



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **126432** (13) **C2**
(51) МПК (2022.01)

C10N 30/00 (2006.01)
C10N 30/06 (2006.01)
C10N 40/00 (2006.01)
C23C 28/00
C10M 117/02 (2006.01)
C10M 125/02 (2006.01)
C10M 143/06 (2006.01)
C10M 147/02 (2006.01)
C10M 159/06 (2006.01)
C10M 159/20 (2006.01)
C23C 26/00
F16L 15/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2021 04315	(72) Винахідник(и):	Гото Кунію (JP), Абе Томока (JP)
(22) Дата подання заявки:	25.12.2019	(73) Володілець (володільці):	НІППОН СТІЛ КОРПОРЕЙШН, 6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071, Japan (JP), ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС, 54, rue Anatole France, Aulnoye-Aymeries 59620, France (FR)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	29.09.2022	(74) Представник:	Пляченко Тетяна Володимирівна, реєстр. №418
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2019-000871	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 95926 C2, 26.09.2011 UA 1096617 C2, 10.09.2015 UA 96988 C2, 26.12.2011 UA 74590 C2, 15.01.2006 UA 105334 C2, 25.04.2014 EA 017703 B1, 28.02.2013 RU 2647282 C1, 15.03.2018 RU 2604526 C2, 10.12.2016 JP 2008093713 A, 24.04.2008 JP 2002220596 A, 09.08.2002
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	07.01.2019		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	JP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	20.10.2021, Бюл.№ 42		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	28.09.2022, Бюл.№ 39		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/JP2019/050986, 25.12.2019		

(54) КОМПОЗИЦІЯ ТА РІЗЬБОВЕ З'ЄДНАННЯ ТРУБ, ЩО МІСТИТЬ ШАР МАСТИЛЬНОГО ПОКРИТТЯ, СФОРМОВАНОГО З КОМПОЗИЦІЇ

(57) Реферат:

У даному винаході запропонована композиція для отримання різьбового з'єднання труб, що має високу стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і відмінну характеристику високого крутного моменту, і різьбове з'єднання труб, що містить шар мастильного покриття,

UA 126432 C2

який сформований з композиції і має високу стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і відмінну характеристику високого крутного моменту. Композиція згідно з цим винаходом являє собою композицію для формування шару (21) мастильного покриття на різьбовому з'єднанні труб або поверх нього і містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти. Різьбове з'єднання труб згідно з цим винаходом містить ніпель (3), що має контактну поверхню (34) з боку ніпеля, що містить різьбову ділянку з боку ніпеля; муфту (4), що має контактну поверхню (44) з боку муфти, що містить різьбову ділянку з боку муфти; і шар (21) мастильного покриття, утворений вищезгаданою композицією, як крайній зовнішній шар на контактній поверхні (34) з боку ніпеля і/або контактній поверхні (44) з боку муфти або поверх неї.

Галузь техніки

Цей винахід відноситься до композиції та різьбового з'єднання труб, що містить шар мастильного покриття, сформованого з композиції.

Попередній рівень техніки

5 Трубні вироби нафтопромислового сортаменту використовуються для буріння на родовищах нафти і природного газу. Трубні вироби нафтопромислового сортаменту виконують шляхом з'єднання декількох сталевих труб відповідно до глибини свердловини. З'єднання сталевих труб виконують шляхом згвинчування різьбових з'єднань труб, виконаних на кінцях сталевих труб.

10 Конструкція ніпель-муфта, утворена елементом, що зветься "ніпель", і елементом, що зветься "муфта", може служити прикладом типового різьбового з'єднання труб, що застосовується для згвинчування трубних виробів нафтопромислового сортаменту. Ніпель містить різьбову ділянку з боку ніпеля, виконану на зовнішній периферійній поверхні кінцевої частини сталеві труби. Ніпель може також містити ділянку металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянку упору з боку ніпеля. Муфта містить різьбову ділянку з боку муфти, виконану на внутрішній периферійній поверхні кінцевої частини сталеві труби. Муфта може також містити 15 ділянку металевого ущільнення з боку муфти і ділянку упору з боку муфти. При згвинчуванні сталевих труб різьбова ділянка з боку ніпеля і різьбова ділянка з боку муфти входять в контакт одна з одною. Якщо різьбові з'єднання труб містять ділянки металевого ущільнення і ділянки упору, при згвинчуванні ділянки металевого ущільнення входять в контакт одна з одною, так само як і ділянки упору.

20 У процесі опускання трубних виробів нафтопромислового сортаменту трубні вироби нафтопромислового сортаменту можуть бути знову підняті з свердловини з різних причин, наприклад, через виникнення деяких несправностей. Різьбове з'єднання труб, яке раніше було згвинчено, при цьому може бути розгвинчено, а потім знову згвинчено і опущено в нафтову свердловину. Різьбові ділянки, ділянки металевого ущільнення і ділянки упору ніпеля і муфти регулярно відчують сильне тертя під час згвинчування і розгвинчування сталевих труб. Якщо 25 ці ділянки не достатньо стійкі до тертя, під час повторного згвинчування і розгвинчування відбудеться утворення поверхневого пошкодження різьби (непереборного поверхневого пошкодження різьби). Отже, різьбові з'єднання труб повинні мати достатню стійкість до тертя, тобто високу стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби.

30 В рівні техніки для поліпшення стійкості до утворення поверхневого пошкодження різьби і газонепроникності різьбових з'єднань труб використовують в'язке рідке мастило (консистентне мастило), що містить порошки важких металів і зветься "присадкою" або "компаундним консистентним мастилом". Компаундне консистентне мастило наносять на контактні поверхні 35 різьбових з'єднань (тобто на різьбові ділянки або в разі, коли різьбове з'єднання труб має ділянки металевого ущільнення і ділянки упору, на ділянки з різьбою, ділянки металевого ущільнення і ділянки упору). Приклади компаундного мастила вказані в стандартах API BUL 5A2.

40 Однак важкі метали, такі як Pb, що містяться в компаундних консистентних мастилах, можуть впливати на навколишнє середовище. З цієї причини для заміни компаундних консистентних мастил в якості нових мастильних матеріалів були запропоновані різні мастильні покриття.

45 У публікації міжнародної заявки № 2009/057754 (патентний документ 1) і публікації міжнародної заявки № 2014/024755 (патентний документ 2) запропоновані композиції для формування шару мастильного покриття, що володіє високою стійкістю до утворення поверхневого пошкодження різьби і не містить важких металів, здатних впливати на навколишнє середовище.

50 Композиція для формування мастильного покриття в різьбовому з'єднанні труб, що описана в патентному документі 1, містить каніфоль і / або фторид кальцію і металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти. Оскільки ця композиція для формування мастильного покриття, по суті, не містить шкідливих важких металів, зокрема свинцю, вплив на навколишнє середовище вкрай невеликий. Крім того, мастильне покриття, утворене цією композицією, також володіє чудовими антикорозійними властивостями і пригнічує виникнення іржі під час зберігання різьбового з'єднання труб. У патентному документі 1 описано, що, 55 відповідно, навіть при циклічному згвинчуванні і розгвинчуванні різьбове з'єднання труб зберігає змащувальну функцію, і газонепроникність може бути забезпечена після згвинчування.

