем порядке: металлическая уплотнительная часть 32 ниппеля, резьбовая часть 31 ниппеля, металлическая уплотнительная часть 32 ниппеля, выступающая часть 33 ниппеля, металлическая уплотнительная часть 32 ниппеля и резьбовая часть 31 ниппеля. В муфте 4 вышеупомянутые части могут быть расположены от конца стальной трубы 1 или соединения 2 в следующем порядке: металлическая уплотнительная часть 42 муфты, резьбовая часть 41 муфты, металлическая уплотнительная часть 42 муфты, выступающая часть 43 муфты, металлическая уплотнительная часть 42 муфты и резьбовая часть 41 муфты.

На фиг. 5-7 проиллюстрированы так называемые "соединения премиум-класса", которые включают в себя металлические уплотнительные части (металлическую уплотнительную часть 32 ниппеля и металлическую уплотнительную часть 42 муфты) и выступающие части (выступающую часть 33 ниппеля и выступающую часть 43 муфты). Однако металлические уплотнительные части (металлическая уплотнительная часть 32 ниппеля и металлическая уплотнительная часть 42 муфты), а также выступающие части (выступающая часть 33 ниппеля и выступающая часть 43 муфты) не обязательно должны включаться. Пример резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое не имеет металлических уплотнительных частей 32 и 42 и выступающих частей 33 и 43, проиллюстрирован на фиг. 8. Резьбовое соединение для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления также может выгодно применяться в качестве резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое не имеет металлических уплотнительных частей 32 и 42 и выступающих частей 33 и 43. Когда металлические уплотнительные части 32 и 42 и выступающие части 33 и 43 не предусматриваются, контактная поверхность 34 ниппеля включает в себя резьбовую часть 31 ниппеля. Когда металлические уплотнительные части 32 и 42 и выступающие части 33 и 43 не предусматриваются, контактная поверхность 44 муфты включает в себя резьбовую часть 41 муфты.

Фиг. 9 представляет собой поперечное сечение одного примера контактных поверхностей 34 и 44 резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в соответствии с настоящим вариантом осуществления. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni на по меньшей мере одной из контактной поверхности 34 ниппеля и контактной поверхности 44 муфты. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, дополнительно включает в себя хроматное покрытие 200 на покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может включать в себя покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni и хроматное покрытие 200 на обеих из контактной поверхности 34 ниппеля и контактной поверхности 44 муфты.

Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может включать в себя покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni и хроматное покрытие 200 на контактной поверхности 34 ниппеля и может включать в себя только покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni на контактной поверхности 44 муфты. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может включать в себя покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni и хроматное покрытие 200 на контактной поверхности 34 ниппеля и может включать в себя только хроматное покрытие 200 на контактной поверхности 44 муфты.

Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может включать в себя покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni и хроматное покрытие 200 на контактной поверхности 44 муфты и может включать в себя только покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni на контактной поверхности 34 ниппеля. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может включать в себя покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni и хроматное покрытие 200 на контактной поверхности 44 муфты и может включать в себя только хроматное покрытие 200 на контактной поверхности 34 ниппеля.

Покрывающий слой из сплава Zn-Ni

Покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni формируется на по меньшей мере одной из контактной поверхности 34 ниппеля и контактной поверхности 44 муфты. Покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni может быть сформирован напрямую на по меньшей мере одной из контактной поверхности 34 ниппеля и контактной поверхности 44 муфты. Другой слой металлизации может быть сформирован между покрывающим слоем 100 из сплава Zn-Ni и контактной поверхностью 34 ниппеля. Другой слой металлизации может быть сформирован между покрывающим слоем 100 из сплава Zn-Ni и контактной поверхностью 44 муфты.

Покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni состоит из сплава Zn-Ni и примесей. Сплав Zn-Ni содержит цинк (Zn) и никель (Ni). Сплав Zn-Ni может иногда содержать примеси. В этом случае примеси покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni и примеси сплава Zn-Ni являются веществами, отличающимися от Zn и Ni, и включают в себя вещества, которые попадают в покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni во время производства и т.п. резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, и содержание которых находится внутри диапазона, который не влияет на эффекты настоящего изобретения. Покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni имеет состав, в котором, когда общее количество Zn и Ni берется за 100 мас.%, доля Ni находится в диапазоне 10-20 мас.%. Нижний предел содержания Ni в покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni предпочтительно составляет 11 мас.% и более предпочтительно 12 мас.%. Верхний предел содержания Ni в покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni предпочтительно составляет 18 мас.% и более предпочтительно 16 мас.%.

Способ измерения химического состава покрывающего слоя из сплава Zn-Ni

Химический состав покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni измеряется следующим способом. Для измерения используется настольный флуоресцентный рентгеновский анализатор (FISCHERSCOPE X-RAY XDAL производства компании Fischer Instruments K. K.). Калибровочная кривая подготавливается с использованием коммерчески доступной стандартной пластины покрытого сплавом Zn-Ni стального листа. Измерения содержания Ni (мас.%) выполняются в четырех положениях на поверхности (четыре положения в направлении 0°, 90°, 180° и 270° на окружности резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности) покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni, и среднее арифметическое результатов измерения для этих четырех положений берется в качестве содержания Ni (мас.%) в покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni.

Толщина покрывающего слоя из сплава Zn-Ni

Толщина покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni особенно не ограничивается.

Толщина покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni находится, например, в диапазоне 1-20 мкм. Если толщина покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni составляет 1 мкм или более, может быть получена адекватная стойкость к фрикционной коррозии. Если толщина покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni будет больше 20 мкм, то вышеупомянутый эффект будет насыщаться. Нижний предел толщины покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni предпочтительно составляет 3 мкм и более предпочтительно 5 мкм. Верхний предел толщины покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni предпочтительно составляет 18 мкм и более предпочтительно 15 мкм.