60 Композиція для формування мастильного покриття на різьбовому з'єднанні труб або поверх нього, що розкрита в патентному документі 2, містить ціанурат меламіну, основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти і один або кілька типів матеріалу, вибраного з групи, що складається з матеріалу на основі соснової смоли, воску, металевого мила і мастильного

порошку. У патентному документі 2 описано, що за рахунок формування мастильного покриття з використанням цієї композиції запобігається виникнення іржі в різьбовому з'єднанні труб, різьбове з'єднання труб зберігає змащувальну функцію навіть при циклічному згинчуванні і розгинчуванні, і газонепроникність може бути забезпечена після згинчування.

5 Список протиставлених матеріалів

Патентна література

Патентний документ 1: Публікація міжнародної заявки № 2009/057754

Патентний документ 2: Публікація міжнародної заявки № 2014/024755

Сутність винаходу

10 Технічна задача

У зв'язку з цим, при згинчуванні різьбового з'єднання труб, крутний момент при завершенні згинчування (далі іменований "крутний момент затягування") призначають таким чином, щоб досягти достатнього тиску ущільнення між поверхнями незалежно від величини натягу різьби. На завершальній стадії згинчування збільшується тиск між поверхнями витків різьби. Якщо крутний момент стабільно збільшується без утворення поверхневого пошкодження різьби навіть в разі високого тиску між поверхнями, регулювання крутного моменту затягування спрощується. Отже, різьбові з'єднання труб повинні мати характеристику, що забезпечує стабільне збільшення крутного моменту навіть при високому тиску між поверхнями. Надалі цю характеристику називають "характеристикою високого крутного моменту".

20 В разі різьбового з'єднання труб з упорами характеристика високого крутного моменту визначається як характеристика, що підтримує швидкість збільшення крутного моменту відразу після упору в діапазоні, в якому кількість оборотів сталеві труби перевищує крутний момент упору на діаграмі крутного моменту, що відображає співвідношення між числом оборотів сталеві труби і крутним моментом під час згинчування. У разі різьбового з'єднання труб з упорами характеристику високого крутного моменту можна виразити як крутний момент при опорі упору $\Delta T'$.

25 Якщо різьбове з'єднання труб має упори, під час згинчування ділянки упорів ніпеля і муфти входять в контакт одна з одною. Виникаючий в цей час крутний момент називають "крутним моментом упору". При згинчуванні різьбового з'єднання труб згинчування продовжують після досягнення крутного моменту упору аж до завершення. Це підвищує газонепроникність різьбового з'єднання труб. При надмірному згинчуванні починається пластична деформація металу ніпеля і / або муфти. Виникаючий в цей час крутний момент називають "крутним моментом на межі текучості". Під "крутним моментом при опорі упору $\Delta T'$ " розуміють різницю між вищезгаданим крутним моментом упору і вищезгаданим крутним моментом на межі текучості.

35 Якщо різьбове з'єднання труб має упори, то регулювання крутного моменту затягування буде простим при високому крутному моменті при опорі упору $\Delta T'$. Навіть якщо різьбове з'єднання труб не має ділянок упору, регулювання крутного моменту затягування буде простим, поки крутний момент стабільно збільшується при високому тиску між поверхнями.

40 Мастильне покриття, що підвищує стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і полегшує регулювання крутного моменту затягування, може бути реалізовано за допомогою композицій, розкритих в патентному документі 1 і патентному документі 2. Однак переважно мати можливість отримання високої стійкості до утворення поверхневого пошкодження різьби і характеристики високого крутного моменту за допомогою іншої композиції і мастильного покриття.

45 Метою даного винаходу є створення композиції для отримання різьбового з'єднання труб, що володіє високою стійкістю до утворення поверхневого пошкодження різьби і відмінною характеристикою високого крутного моменту, і різьбового з'єднання труб, що містить шар мастильного покриття, який утворений композицією і володіє високою стійкістю до утворення поверхневого пошкодження різьби і відмінною характеристикою високого крутного моменту.

Рішення задачі

Композиція відповідно до даного винаходу являє собою композицію для формування шару мастильного покриття на різьбовому з'єднанні труб або поверх нього, що містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти.

55 Різьбове з'єднання труб відповідно до даного винаходу містить ніпель, що має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить різьбову ділянку з боку ніпеля; муфту, що має відповідно до даного винаходу контактну поверхню з боку муфти, яка містить різьбову ділянку з боку муфти; і шар мастильного покриття, сформований з вищезгаданої композиції, у якості крайнього зовнішнього шару на контактній поверхні з боку ніпеля і / або контактній поверхні з боку муфти або поверх цієї поверхні.

Корисні ефекти винаходу

Різьбове з'єднання труб відповідно до даного винаходу містить, в якості крайнього зовнішнього шару, шар мастильного покриття, що містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти. Отже, різьбове з'єднання труб, відповідно до даного винаходу, відрізняється високою стійкістю до утворення поверхневого пошкодження різьби навіть при повторному згинчуванні. Різьбове з'єднання труб, відповідно до даного винаходу, також демонструє відмінну характеристики високого крутного моменту.

Короткий опис креслень

На Фіг. 1 зображено графік, який ілюструє співвідношення між кількістю оборотів сталевих труб і крутним моментом під час згинчування різьбового з'єднання труб, що містить ділянку упору.

На Фіг. 2 зображений графік, який ілюструє результати випробування Фалекса з використанням композицій з випробування № 9 і випробування № 11 в якості прикладу.

На Фіг. 3 показано взаємозв'язок між вмістом (у вагових%) поліізобутилену в шарі мастильного покриття і крутним моментом при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення).

На Фіг. 4 показано взаємозв'язок між вмістом (у вагових%) поліізобутилену в шарі мастильного покриття і стійкістю до утворення поверхневого пошкодження різьби.

На Фіг. 5 наведено вид, який ілюструє конфігурацію різьбового з'єднання муфтового типу труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу.

На Фіг. 6 наведено вид, який ілюструє конфігурацію різьбового з'єднання внутрішнього (безмуфтового) типу труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу.

На Фіг. 7 наведено вид в розрізі різьбового з'єднання труб.

На Фіг. 8 наведено вид, який ілюструє конструкцію різьбового з'єднання труб без ділянки металевого ущільнення і упору згідно з прикладом здійснення даного винаходу.

На Фіг. 9 наведено вид в розрізі різьбового з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу.

На Фіг. 10 наведено вид в розрізі різьбового з'єднання труб згідно з іншим прикладом здійснення винаходу, що відрізняється від показаного на Фіг. 9.

На Фіг. 11 наведено вид в розрізі різьбового з'єднання труб згідно з іншим прикладом здійснення винаходу, що відрізняється від показаного на Фіг. 9 і Фіг. 10.

На Фіг. 12 зображено графік для опису крутного моменту при опорі упору $\Delta T'$, у якості прикладу.