Толщина покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni измеряется следующим способом. Зонд вихревого измерителя толщины пленки фазового типа в соответствии со стандартом ISO 21968 (2005) приводится в контакт со покрывающим слоем 100 из сплава Zn-Ni. Измеряется разность фаз между высокочастотным магнитным полем на входной стороне зонда и вихревым током на покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni, который возбуждается высокочастотным магнитным полем. Эта разность фаз преобразуется в толщину покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni.

Покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni может быть сформирован на части контактной поверхности 34 и/или 44 или может быть сформирован на всей контактной поверхности 34 и/или 44. Граничное давление на частях металлического уплотнения 32 и 42 увеличивается, в частности, на заключительном этапе закрепления. Следовательно, в том случае, когда покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni частично

сформирован на контактной поверхности 34 и/или 44, предпочтительно, чтобы покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni формировался на по меньшей мере металлической уплотнительной части 32 и/или 42. С другой стороны, когда покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni формируется на всей контактной поверхности 34 и/или 44, эффективность производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, увеличивается.

Что касается твердости и температуры плавления покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni, его твердость является более высокой, чем твердость слоя Cu, который традиционно использовался в качестве слоя металлизации резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, а его температура плавления является такой же высокой, как и температура плавления покрытия из Cu. Следовательно, повреждение покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni подавляется, даже соединение и разъединение повторяются. В результате стойкость к фрикционной коррозии сохраняется, даже когда соединение и разъединение повторяются.

В дополнение к этому цинк (Zn), который содержится в покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni, является основным металлом по сравнению с железом (Fe), которое является главным компонентом стальной трубы. Следовательно, существует жертвенный защитный эффект, и поэтому резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, показывает повышенную коррозионную стойкость.

Хроматное покрытие

Резьбовое соединение для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления включает в себя хроматное покрытие 200 на покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni. Как было описано выше, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, в некоторых случаях находится на открытом воздухе в течение длительного периода времени перед их фактическим использованием. В таком случае хроматное покрытие 200, если оно сформировано, увеличивает коррозионную стойкость ниппеля 3 и муфты 4.

Хроматное покрытие 200 является покрытием, содержащим хромат трехвалентного хрома. Хроматное покрытие 200 формируется с помощью этапа формирования хроматного покрытия, которая будет описана позже.

Значение L хроматного покрытия

Значение яркости L поверхности хроматного покрытия 200 составляет менее 65. Когда значение яркости L поверхности хроматного покрытия 200 равно 65 или более, доля площади белой ржавчины (%) составляет более 50%. В таком случае коррозионная стойкость резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, уменьшается. С точки зрения эстетичности внешнего вида значение яркости L поверхности хроматного покрытия 200 предпочтительно составляет 45 или более. Верхний предел значения яркости L поверхности хроматного покрытия 200 предпочтительно составляет 63 и более предпочтительно 60. Нижний предел значения яркости L поверхности хроматного покрытия 200 предпочтительно составляет 48, более предпочтительно 50.

Значение яркости L поверхности хроматного покрытия 200 измеряется следующим образом. Изменение цветовых различий выполняется в соответствии со стандартом JIS Z 8730 (2009). В частности, вычисляется среднее значение двух измерений, выполняемых с использованием прибора CR-300 производства компании Konica Minolta Inc. Положениями измерения предпочтительно являются металлические уплотнительные части 32 и 42 или выступающие части 33 и 43. Область измерения устанавливается равной ϕ 10 мм. Цветовая система $L^*a^*b^*$ используется для числовых значений, а значение L, которое представляет собой степень яркости (значение яркости L), используется в качестве индекса.

Количество хроматного покрытия

Толщина, то есть количество хроматного покрытия 200, особенно не ограничивается. Количество хроматного покрытия 200 может составлять 10-300 мг/м², выраженное в значениях хрома. Когда количество хроматного покрытия 200 составляет 10 мг/м² или более, выраженное в значениях хрома, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, демонстрирует неизменно высокую коррозионную стойкость. Когда количество хроматного покрытия 200 составляет 300 мг/ или менее, выраженное в значениях хрома, образование дефектов, таких как воздушные зазоры в структуре хроматного покрытия 200, может быть подавлено. Таким образом, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, демонстрирует неизменно высокую коррозионную стойкость. Нижний предел (выраженное в значениях хрома) количества хроматного покрытия 200 более предпочтительно составляет 20 мг/м² и еще более предпочтительно 50 мг/м². Верхний предел (выраженное в значениях хрома) количества хроматного покрытия 200 более предпочтительно составляет 250 мг/м² и еще более предпочтительно 200 мг/м².

Количество хроматного покрытия 200 измеряется следующим способом. Тестовый образец, имеющий размер 5 мм × 20 мм, который включает в себя хроматное покрытие 200, вырезается из ниппеля 3 или муфты 4. Этот тестовый образец погружается в водный раствор, полученный посредством растворения 50 г цианистого натрия и 5 г гидроксида натрия в 1 л очищенной воды. Хроматное покрытие 200 тестового образца растворяется посредством пропускания через него тока с плотностью 15 А/дм² в течение

1 мин, чтобы выполнить катодный электролиз. Раствор хроматного покрытия 200 анализируется с использованием масс-спектрометра с индуктивно сопряженной плазмой (ICPMS-2030) производства компании Shimadzu Corporation.

Покрытие из смазочного материала

Как показано на фиг. 9, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, может дополнительно включать в себя покрытие из смазочного материала 300 на хроматном покрытии 200. Когда резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя покрытие 300 из смазочного материала, маслянистость резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, увеличивается.

Покрытие 300 из смазочного материала может быть твердым или может находиться в полутвердом или жидком состоянии. В качестве покрытия 300 из смазочного материала может использоваться коммерчески доступный смазочный материал. Покрытие 300 из смазочного материала содержит, например, смазочные частицы и связующее вещество. По мере необходимости покрытие 300 из смазочного материала может содержать растворитель и другие компоненты.

На смазочные частицы нет никаких конкретных ограничений, при условии, что они обладают маслянистостью. Смазочными частицами являются, например, один или более видов, выбираемых из группы, состоящей из частиц графита, MoS₂ (дисульфида молибдена), WS₂ (дисульфида вольфрама), BN (нитрида бора), PTFE (политетрафторэтилена), CF_x (фторида графита) и CaCO₃ (карбоната кальция).

Связующее вещество представляет собой, например, один или два вида, выбираемых из группы, состоящей из органического связующего вещества и неорганического связующего вещества. Органическое связующее вещество представляет собой, например, один или два вида, выбираемых из группы, состоящей из термореактивной смолы и термопластической смолы. Термореактивная смола представляет собой, например, один или более видов, выбираемых из группы, состоящей из полиэтиленовой смолы, полиимидной смолы и полиамидимидной смолы. Неорганическое связующее вещество представляет собой, например, один или два вида, выбираемых из группы, состоящей из соединений, содержащих связи силоксана и алкоксисилана.

Одним примером коммерчески доступного смазочного материала является Seal-Guard ECF (торговая марка) производства компании Jet-Lube LLC. Другие примеры покрытия 300 из смазочного материала включают в себя покрытие 300 из смазочного материала, содержащее канифоль, металлическое мыло, воск и порошок смазочного материала. Химический состав покрытия 300 из смазочного материала, которое формируется на ниппеле 3, и химический состав покрытия 300 из смазочного материала, которое формируется на муфте 4, могут быть одинаковыми или могут различаться.

Толщина покрытия 300 из смазочного материала особенно не ограничивается. Толщина покрытия 300 из смазочного материала находится, например, в диапазоне 10-100 мкм. Когда толщина покрытия 300 из смазочного материала составляет 10 мкм или более, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, демонстрирует неизменно высокую маслянистость. Если толщина покрытия 300 из смазочного материала будет больше чем 100 мкм, избыточное количество покрытия 300 из смазочного материала будет удалено во время скрепления и вышеупомянутый эффект будет насыщаться.

Толщина покрытия 300 из смазочного материала измеряется следующим способом. Подготавливается ниппель 3 или муфта 4, который включает в себя покрытие 300 из смазочного материала. Этот ниппель 3 или муфта 4 разрезается перпендикулярно к осевому направлению трубы. Поперечное сечение, включающее покрытие 300 из смазочного материала, наблюдается под микроскопом. Увеличение при наблюдении поперечного сечения под микроскопом составляет 500х. Посредством этого определяется толщина покрытия 300 из смазочного материала.

Основной материал резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности

Состав основного материала резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, особенно не ограничивается. Примеры основного материала включают в себя углеродистые стали, нержавеющие стали и легированные стали. Среди легированных сталей высоколегированные стали, такие как дуплексные нержавеющие стали, которые содержат такие легирующие элементы, как Cr, Ni и Mo, и никелевые стали, имеют высокую коррозионную стойкость. Следовательно, при использовании этих высоколегированных сталей в качестве основного материала резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, показывает повышенную коррозионную стойкость.

Способ производства

Способ производства резьбового соединения для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления включает в себя этап формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni и этап формирования хроматного покрытия. Этап формирования хроматного покрытия выполняется после этапа формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni.

Как было описано выше, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, включает в себя ниппель 3 и муфту 4. Ниппель 3 имеет контактную поверхность 34

ниппеля, которая включает в себя резьбовую часть 31 ниппеля. Муфта 4 имеет контактную поверхность 44 муфты, которая включает в себя резьбовую часть 41 муфты. Контактная поверхность 34 ниппеля может дополнительно включать в себя металлическую уплотнительную часть 32 ниппеля и выступающую часть 33 ниппеля. Контактная поверхность 44 муфты может дополнительно включать в себя металлическую уплотнительную часть 42 муфты и выступающую часть 43 муфты.

Этап формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni

На этапе формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni, состоящий из сплава Zn-Ni и примесей, формируется на по меньшей мере одной из контактной поверхности 34 ниппеля и контактной поверхности 44 муфты. Покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni формируется гальваническим методом (методом электрохимического осаждения). Указанный метод выполняется погружением по меньшей мере одной из контактной поверхности 34 ниппеля и контактной поверхности 44 муфты в раствор для металлизации, содержащий ионы цинка и ионы никеля, и пропусканием тока через соответствующую контактную поверхность. Раствор для металлизации предпочтительно содержит ионы цинка в количестве 1-100 г/л и ионы никеля в количестве 1-50 г/л. Условия гальваностегии могут быть установлены подходящим образом. Условиями гальваностегии являются, например, значение pH раствора для металлизации в диапазоне 1-10, температура раствора для металлизации 10-60°C, плотность тока 1-100 А/дм² и время обработки 0,1-30 мин.

Этап формирования хроматного покрытия

На этапе формирования хроматного покрытия хроматное покрытие 200 формируется на покрывающем слое 100 из сплава Zn-Ni. В настоящем варианте осуществления термин "хроматирование" относится к обработке, которая формирует покрытие, содержащее хромат трехвалентного хрома (хроматное покрытие 200). Хроматное покрытие 200, формируемое хроматированием, подавляет образование белой ржавчины на поверхности покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni. За счет этого резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, обладает повышенной коррозионной стойкостью.