Опис прикладів здійснення винаходу

Далі буде детально розкритий приклад здійснення даного винаходу з посиланням на креслення. На кресленнях будуть використовуватися однакові посилальні позначення для однакових або схожих деталей, і їхній опис не буде повторюватися.

Автори винаходу провели різні дослідження, що стосуються взаємозв'язку між композицією для формування шару мастильного покриття різьбового з'єднання труб і стійкістю до утворення поверхневого пошкодження різьби і характеристикою високого крутного моменту загвинчування труб. У підсумку автори винаходу отримали результати, описані нижче.

При згинчуванні сталевих труб між собою заздалегідь визначають оптимальний крутний момент по завершенні згинчування. На Фіг. 1 зображено графік, який ілюструє співвідношення між кількістю оборотів сталевих труб і крутним моментом під час згинчування різьбових з'єднань труб, що містять ділянку упору. Фіг. 1 також називають "діаграмою моментів зтягування". Як показано на Фіг. 1, згинчування різьбових з'єднань труб спочатку збільшує крутний момент пропорційно кількості оборотів. Швидкість збільшення крутного моменту в цей час невисока. По мірі продовження згинчування ділянки упору входять в контакт одна з одною. Виникаючий в цей час крутний момент називають "крутним моментом упору". Після досягнення крутного моменту упору при продовженні згинчування крутний момент знову збільшується пропорційно кількості оборотів. Швидкість збільшення крутного моменту в цей час вище, ніж перед досягненням крутного моменту упору. Згинчування завершується в момент часу, коли крутний момент досягає заздалегідь заданого числового значення (крутного моменту зтягування).

Якщо крутний момент під час згинчування досягає рівня крутного моменту зтягування, ділянки металевих ущільнень взаємодіють одна з одною з відповідним тиском між поверхнями. В цьому випадку газонепроникність різьбових з'єднань труб підвищується. Крім того, в нафтовій свердловині різьбове з'єднання відчуває високу напругу стиснення і високу напругу вигину. Для гарантії того, що зтягування різьбового з'єднання труб не ослабне при таких навантаженнях, необхідно, щоб різьбове з'єднання труб було згинчено з досить великим крутним моментом (відповідним крутним моментом зтягування).

Якщо згвинчування буде продовжено після досягнення крутного моменту затягування, крутний момент стане занадто великим. Якщо крутний момент стає занадто великим, ділянка ніпеля і муфти піддається пластичній деформації. Крутний момент в цей час називають "крутним моментом на межі текучості". Великий крутний момент при опорі упору $\Delta T'$, що представляє собою різницю між крутним моментом упору і крутним моментом на межі текучості, дозволяє забезпечити запас щодо діапазону крутного моменту затягування. Це спрощує регулювання крутного моменту затягування. Отже, більше значення крутного моменту при опорі упору $\Delta T'$ є переважним.

Щоб збільшити крутний момент при опорі упору $\Delta T'$, корисно знизити крутний момент упору або збільшити крутний момент на межі текучості. Однак, навіть якщо композиція шару мастильного покриття змінюється так, що коефіцієнт тертя просто збільшується або зменшується, в цілому крутний момент упору і крутний момент на межі текучості поведуться однаково. Наприклад, якщо коефіцієнт тертя шару мастильного покриття збільшується при підвищенні крутного моменту на межі текучості, крутний момент упору також збільшується (це називається "високим упором"). В результаті, в деяких випадках навіть після досягнення заздалегідь заданого крутного моменту затягування ділянки упорів не стикаються, і згвинчування не закінчується (це називається "відсутністю упору"). І навпаки, якщо коефіцієнт тертя шару мастильного покриття зменшується при зниженні крутного моменту упору, крутний момент на межі текучості також зменшується. Отже, в деяких випадках ділянка упору або ділянка ущільнення виходить на низький крутний момент затягування, і згвинчування при високому крутному моменті затягування виявляється неможливим.

У результаті інтенсивних досліджень автори даного винаходу прийшли до раніше невідомого висновку про те, що вміст поліізобутилену в шарі мастильного покриття дозволяє збільшити крутний момент на межі текучості при збереженні крутного моменту упору на рівні, що відповідає звичайному значенню, а крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ може бути збільшений. Цей момент буде докладно описаний з посиланням на креслення.

На Фіг. 2 зображений графік, який ілюструє результати, отримані при виконанні випробування Фалекса з використанням композицій, показаних у випробуванні № 9 і випробуванні № 11 в якості прикладу. Випробування Фалекса являє собою випробування, в якому ніпель, що обертається, з виїмкою вставляють між двома V-подібними блоками і при цьому вимірюють прикладене до блоків навантаження і створюваний при прикладенні навантаження момент тертя. Спосіб вимірювання навантаження, що викликає утворення поверхневого пошкодження різьби, за допомогою випробування Фалекса визначено, наприклад, в стандарті ASTM D 3233. На Фіг.2 представлений лінійний графік, який для випадків, в яких композиція з випробування № 9 або № 11 була нанесена на поверхню ніпеля з виїмкою, і ніпель з виїмкою обертася, показує результати, отримані шляхом вимірювання прикладеного до блоків навантаження і моменту тертя, що виникає між ніпелем, що обертається, з виїмкою і V-подібними блоками. Ордината на Фіг. 2 відображає момент тертя. Абсциса на Фіг. 2 відображає прикладене до блоків навантаження.

Як показано на Фіг. 2, в діапазоні деякої протяжності від стану низького навантаження крутний момент збільшувався аналогічним чином для випадку, коли використовувалася композиція з випробування № 9, і для випадку, коли використовувалася композиція з випробування № 11. Однак в разі, коли використовувалася композиція з випробування № 11, яка не містила поліізобутилену, швидкість збільшення крутного моменту зменшувалася після перевищення навантаженням певної величини. Це означає, що на заключному етапі згвинчування, показаному на Фіг. 1, коли прикладене до ділянок металевго ущільнення і ділянок упору навантаження (тиск між поверхнями), різко зростає, в разі композиції, яка не містить поліізобутилену, збільшення крутного моменту сповільнюється. Інакше кажучи, в області, в якій кількість оборотів перевищує крутний момент упору, на діаграмі крутного моменту, показаної на Фіг. 1, швидкість збільшення крутного моменту не може підтримуватися безпосередньо після упору. В цьому випадку крутний момент на межі текучості не може бути збільшений. Однак в разі використання композиції з випробування № 9, яка містила поліізобутилен, швидкість збільшення крутного моменту не зменшувалася навіть після перевищення навантаженням певної величини. Це означає, що на заключному етапі згвинчування, показаному на Фіг. 1, збільшення крутного моменту також триває при різкому підвищенні навантаження (тиску між поверхнями). Інакше кажучи, в області, в якій кількість обертів перевищує крутний момент упору, на діаграмі крутного моменту, показаної на Фіг.1, швидкість збільшення крутного моменту підтримується безпосередньо після упору. В цьому випадку крутний момент на межі текучості може бути збільшений.

Крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ збільшується за рахунок збільшення крутного моменту на межі текучості при зниженні крутного моменту упору до низького рівня. На Фіг. 3 показаний взаємозв'язок між вмістом (у вагових%) поліізобутилену в шарі мастильного покриття і крутним моментом при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення). Фіг. 3 була отримана за допомогою описаних нижче прикладів. Ордината на Фіг. 3 відображає крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення). Абсциса на Фіг. 3 відображає вміст (у вагових%) поліізобутилену в шарі мастильного покриття. Слід зауважити, що відповідні числові значення крутного моменту при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення) являють собою числові значення, які були визначені як відносні значення щодо крутного моменту при опорі упору $\Delta T'$ в прикладі, в якому замість шару мастильного покриття в якості еталона (100) використовували присадку за стандартами API. Біла кругла мітка (O) на Фіг. 3 позначає крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення) для прикладу, в якому утворений шар мастильного покриття. Трикутна мітка (Δ) на Фіг. 3 позначає крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (еталонне значення, тобто 100), коли замість шару мастильного покриття використовували присадку за стандартами API.

Як показано на Фіг.3, у випробуванні № 11, в якому не містився поліізобутилен, крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення) становив 60. З іншого боку, в випробуванні № 9, в якому містився поліізобутилен, крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення) становив 115. У різьбових з'єднаннях труб, що містять шар мастильного покриття, що складається з композиції, яка містить поліізобутилен, крутний момент стабільно збільшувався навіть при високому тиску між поверхнями на завершальній стадії згвинчування, без збільшення крутного моменту упору. Отже, крутний момент на межі текучості був високим. В результаті крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення) перевищував 100.

Як показано на Фіг. 3, було виявлено, що, якщо шар мастильного покриття містить поліізобутилен, в інших прикладах крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення) також перевищував 100. Інакше кажучи, якщо шар мастильного покриття містить поліізобутилен, досягається чудова характеристика високого крутного моменту.

Автори винаходу також виявили, що, якщо шар мастильного покриття містить поліізобутилен, досягається стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби, що еквівалентна стійкості до утворення поверхневого пошкодження різьби, отриманої при використанні звичайної присадки API, або такої, що перевищує її.

Фіг. 4 ілюструє взаємозв'язок між вмістом (у вагових%) поліізобутилену в шарі мастильного покриття і стійкістю до утворення поверхневого пошкодження різьби. Фіг. 4 була отримана за допомогою описаних нижче прикладів. Ордината на Фіг. 4 відображає кількість випадків, коли згвинчування відбувалося без утворення непереборних поверхневих пошкоджень різьби на різьбовій ділянці або поверхневого пошкодження різьби на ділянці металевго ущільнення. Абсциса на Фіг. 4 відображає вміст (у вагових%) поліізобутилену в шарі мастильного покриття.

Як показано на Фіг. 4, коли шар мастильного покриття містив поліізобутилен, кількість випадків згвинчування без утворення поверхневого пошкодження різьби було в десять разів більше, що відповідає показникам звичайної присадки API, або більш ніж в десять разів більше. Інакше кажучи, якщо шар мастильного покриття містить поліізобутилен, досягається не тільки відмінна характеристика високого крутного моменту, але і висока стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби.

Як описано вище, якщо шар мастильного покриття містить поліізобутилен, досягається висока стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби на додаток до відмінної характеристики високого крутного моменту. Механізм збільшення характеристики високого крутного моменту і стійкості до утворення поверхневого пошкодження різьби різьбового з'єднання труб за рахунок шару мастильного покриття, що містить поліізобутилен, не був з'ясований. Однак автори даного винаходу припускають, що такий механізм виглядає наступним чином.

Поліізобутилен являє собою полімер, що знаходиться в напівтвердому стані при нормальній температурі (приблизно 25 °C), і вважається, що поліізобутилен легко розчиняється у воску, що міститься в шарі мастильного покриття. Також існує ймовірність того, що при ковзанні різьбового з'єднання труб поліізобутилен може пригнічувати зниження в'язкості воску навіть при підвищенні температури. Вважається, що в результаті досягається характеристика високого крутного моменту загвинчування труб. Крім того, в цьому випадку, оскільки зберігається в'язкість воску в шарі мастильного покриття, можливе збереження товщини шару мастильного покриття. Вважається, що в результаті підвищується стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби.

Композиція відповідно до даного винаходу, складена на підставі зазначених вище результатів, являє собою композицію для формування шару мастильного покриття на

різьбовому з'єднанні труб або поверх нього і містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти.

Композиція, відповідно до даного винаходу, містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти. Отже, різьбове з'єднання труб, що
5 містить шар мастильного покриття, утворений вищезгаданою композицією, має високу стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і відмінну характеристику високого крутного моменту.

Переважно, якщо, за умови прийняття загальної кількості нелетких компонентів в композиції за 100 вагових%, вищеописана композиція містить поліізобутилен в кількості від 5 до 30 вагових%, металеве мило в кількості від 2 до 30 вагових%, віск у кількості від 2 до 30 вагових%, і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти в кількості від 10 до 70 вагових%.

У цьому випадку стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і характеристики високого крутного моменту різьбового з'єднання труб додатково поліпшуються.

Переважно вищеописана композиція також містить мастильний порошок.

15 У цьому випадку змащуваність різьбового з'єднання труб підвищується.

Переважно, якщо, за умови прийняття загальної кількості нелетких компонентів в композиції за 100 вагових%, вищеописана композиція містить мастильний порошок у кількості від 0,5 до 20 вагових%.

20 Переважно вищезгаданий мастильний порошок являє собою графіт і / або політетрафторетилен.

Вищеописана композиція може додатково містити леткий органічний розчинник.

Різьбове з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу містить: ніпель, що має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить різьбову ділянку з боку ніпеля; муфту, що має контактну поверхню з боку муфти, яка містить різьбову ділянку з боку муфти; і шар
25 мастильного покриття, сформований з вищеописаної композиції в якості крайнього зовнішнього шару на контактній поверхні з боку ніпеля і / або контактній поверхні з боку муфти або поверх такої поверхні.

Якщо різьбове з'єднання труб містить шар мастильного покриття, сформований з композиції, що містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти в якості крайнього зовнішнього шару на контактній поверхні з боку ніпеля і /
30 або контактній поверхні з боку муфти або поверх такої поверхні, стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і характеристика високого крутного моменту різьбового з'єднання труб поліпшуються.

Різьбове з'єднання труб може містити вищезгаданий шар мастильного покриття на контактній поверхні з боку ніпеля або поверх такої поверхні.

Переважно, різьбове з'єднання труб додатково містить металізований шар між контактною поверхнею з боку ніпеля і шаром мастильного покриття.

У цьому випадку стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і корозійна стійкість різьбового з'єднання труб підвищуються.

40 Переважно, різьбове з'єднання труб додатково містить шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, між шаром мастильного покриття і металізованим шаром.

У цьому випадку адгезійна здатність шару мастильного покриття підвищується.