Этап формирования хроматного покрытия включает в себя этап хроматирования и этап сушки. Этап сушки выполняется после этапа хроматирования.

Этап хроматирования

На этапе хроматирования выполняется хроматирование. При хроматировании контактная поверхность 34 ниппеля и/или контактная поверхность 44 муфты, на которой был сформирован покрывающий слой 100 из сплава Zn-Ni, погружается в раствор для хроматирования. Раствор для хроматирования содержит ионы трехвалентного хрома. Раствор для хроматирования может быть приготовлен, например, посредством растворения хлорида хрома (III) и сульфата хрома (III). В качестве раствора для хроматирования может использоваться коммерчески доступный раствор для хроматирования. Коммерчески доступным раствором для хроматирования является, например, DAIN Chromate TR-02 (торговая марка) производства компании Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. Температура раствора для хроматирования может быть, например, комнатной.

Этап сушки

На этапе сушки контактная поверхность 34 ниппеля и/или контактная поверхность 44 муфты подвергается сушке. При сушке контактная поверхность 34 ниппеля и/или контактная поверхность 44 муфты, которая была подвергнута хроматированию, немедленно после него промывается водой, а затем сушится. Сушка может выполняться посредством воздушонагревателя и т.п. Время сушки находится, например, в диапазоне 1-100 мин.

Условия обработки на этапе формирования хроматного покрытия удовлетворяют одному или более следующим условиям 1-3. В настоящем варианте осуществления, если какое-либо из этих условий удовлетворяется, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, показывает превосходную коррозионную стойкость. Этап формирования хроматного покрытия может удовлетворять двум из следующих условий или может удовлетворять всем следующим условиям.

Условие 1: Скорость перемешивания раствора для хроматирования на этапе хроматирования: линейная скорость равна 0,5 м/с или более;

Условие 2: Время хроматирования на этапе хроматирования: менее чем 50 с; и

Условие 3: Температура сушки на этапе сушки: 60°C или менее.

Условие 1: Скорость перемешивания раствора для хроматирования на этапе хроматирования: линейная скорость равна 0,5 м/с или более

Как показано на фиг. 2, когда скорость перемешивания раствора для хроматирования на этапе хроматирования соответствует линейной скорости 0,5 м/с или более, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, показывает превосходную коррозионную стойкость. Предпочтительно перемешивание раствора для хроматирования выполняется таким образом, чтобы максимально возможный поток жидкости возник в направлении нитей резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. Термин "направление нитей" относится к круговому направлению стальной трубы. В этом случае можно дополнительно подавить удержание обра-

зующегося при реакции газа во время хроматирования.

Нижний предел скорости перемешивания предпочтительно составляет 0,6 м/с, более предпочтительно 0,7 м/с и еще более предпочтительно 0,8 м/с. Хотя верхний предел скорости перемешивания особенно не ограничивается, он предпочтительно составляет 2,0 м/с, более предпочтительно 1,5 м/с и еще более предпочтительно 1,2 м/с.

Условие 2: Время хроматирования на этапе хроматирования: менее чем 50 с

Как показано на фиг. 3, когда время хроматирования на этапе хроматирования составляет менее 50 с, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, показывает превосходную коррозионную стойкость. Традиционно считалось, что чем больше количество хроматного покрытия, тем выше будет коррозионная стойкость обработанного материала. Следовательно, можно ожидать, что чем дольше выполняется хроматирование, тем выше будет коррозионная стойкость резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности. Однако малое время хроматирования, менее 50 с, является эффективным для увеличения коррозионной стойкости резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

Верхний предел времени хроматирования предпочтительно составляет 48 с, более предпочтительно 45 с и еще более предпочтительно 40 с. Хотя нижний предел времени хроматирования особенно не ограничивается, он предпочтительно составляет 5 с, более предпочтительно 8 с и еще более предпочтительно 10 с.

Условие 3: Температура сушки на этапе сушки: 60°C или менее

Как показано на фиг. 4, на этапе сушки, когда температура сушки составляет 60°C или менее, резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, показывает превосходную коррозионную стойкость. Соответственно, температура сушки на этапе сушки составляет 60°C или менее. Традиционно предпринимались попытки увеличения температуры сушки на этапе сушки после хроматирования, чтобы тем самым повысить эффективность производства. Если температура сушки является высокой, время, требуемое для завершения сушки, сокращается и эффективность производства тем самым увеличивается. Однако низкая температура сушки на этапе сушки, равная 60°C или менее, является эффективной для увеличения коррозионной стойкости резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности.

Верхний предел температуры сушки предпочтительно составляет 58°C, более предпочтительно 55°C и еще более предпочтительно 50°C. Хотя нижний предел температуры сушки особенно не ограничивается, он предпочтительно составляет 20°C, более предпочтительно 25°C и еще более предпочтительно 30°C.

Резьбовое соединение для применяемых в нефтяной промышленности труб настоящего варианта осуществления может быть произведено посредством выполнения вышеописанных этапов.

Этап погружения без перемешивания

В вышеупомянутом способе производства этап формирования хроматного покрытия может удовлетворять по меньшей мере вышеупомянутому условию 1 и способ производства может дополнительно включать в себя этап погружения без перемешивания. Этап погружения без перемешивания выполняется после этапа хроматирования и перед этапом сушки.

Традиционно формирование хроматного покрытия 200 выполнялось посредством погружения обрабатываемого материала в раствор для хроматирования. Однако может быть предусмотрен этап, на котором раствор для хроматирования перемешивается, а затем перемешивание останавливается и обрабатываемый материал погружается в него. За счет этого на начальном этапе, когда раствор для хроматирования перемешивается, формируется хроматное покрытие 200 с мелкими зернами и коэффициент покрытия хроматным покрытием 200 увеличивается. Затем, посредством погружения обрабатываемого материала без выполнения перемешивания эффективно получается хроматное покрытие 200 с достаточным количеством покрытия при сохранении высокого коэффициента покрытия.