Переважно, що в разі, якщо різьбове з'єднання труб не містить металізованого шару, контактна поверхня з боку ніпеля являє собою поверхню, піддану струменевій обробці і / або травленню, і в разі, якщо різьбове з'єднання труб містить металізований шар, поверхня металізованого шару являє собою поверхню, піддану струменевій обробці і / або травленню.

Різьбове з'єднання труб може містити вищезгаданий шар мастильного покриття на контактній поверхні з боку муфти або поверх цієї поверхні.

50 Переважно, різьбове з'єднання труб також містить металізований шар між контактною поверхнею з боку муфти і шаром мастильного покриття.

У цьому випадку стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і корозійна стійкість різьбового з'єднання труб підвищуються.

Переважно, різьбове з'єднання труб додатково містить шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, між шаром мастильного покриття і металізованим шаром.

55 У цьому випадку адгезійна здатність шару мастильного покриття підвищується.

Переважно, що в разі, якщо різьбове з'єднання труб не містить металізованого шару, контактна поверхня з боку муфти являє собою поверхню, піддану струменевій обробці і / або травленню, і в разі, якщо різьбове з'єднання труб містить металізований шар, поверхня металізованого шару являє собою поверхню, піддану струменевій обробці і / або травленню.

Переважно, в різьбовому з'єднанні контактна поверхня з боку ніпеля труб додатково містить ділянку металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянку упору з боку ніпеля, а контактна поверхню з боку муфти додатково містить ділянку металевого ущільнення з боку муфти і ділянку упору з боку муфти.

5 Далі будуть розкриті композиція згідно з прикладом здійснення даного винаходу і різьбове з'єднання труб, що містить шар мастильного покриття, утворений композицією згідно з прикладом здійснення даного винаходу.

Різьбове з'єднання труб

10 Різьбове з'єднання труб містить ніпель і муфту. На Фіг. 5 наведено вид, який ілюструє конфігурацію різьбового з'єднання муфтового типу труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу. Як показано на Фіг.5, різьбове з'єднання труб містить сталеву трубу 1 і з'єднувальну муфту 2. Ніпель 3, що містить різьбову ділянку з боку ніпеля, виконаний на зовнішній поверхні обох кінців сталеві труби 1. Муфта 4, що містить різьбову ділянку з боку муфти, виконана на внутрішній поверхні обох кінців з'єднувальної муфти 2. З'єднувальна муфта 2 прикріплюється до кінця сталеві труби 1 шляхом згвинчування ніпеля 3 і муфти 4 один з одною. Хоча це не 15 показано на кресленні, ніпель 3 сталеві труби 1 і муфта 4 з'єднувальної муфти 2, які не з'єднані зі сполучним елементом, можуть мати прикріплений до них протектор для захисту відповідних різьбових ділянок.

20 З іншого боку, можна також використовувати різьбове з'єднання внутрішнього (безмуфтового) типу труб, в якому з'єднувальна муфта 2 не використовується, а замість цього один з кінців сталеві труби 1 використовується як ніпель 3, а інший кінець - як муфта 4. На Фіг. 6 наведено вид, який ілюструє конфігурацію різьбового з'єднання внутрішнього (безмуфтового) типу труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу. Як показано на Фіг. 6, різьбове з'єднання труб містить сталеву трубу 1. Ніпель 3, що містить різьбову ділянку з боку ніпеля, виконаний на зовнішній поверхні на одному кінці сталеві труби 1. З протилежного боку сталеві труби 1 муфта 4, що містить різьбову ділянку з боку муфти, виконана на внутрішній 25 поверхні. Дві сталеві труби 1 можуть бути з'єднані між собою за рахунок згвинчування ніпеля 3 і муфти 4 один з одною. Різьбове з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу може бути використано як для різьбового з'єднання муфтового типу труб, так і для різьбового з'єднання внутрішнього (безмуфтового) типу труб.

30 На Фіг. 7 наведено вид в розрізі різьбового з'єднання труб. На Фіг. 7 ніпель 3 містить різьбову ділянку 31 з боку ніпеля, ділянку 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянку 33 упору з боку ніпеля. На Фіг. 7 муфта 4 містить різьбову ділянку 41 з боку муфти, ділянку 42 металевого ущільнення з боку муфти і ділянку 43 упору з боку муфти. Ділянки, на яких ніпель 3 і муфта 4 входять в контакт один з одною при згвинчуванні, називають "контактними поверхнями 34 і 44". Зокрема, коли ніпель 3 і муфта 4 згвинчені один з одною, дві різьбові ділянки (різьбова ділянка 31 з боку ніпеля і різьбова ділянка 41 з боку муфти) входять в контакт одна з одною, як і 35 дві ділянки металевого ущільнення (ділянка 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянка 42 металевого ущільнення з боку муфти) і дві ділянки упору (ділянка 33 упору з боку ніпеля і ділянка 43 упору з боку муфти). На Фіг. 7 контактна поверхня 34 з боку ніпеля містить різьбову ділянку 31 з боку ніпеля, ділянку 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянку 33 упору з боку ніпеля. На Фіг. 7 контактна поверхня 44 з боку муфти містить різьбову ділянку 41 з боку муфти, ділянку 42 металевого ущільнення з боку муфти і ділянку 43 упору з боку муфти.

40 На Фіг. 7, в ніпелі 3 ділянка 33 упору з боку ніпеля, ділянка 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і різьбова ділянку 31 з боку ніпеля розташовані в зазначеному порядку від кінця сталеві труби 1. Крім того, в муфті 4 ділянка 41 упору з боку муфти, ділянка 42 металевого ущільнення з боку муфти і різьбова ділянка 43 з боку муфти розташовані в зазначеному порядку від кінця сталеві труби 1 або з'єднувальної муфти 2. Однак розташування різьбові ділянки 31 з боку ніпеля і різьбові ділянки 41 з боку муфти, ділянки 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і 45 ділянки 42 металевого ущільнення з боку муфти, а також ділянки 33 упору з боку ніпеля і ділянки 43 упору з боку муфти не обмежено компонуванням, показаним на Фіг. 7, і розташування може бути змінено відповідним чином. Наприклад, як показано на Фіг. 6, в ніпелі 3 вищезгадані ділянки можуть бути розташовані від кінця сталеві труби 1 в наступному порядку: ділянка 32 металевого ущільнення з боку ніпеля, різьбова ділянка 31 з боку ніпеля, 50 ділянка 32 металевого ущільнення з боку ніпеля, ділянка 33 упору з боку ніпеля, ділянка 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і різьбова ділянка 31 з боку ніпеля. У муфті 4 вищезазначені ділянки можуть бути розташовані від кінця сталеві труби 1 або з'єднувальної муфти 2 в наступному порядку: ділянка 42 металевого ущільнення з боку муфти, різьбова ділянка 41 з боку муфти, ділянка 42 металевого ущільнення з боку муфти, ділянка 43 упору з 60 боку муфти, ділянка 42 металевого ущільнення з боку муфти і різьбова ділянка 41 з боку муфти.