Поскольку этап формирования хроматного покрытия удовлетворяет вышеупомянутому условию 1, скорость перемешивания раствора для хроматирования на этапе хроматирования составляет 0,5 м/с или более. Этап погружения без перемешивания выполняется после этапа хроматирования. На этапе погружения без перемешивания контактная поверхность 34 ниппеля и/или контактная поверхность 44 муфты погружается в раствор для хроматирования на некоторый период времени, в то время как перемешивание раствора для хроматирования останавливается. На этапе погружения без перемешивания достаточно погружать контактную поверхность 34 ниппеля и/или контактную поверхность 44 муфты в тот же самый раствор для хроматирования, который использовался на этапе хроматирования, непрерывным образом после этапа хроматирования. Этап погружения без перемешивания может быть выполнен посредством остановки перемешивания после этапа хроматирования.

На этапе погружения без перемешивания контактная поверхность 34 ниппеля и/или контактная поверхность 44 муфты погружается на некоторый период времени. Здесь некоторый период времени означает произвольный период времени. Время погружения на этапе погружения без перемешивания находится, например, в диапазоне 10-100 с. Нижний предел времени погружения на этапе погружения без

перемешивания предпочтительно составляет 15 с, более предпочтительно 20 с и еще более предпочтительно 30 с. Верхний предел времени погружения на этапе погружения без перемешивания предпочтительно составляет 80 с, более предпочтительно 70 с и еще более предпочтительно 60 с.

Этап подготовки поверхности

По мере необходимости способ производства настоящего варианта осуществления может включать в себя этап подготовки поверхности перед этапом формирования покрывающего слоя 100 из сплава Zn-Ni. Этап подготовки поверхности включает в себя, например, травление и щелочное обезжиривание. На этапе подготовки поверхности удаляется масло и т.п., прилипшее к контактной поверхности. Этап подготовки поверхности может дополнительно включать в себя процесс шлифования, такой как пескоструйная обработка, и финишного шлифования механическим способом. Может выполняться только один вид подготовки поверхности или множество видов подготовки поверхности может выполняться в комбинации.

Этап формирования покрытия

Этап формирования покрытия может быть выполнена после формирования вышеупомянутого хроматного покрытия 200. На этапе формирования покрытия покрытие 300 из смазочного материала формируется на хроматном покрытии 200.

Покрытие 300 из смазочного материала может быть сформировано посредством нанесения композиции или смазочного материала, содержащего компоненты вышеупомянутого покрытия 300 из смазочного материала, на вышеупомянутое хроматное покрытие 200. Способ нанесения особенно не ограничивается. Примеры способа нанесения включают в себя нанесение покрытия распылением, нанесение кистью и погружение. При использовании нанесения покрытия распылением композиция или смазочный материал могут быть нагреты, а затем распылены в состоянии с увеличенной текучестью. Хотя покрытие 300 из смазочного материала может быть сформировано на одной части контактной поверхности 34 и/или 44, предпочтительно равномерно формировать покрытие 300 из смазочного материала на всей контактной поверхности 34 и/или 44. Этап формирования покрытия может быть выполнен на обоих из ниппеля 3 и муфты 4 или может быть выполнен только на ниппеле 3 или муфте 4.

Пример

Ниже будет описан один пример. Символ % в примере означает массовый процент.

В настоящем примере использовались коммерчески доступные пластины холоднокатаной стали, исходя из предположения об использовании в качестве основного материала для резьбового соединения. Каждая пластина холоднокатаной стали имела размеры 150 мм в длину × 100 мм в ширину (покрытая металлом поверхность: 100 мм в длину × 100 мм в ширину). Сталь была ультранизкоуглеродистой сталью. Химический состав стальной пластины содержал: С 0,19 мас.%, Si 0,25 мас.%, Mn 0,8 мас.%, P 0,02 мас.%, S 0,01 мас.%, Cu 0,04 мас.%, М 0,1 мас.%, Cr 13 мас.% и Мо 0,04 мас.%, с остатком из железа и примесей.

Этап формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni

Слой металлизации был сформирован на пластине холоднокатаной стали каждого теста. Формирование покрывающего слоя из сплава Zn-Ni проводилось гальваническим способом. Используемым раствором для металлизации был DAIN Zin alloy N-PL (торговая марка) производства компании Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. Этот раствор перемешивался посредством циркуляции с использованием насоса. Скорость перемешивания раствора для металлизации устанавливалась так, чтобы линейная скорость раствора для металлизации составляла 0,5 м/с. Плотность тока металлизации устанавливалась равной 6 А/дм². Время металлизации устанавливалось равным 345 с. Толщина полученного покрывающего слоя из сплава Zn-Ni составила приблизительно 8 мкм. Процентное содержание Ni в полученном покрывающем слое из сплава Zn-Ni составило приблизительно 13%.

Этап формирования хроматного покрытия

Этап хроматирования

Хроматное покрытие было сформировано на покрывающем слое из сплава Zn-Ni. Формирование хроматного покрытия выполнялось с помощью хроматирования. Используемым раствором для хроматирования был DAIN Chromate TR-02 (торговая марка) производства компании Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. В тех случаях, когда раствор для хроматирования перемешивался, он перемешивался посредством циркуляции с использованием насоса. Скорости перемешивания раствора для хроматирования и время хроматирования показаны в таблице. В таблице значение в столбце "Скорость перемешивания раствора для хроматирования (м/с)" представляет собой скорость перемешивания раствора для хроматирования, выраженную в терминах его линейной скорости, и представляет собой величину циркуляции в том случае, когда раствор для хроматирования циркулирует с помощью насоса.