На Фіг. 5 і Фіг. 6 показані так звані "високоякісні з'єднання", що містять ділянки металевого ущільнення (ділянка 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянка 42 металевого ущільнення з боку муфти) і ділянки упору (ділянка 33 упору з боку ніпеля і ділянка 43 упору з боку муфти). Однак ділянки металевого ущільнення (ділянка 32 металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянка 42 металевого ущільнення з боку муфти) і ділянки упору (ділянка 33 упору з боку ніпеля і ділянка 43 упору з боку муфти) не обов'язково повинні бути включені. Різьбове з'єднання труб, що не містить ділянок 32 і 42 металевого ущільнення і ділянок 33 і 43 упору, показано на Фіг. 8. Шар мастильного покриття згідно з прикладом здійснення даного винаходу також з успіхом може бути застосований на різьбовому з'єднанні труб, що не містить ділянок 32 і 42 металевого ущільнення і ділянок 33 і 43 упору. Якщо ділянки 32 і 42 металевого ущільнення і ділянки 33 і 43 упору відсутні, контактна поверхня 34 з боку ніпеля містить різьбовий ділянку 31 з боку ніпеля. Якщо ділянки 32 і 42 металевого ущільнення і ділянки 33 і 43 упору відсутні, контактна поверхня 44 з боку муфти містить різьбову ділянку 41 з боку муфти.

Шар мастильного покриття

Різьбове з'єднання труб містить шар мастильного покриття на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти або поверх цієї поверхні. На Фіг. 9 наведено вид в розрізі різьбового з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу. Відповідно до способу виготовлення, описаним нижче, шар 21 мастильного покриття отримують шляхом нанесення композиції для формування шару 21 мастильного покриття на контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти, з подальшою сушкою композиції.

Композиція для формування шару 21 мастильного покриття

Композиція для формування шару 21 мастильного покриття містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти. Відповідно, шар 21 мастильного покриття також містить поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти. Композиція може являти собою композицію без розчинника (тобто містить тільки вищезгадані компоненти) або композицію на основі розчинника, в якій компоненти розчинені в розчиннику. У разі композиції на основі розчинника ваговий відсоток кожного компонента відноситься до вагового відсотку в разі, коли загальна кількість нелетких компонентів композиції (вага, отримана як сума всіх компонентів, виключаючи розчинник, що міститься в композиції) прийнято за 100 %. Тобто вміст кожного компонента в композиції і вміст кожного компонента в шарі 21 мастильного покриття рівні один одному. Надалі композицію для формування шару 21 мастильного покриття називають просто "композицією".

Нижче буде детально описано кожен компонент композиції. Якщо явно не вказано інше, символ «%» по відношенню до кожного компоненту означає "ваговий відсоток від загальної кількості нелетких компонентів в композиції". У прикладі здійснення даного винаходу під "нелетучими компонентами" розуміють усі компоненти композиції, крім розчинника. Під "нелетучими компонентами" розуміють, наприклад, поліізобутилен, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти.

Поліізобутилен

Поліізобутилен являє собою полімер ізобутена, виражений загальною формулою $-(C(CH_3)_2-CH_2)_n-$. Поліізобутилен хімічно інертний, оскільки не має ненасичених зв'язків в молекулі і, відтак, має високу стійкість до озону, кислот, лугів і т.п. Поліізобутилен являє собою напівтвердий полімер високої в'язкості. Поліізобутилен має високу адгезію і високу в'язкість. Оцінено, що в разі, коли композиція містить поліізобутилен, зниження ступеня в'язкості композиції може бути пригнічене, навіть якщо ковзання відбувається при високій температурі. Отже, згідно з оцінками, якщо композиція містить поліізобутилен, при високому тиску між поверхнями на заключній стадії згвинчування опір тертя на поверхні тертя між матеріалами шару 21 мастильного покриття швидко збільшується, і характеристика високого крутного моменту поліпшується.

Як описано вище, коли композиція містить поліізобутилен, характеристика високого крутного моменту різьбового з'єднання труб поліпшується. Крім того, коли композиція містить поліізобутилен, стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби різьбового з'єднання труб підвищується до рівня, відповідного стійкості до утворення поверхневого пошкодження різьби при використанні стандартної присадки за стандартами API або перевищує її.

Вміст поліізобутилену переважно становить від 5 до 30 %. Якщо вміст поліізобутилену становить 5 % і більше, стабільно досягається достатня характеристика високого крутного моменту. Отже, нижня межа вмісту поліізобутилену, переважно, становить 5 %, ще краще - 8 % і ще більш переважно - 10 %. З іншого боку, коли вміст поліізобутилену не перевищує 30 %, може

бути пригнічено зниження міцності шару 21 мастильного покриття. Якщо вміст поліізобутилену не перевищує 25 %, збільшення тертя також пригнічується, і може підтримуватися висока стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби. Отже, верхня межа вмісту поліізобутилену в шарі 21 мастильного покриття, переважно, становить 30 %, більш переважно - 25 %.

Середня молекулярна маса (M_v) поліізобутилену, переважно, становить 30000 і більше. Отже, нижня межа середньої молекулярної маси поліізобутилену, переважно, становить 30000, більш переважно - 50000. З іншого боку, якщо середня молекулярна маса поліізобутилену не перевищує 100000, в'язкість композиції підтримується у відповідному діапазоні, і продуктивність збільшується. Отже, верхня межа середньої молекулярної маси поліізобутилену, переважно, становить 100000, більш переважно - 90000, ще більш переважно - 70000.

У цьому описі термін "середня молекулярна маса (M_v)" поліізобутилену відноситься до "середньов'язкісної молекулярної маси". Середньов'язкісну молекулярну масу вимірюють наступним способом. Час витікання розчину для розведення поліізобутилену вимірюють капілярним віскозиметром і визначають характеристичну в'язкість $[\eta]$. Середньов'язкісну молекулярну масу (M_v) обчислюють з використанням отриманої характеристичної в'язкості $[\eta]$ і рівняння Марка-Хаувінка ($[\eta] = KM^a$).

Наприклад, в якості поліізобутилену можна використовувати Tetrah (zareestrovana torгова marka) (klasi від 3T до 6T) або Himol (klasi від 4H до 6H), вироблені JXTG Nippon Oil & Energy Corporation.

Металеве мило

Термін "металеве мило" - загальний термін для всіх металевих солей жирних кислот, крім солей натрію і калію. Якщо композиція містить металеве мило, стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби та антикорозійні властивості різьбового з'єднання труб посилюються.

Термін "жирна кислота" - загальний термін для монокарбонових кислот з насиченим або ненасиченим ланцюгом. Жирна кислота являє собою, наприклад, одну або кілька з наведених нижче речовин: лауринова кислота, тридеканова кислота, міристинова кислота, пальмітинова кислота, ланопальмітинова кислота, стеаринова кислота, ізостеаринова кислота, 12-гідроксистеаринова кислота, олеїнова кислота, елаїдінова кислота, арахінова кислота, бегенова кислота, ерукова кислота, лігноцеринова кислота, ланоцеринова кислота, ріцинолева кислота, монтанова кислота, лінолева кислота, ліноленова кислота, ріцинолеїнова кислота, октілова кислота, себацінова кислота. З точки зору мастильної здатності і антикорозійних властивостей переважно, щоб жирна кислота металевого мила містила від 12 до 30 атомів вуглецю. Жирна кислота, яка містить від 12 до 30 атомів вуглецю, є, наприклад, одну або кілька з наведених нижче речовин: лауринова кислота, тридеканова кислота, міристинова кислота, пальмітинова кислота, ланопальмітинова кислота, стеаринова кислота, ізостеаринова кислота, 12-гідроксистеаринова кислота, олеїнова кислота, елаїдінова кислота, арахінова кислота, бегенова кислота, ерукова кислота, лігноцеринова кислота, ланоцеринова кислота, ріцинолева кислота, монтанова кислота, лінолева кислота, ліноленова кислота і ріцинолеїнова кислота.

Метал металевого мила являє собою, наприклад, один або декілька з наступних металів: кальцій, лужноземельні метали, цинк, алюміній і літій. Переважно, метал представляє собою кальцій. Сіль може бути нейтральною або основною сіллю.

Вміст металевого мила в композиції, переважно, становить від 2 до 30 %. Якщо вміст металевого мила становить 2 % і більше, стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби та антикорозійні властивості шару 21 мастильного покриття можуть бути значно покращені. Якщо вміст не перевищує 30 %, адгезійна здатність і міцність шару 21 мастильного покриття підвищуються більш стабільно. Більш переважна нижня межа вмісту металевого мила становить 4 %, і ще більш переважна - 10 %. Більш переважна верхня межа вмісту металевого мила становить 19 %, і ще більш переважна - 17 %.

Віск

Термін "віск" - загальна назва органічної речовини, що є твердою при нормальній температурі і стає рідкою при нагріванні. Віск являє собою одну або декілька з наступних речовин: тваринний віск, рослинний віск, мінеральний віск і синтетичний віск. Тваринний віск являє собою, наприклад, бджолиний віск і / або спермацетовий віск. Рослинний віск являє собою, наприклад, одне або кілька з наведених нижче речовин: японський віск, карнаубський віск, канделильський віск і рисовий віск. Мінеральний віск являє собою, наприклад, одне або кілька з наведених нижче речовин: парафіновий віск, мікрокристалічний віск, вазелін, гірський віск, озокерит і церезин. Синтетичний віск являє собою, наприклад, одну або кілька з наведених нижче речовин: окислений віск, поліетиленовий віск, віск Фішера-Тропша, амідний віск і

гідрогенізована касторова олія (касторовий віск). В одному з прикладів молекулярна маса воску не перевищує 1000. Переважно, віск являє собою парафіновий віск з молекулярною масою від 150 до 500.

Віск знижує тертя і збільшує стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби шару 21 мастильного покриття. Віск також знижує текучість шару 21 мастильного покриття і збільшує міцність шару 21 мастильного покриття.

Вміст воску в композиції, переважно, становить від 2 до 30 %. Якщо вміст воску становить 2 % або більше, вищезгадані ефекти можуть бути досягнуті в достатній мірі. Якщо вміст не перевищує 30 %, адгезійна здатність і міцність шару 21 мастильного покриття підвищуються більш стабільно. Нижня межа вмісту воску становить, більш переважно, 5 %, і ще більш переважно - 10 %. Верхня межа вмісту воску становить, більш переважно, 20 %, і ще більш переважно - 15 %.

Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти

Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти являє собою сіль, утворену реакцією ароматичної органічної кислоти і надлишкової основи (лужного металу або лужноземельного металу). Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти являє собою, наприклад, речовину, що знаходиться в формі консистентного мастила або напівтвердїй формі при нормальній температурі.

Якщо композиція містить основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти, антикорозійні властивості шару 21 мастильного покриття значно підвищуються. Крім того, завдяки вмісту в складі основної металевої солі ароматичної органічної кислоти також збільшується стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби різьбового з'єднання труб. Причина цих ефектів полягає в тому, що, оскільки Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти присутня в шарі 21 мастильного покриття у вигляді дрібних колоїдних частинок, надлишкові солі металів фізично або хімічно абсорбуються групами органічних кислот.

Ароматична органічна кислота являє собою, наприклад, одну або кілька з наведених нижче речовин: сульфонати, саліцилати, феноляти і карбоксилати.

Лужний метал, що становить катіонну частину основної металевої солі ароматичної органічної кислоти, являє собою один або більше типів лужних металів, вибраних з групи, що складається з лужних металів і лужноземельних металів. Лужний метал, переважно, являє собою один або більше типів, вибраних з групи, що складається з лужноземельних металів. Крім того, переважно, лужний метал являє собою один або більше типів, вибраних з групи, що складається з кальцію, барію і магнію.

Чим вище лужне число основної металевої солі ароматичної органічної кислоти, тим більше збільшується кількість дрібних частинок солей металів, що служать твердим мастильним матеріалом. В результаті збільшується стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби шару 21 мастильного покриття. Крім того, коли лужне число перевищує певний рівень, відбувається дія, що нейтралізує кислотний компонент. В результаті антикорозійні властивості шару 21 мастильного покриття також поліпшуються. Отже, Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти переважно має лужне число (JIS K2501 (2003)) від 50 до 500 мг КОН/г (слід мати на увазі, що в разі використання двох або більше типів, термін "лужне число" відноситься до середньозваженому значенню лужних чисел, для яких враховується сума). Якщо лужне число становить 50 мг КОН/г або більше, вищезгадані ефекти досягаються в достатній мірі. Якщо лужне число не перевищує 500 мг КОН/г, може бути зменшена гідрофільність і отримані достатні антикорозійні властивості. Ще одна переважна нижня межа лужного числа основної металевої солі ароматичної органічної кислоти становить 100 мг КОН/г, більш переважно - 200 мг КОН/г, і найбільш переважно - 250 мг КОН/г. Ще одна переважна верхня межа лужного числа основної металевої солі ароматичної органічної кислоти становить 450 мг КОН/г. Лужне число основної металевої солі ароматичної органічної кислоти вимірюють способом, відповідним JIS K2501 (2003).

Вміст основної металевої солі ароматичної органічної кислоти, переважно, становить від 10 до 70 %. Як описано вище, Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти являє собою речовину у формі мастила або в напівтвердїй формі, а також може служити основою шару 21 мастильного покриття. Таким чином, Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти може міститися в композиції в великій кількості - до 70 %. Відповідно, верхня межа вмісту основної металевої солі ароматичної органічної кислоти, переважно, становить 70 %, більш переважно - 60 %, і найбільш переважно - 55 %. Нижня межа вмісту основної металевої солі ароматичної органічної кислоти переважно становить 10 %, більш переважно - 20 %, і найбільш переважно - 40 %.

Мастильний порошок

Переважно, композиція містить мастильний порошок, який додатково збільшує змащувальну здатність шару 21 мастильного покриття. Термін "мастильний порошок" - загальна назва твердих порошків, які мають змащувальні властивості. У якості мастильного порошку може бути використаний порошок, відомий в даній області техніки.