Этап сушки

После хроматирования обрабатываемый материал был немедленно промыт очищенной водой, а затем высушен посредством воздушонагревателя. На этапе сушки установленная температура воздушонагревателя находилась в диапазоне 50-90°C, а время сушки находилось в диапазоне 5-15 мин. Условия для этапа сушки каждого теста показаны в таблице.

Этап погружения без перемешивания

В тесте № 15 и в тесте № 16 этап погружения без перемешивания выполнялся как было описано выше. Соответствующие времена погружения на этапе погружения без перемешивания показаны в таблице.

№ теста	Этап хроматирования		Этап погружения без перемешивания		Этап сушки		Покрытие хроматом		Доля площади белой ржавчины (%) после теста на стойкость к воздействию солевого тумана		
	Скорость перемешивания раствора для хроматирования (м/с)	Время хроматирования (с)	Скорость перемешивания раствора для хроматирования (м/с)	Время погружения (с)	Температура (°С)	Время (мин)	Значение яркости L	Количество покрытия из Cr ²	Через 300 час	Через 528 час	Через 1008 час
1	0,2	30	—	—	90	15	56,2	—	25	—	—
2	0,2	60	—	—	50	15	58,6	—	25	—	—
3	0,2	60	—	—	70	15	66,1	—	80	—	—
4	0,2	60	—	—	90	5	66,4	—	85	—	—
5	0,2	60	—	—	90	10	66,7	—	97	—	—
6	0,2	60	—	—	90	15	67,7	—	95	—	—
7	0,2	90	—	—	90	15	69,6	—	95	—	—
8	0,5	60	—	—	90	15	64,3	—	45	—	—
9	0,8	60	—	—	90	15	61,3	—	40	—	—
10	0	30	—	—	90	15	63,0	36,7	10	25	45
11	0,6	30	—	—	90	15	63,4	69,3	5	20	70
12	1,2	30	—	—	90	15	59,1	67,2	5	15	55
13	1,2	60	—	—	90	15	59,4	61,1	25	50	75
14	1,2	120	—	—	90	15	61,5	77,4	3	15	45
15	0,6	15	0	30	90	15	60,2	53,0	15	30	50
16	0,6	15	0	60	90	15	61,2	59,1	25	40	95

Тест измерения яркости L

Значение яркости L каждой поверхности, покрытой хроматом, была измерена описанным выше способом. Результаты показаны в таблице.

Тест для измерения количества хроматного покрытия

Для тестов № 10-16 количество хроматного покрытия (выраженное в пересчете на хром) было измерено описанным выше способом. Результаты показаны в столбце "Количество покрытия из Cr" таблицы. Следует отметить, что в таблице "-" для тестов № 1-9 означает, что количество покрытия из Cr не

измерялось и не означает, что Сг не был обнаружен.

Тест коррозионной стойкости

Коррозионная стойкость оценивалась посредством доли площади белой ржавчины (%) после 300 час. теста на стойкость к воздействию солевого тумана (SST). Определение стойкости к воздействию солевого тумана выполнялось для тестов № 1-16. Размер тестового образца составлял 70 мм × 150 мм, а толщина - 1 мм. Определение стойкости к воздействию солевого тумана проводилось на основе способа, описанного в стандарте JIS Z 2371 (2015). Тест проводился с использованием 5%-го соляного раствора в атмосфере с температурой 35°C. Интервал времени распыления соли был равен 300 ч. Части, в которых белая ржавчина образовалась на поверхности каждого тестового образца, идентифицировались визуальным осмотром, и их площади были измерены. Отношение площади тех частей, в которых образовалась белая ржавчина, ко всей поверхности тестового образца принималось в качестве доли площади белой ржавчины (%). Результаты показаны в таблице. В тестах № 10-16 определение стойкости к воздействию солевого тумана дополнительно проводилось в течение 528 ч и 1008 ч. Результаты показаны в таблице. Следует отметить, что в тестах № 1-9 определение стойкости к воздействию солевого тумана выполнялось в течение 300 ч. Следовательно, в таблице "-" для тестов № 1-9 означает, что доля площади белой ржавчины (%) не измерялась.

Результаты оценки

Как показано в таблице, в тестах № 1, 2 и 8-16 на этапе хроматирования удовлетворялись одно или более из условий 1-3. Следовательно, значение L было менее чем 65. В результате эти тестовые образцы имели превосходную коррозионную стойкость, и доля площади белой ржавчины была менее чем 50%.

В отличие от этого в тестах № 3-7 ни одно из условий 1-3 не удовлетворялось. Следовательно, значение L было не меньше чем 65. В результате коррозионная стойкость была недостаточной, и доля площади белой ржавчины была равна 50% или более.

Один вариант осуществления настоящего изобретения был описан выше. Однако вышеописанный вариант осуществления является просто примером для осуществления настоящего изобретения. Соответственно, настоящее изобретение не ограничивается вышеописанным вариантом осуществления, и вышеописанный вариант осуществления может быть подходящим образом модифицирован внутри диапазона, который не отклоняется от сути настоящего изобретения.

Список ссылочных обозначений

- 1: Стальная труба
- 2: Соединение
- 3: Ниппель
- 31: Резьбовая часть ниппеля
- 32: Металлическая уплотнительная часть ниппеля
- 33: Выступающая часть ниппеля
- 34: Контактная поверхность ниппеля
- 4: Муфта
- 41: Резьбовая часть муфты
- 42: Металлическая уплотнительная часть муфты
- 43: Выступающая часть муфты
- 44: Контактная поверхность муфты
- 100: Покрывающий слой из сплава Zn-Ni
- 200: Хроматное покрытие
- 300: Покрытие из смазочного материала

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ производства резьбового соединения для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, которое содержит ниппель, имеющий контактную поверхность ниппеля, включающую в себя резьбовую часть ниппеля, и муфту, имеющую контактную поверхность муфты, включающую в себя резьбовую часть муфты, при этом способ включает в себя:

этап формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni, на котором погружают по меньшей мере одно из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты в раствор для металлизации, содержащий ионы цинка и ионы никеля, и формируют покрывающий слой из сплава Zn-Ni, состоящего из сплава Zn-Ni и примесей, на по меньшей мере одной из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты гальваническим методом; и

этап формирования хроматного покрытия, имеющего значение яркости L поверхности 45 или более и менее 65, на покрывающем слое из сплава Zn-Ni после этапа формирования покрывающего слоя из сплава Zn-Ni,

при этом этап формирования хроматного покрытия включает в себя:

этап хроматирования, на котором погружают контактную поверхность ниппеля и/или контактную поверхность муфты, имеющую сформированный на ней покрывающий слой из сплава Zn-Ni, в раствор

для хромирования, содержащий ионы хрома, для выполнения хромирования; и

этап сушки контактной поверхности ниппеля и/или контактной поверхности муфты после этапа хромирования,

причем этап формирования хроматного покрытия удовлетворяет одному или более условиям, выбранным из условий 1-3:

условие 1: скорость перемешивания раствора для хромирования на этапе хромирования: линейная скорость составляет от 0,5 до 2,0 м/с;

условие 2: время хромирования на этапе хромирования: 5 с или более и менее чем 50 с; и

условие 3: температура сушки на этапе сушки: 20-60°C.

2. Способ по п.1, в котором

этап формирования хроматного покрытия удовлетворяет по меньшей мере условию 1, и

этап формирования хроматного покрытия дополнительно включает в себя после этапа хромирования и перед этапом сушки этап погружения без перемешивания, на котором погружают контактную поверхность ниппеля и/или контактную поверхность муфты в раствор для хромирования на некоторый период времени, в то время как перемешивание раствора для хромирования остановлено.

3. Способ по п.1 или 2, в котором контактная поверхность ниппеля дополнительно содержит металлическую уплотнительную часть ниппеля и выступающую часть ниппеля, а контактная поверхность муфты дополнительно содержит металлическую уплотнительную часть муфты и выступающую часть муфты.

4. Резьбовое соединение для трубных изделий, применяемых в нефтяной промышленности, содержащее

ниппель, имеющий контактную поверхность ниппеля, включающую в себя резьбовую часть ниппеля;

муфту, имеющую контактную поверхность муфты, включающую в себя резьбовую часть муфты;

покрывающий слой из сплава Zn-Ni, состоящий из сплава Zn-Ni и примесей, на по меньшей мере одной из контактной поверхности ниппеля и контактной поверхности муфты; и

хроматное покрытие на покрывающем слое из сплава Zn-Ni,

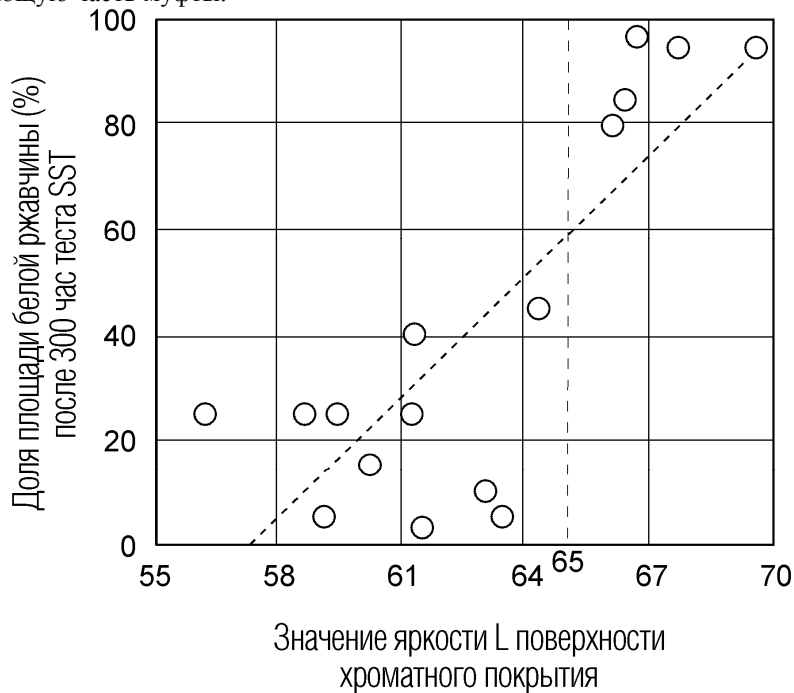
причем значение яркости L поверхности хроматного покрытия составляет 45 или более и менее 65.

5. Резьбовое соединение по п.4, в котором количество хроматного покрытия может составлять 10-300 мг/м², выраженное в значениях хрома.

6. Резьбовое соединение по п.4 или 5, в котором

контактная поверхность ниппеля дополнительно содержит металлическую уплотнительную часть ниппеля и выступающую часть ниппеля; и

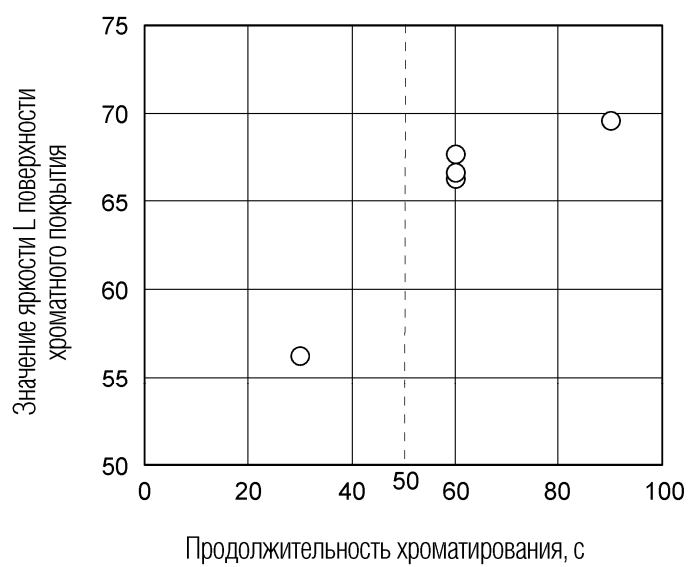
контактная поверхность муфты дополнительно содержит металлическую уплотнительную часть муфты и выступающую часть муфты.



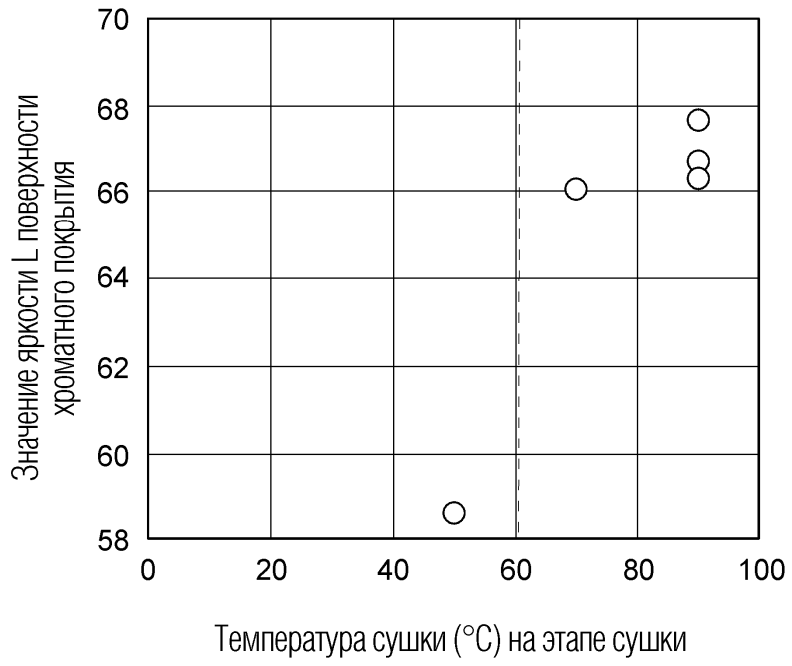
Фиг. 1



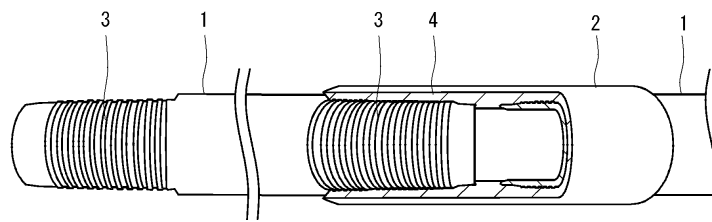
Фиг. 2



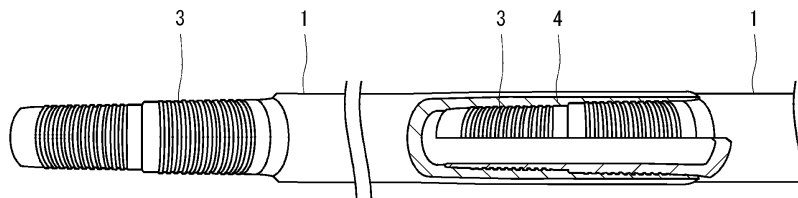
Фиг. 3



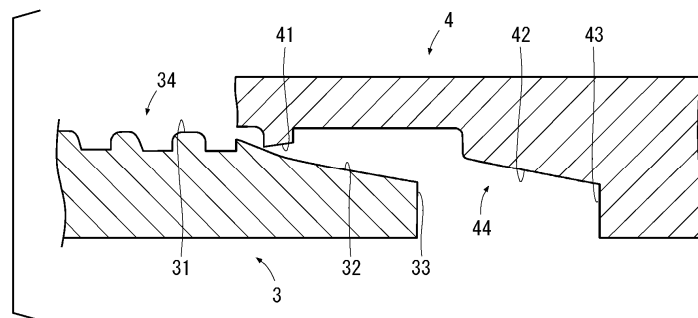
Фиг. 4



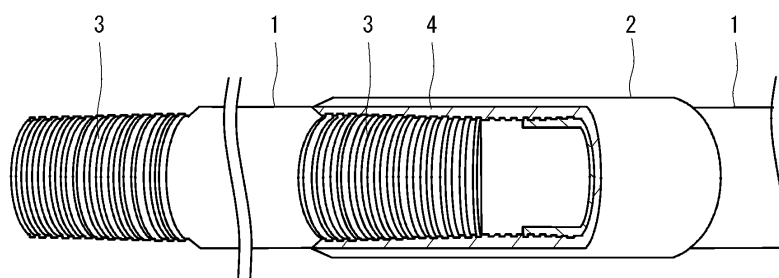
Фиг. 5



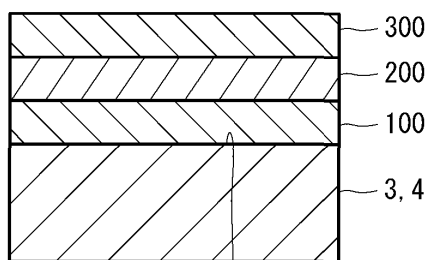
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



34, 44

Фиг. 9