Мастильні порошки можна розділити, наприклад, на наступні чотири типи. Мастильний порошок містить один або більше типів, вибраних з групи, що складається з наступних (1) - (4) типів мастильного порошку:

(1) Мастильні порошки з особливою кристалічною структурою, такою як пластинчаста гексагональна кристалічна структура, яка полегшує ковзання і, тим самим, проявляє змащувальну здатність (наприклад, графіт, землистий графіт, оксид цинку, нітрид бору і тальк);

(2) Мастильні порошки, що включають реакційноздатний елемент на додаток до кристалічної структури і, завдяки цьому, проявляють змащувальну здатність (наприклад, дисульфід молібдену, дисульфід вольфраму, фторид графіту, сульфід олова, сульфід вісмуту і органоомолібден);

(3) Мастильні порошки, що проявляють змащувальну здатність внаслідок хімічної активності (наприклад, тіосульфатні з'єднання); і

(4) Мастильні порошки, що проявляють змащувальну здатність внаслідок пластичних або в'язкопластичних властивостей при фрикційних навантаженнях (наприклад, політетрафторетилен (ПТФЕ), поліамід, мідь (Cu) і ціанурат меламіну (MCA)).

Переважно, мастильний порошок містить один або більше типів, вибраних з групи, що складається з вищевказаних (1) - (4) типів. Тобто, переважно, мастильний порошок являє собою одну або декілька з наступних речовин: графіт, землистий графіт, оксид цинку, нітрид бору, тальк, дисульфід молібдену, дисульфід вольфраму, фторид графіту, сульфід олова, сульфід вісмуту, органоомолібден, тіосульфатні з'єднання, політетрафторетилен (ПТФЕ), поліамід, мідь (Cu) і ціанурат меламіну (MCA). Більш переважно мастильний порошок являє собою один або більше типів, вибраних з групи, що складається з дисульфиду молібдену, графіту, політетрафторетилен (ПТФЕ) і фториду графіту. Ще більш переважно мастильний порошок являє собою один або більше типів, вибраних з групи, що складається з графіту і політетрафторетилену (ПТФЕ). З точки зору адгезійних і антикорозійних властивостей шару 21 мастильного покриття мастильний порошок, переважно, являє собою графіт, тоді як з точки зору плівкоутворюючих властивостей мастильний порошок, переважно, являє собою землистий графіт. З точки зору змащувальної здатності, мастильний порошок, переважно, являє собою політетрафторетилен (ПТФЕ).

Вміст мастильного порошку в композиції, переважно, становить від 0,5 до 20 %. Якщо вміст мастильного порошку становить 0,5 % або більше, стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби різьбового з'єднання труб додатково збільшується. Отже, збільшується кількість операцій згвинчування і розгвинчування, які можуть бути виконані до утворення поверхневого пошкодження різьби. З іншого боку, якщо вміст мастильного порошку не перевищує 20 %, міцність шару 21 мастильного покриття додатково збільшується. В результаті сповільнюється знос шару 21 мастильного покриття. Відповідно, верхня межа вмісту мастильного порошку, переважно, становить 20 %, більш переважно - 15 %, і найбільш переважно - 10 %. Нижня межа вмісту мастильного порошку переважно становить 0,5 %, більш переважно - 3 %, і найбільш переважно - 5 %.

Леткий органічний розчинник

Композиція може містити леткий органічний розчинник. У разі нанесення при нормальній температурі композицію отримують шляхом додавання леткого органічного розчинника до суміші компонентів шару 21 мастильного покриття. На відміну від інших речовин, що містяться в композиції, леткий органічний розчинник випаровується на етапі формування шару мастильного покриття. Отже, зазвичай леткий органічний розчинник по суті не залишається в шарі 21 мастильного покриття. Однак шар 21 мастильного покриття згідно з прикладом здійснення даного винаходу може являти собою в'язку рідину або напівтверду речовину, і, отже, можливі випадки, в яких леткий органічний розчинник залишається в шарі 21 мастильного покриття в кількості, наприклад, 1 % або менше. Термін "леткий" означає, що органічний розчинник схильний до випаровування в стані покриття при температурі від кімнатної температури до 150 °C.

Тип леткого органічного розчинника, по суті, не обмежений. Наприклад, леткий органічний розчинник являє собою нафтовий розчинник. Нафтовий розчинник являє собою, наприклад, одну або кілька з наведених нижче речовин: розчинник, що відповідає промислового бензину,

визначеному в JIS K 2201 (2006), уайт-спірит, ароматична бензино-лігроїнова фракція, ксилол і целозолв.

5 Переважний леткий органічний розчинник, що має температуру спалаху 30 °C або більше, початкову точку кипіння 150 °C або більше і кінцеву точку кипіння не більше 210 °C. В цьому випадку з летючим органічним розчинником відносно легко поводитися, він швидко випаровується, і, отже, час сушки скорочується.

10 Вміст леткого органічного розчинника можна відповідним чином відрегулювати так, щоб можна було довести композицію до відповідної в'язкості відповідно до способу, використовуваним для нанесення композиції. Вміст леткого органічного розчинника становить, наприклад, від 20 до 50 г, якщо загальна кількість нелетких компонентів прийнято за 100 г.

Інші компоненти

Композиція також може містити протикорозійну добавку, консервант, фарбувальний пігмент та інші подібні речовини, які відомі в даній області.

Протикорозійна добавка

15 Переважно, шар 21 мастильного покриття зберігає антикорозійні властивості протягом тривалого періоду часу до фактичного використання. Тому композиція може містити протикорозійну добавку. Термін "протикорозійна добавка" - загальний термін для добавок, які мають корозійну стійкість. Протикорозійна добавка являє собою, наприклад, одну або кілька з наведених нижче речовин: триполіфосфат алюмінію, фосфіт алюмінію і іонообмінний діоксид кремнію з іонами кальцію. Переважно, протикорозійна добавка містить іонообмінний діоксид кремнію з іонами кальцію і / або фосфіт алюмінію. Інші приклади можливих протикорозійних добавок включають наявну на ринку реакційноздатну гідрофобну добавку.

Консервант

25 Шар 21 мастильного покриття може додатково містити консервант. Термін "консервант" - загальний термін для добавок, які мають корозійну стійкість.

30 Загальний вміст інших компонентів (протикорозійної добавки, консерванту, фарбувального пігменту і т.п.) в композиції переважно знаходиться в межах від 2 до 10 вагових%. Якщо загальний вміст інших компонентів становить 2 % або більше, антикорозійні властивості шару 21 мастильного покриття додатково стабільно покращуються. Якщо загальний вміст інших компонентів не перевищує 10 вагових%, змащувальна здатність шару 21 мастильного покриття стабільно збільшується.

35 Композиція для формування шару 21 мастильного покриття може бути отримана шляхом змішування вищезгаданого поліізобутилену, металевого мила, воску, основної металевої солі ароматичної органічної кислоти та інших компонентів. Шляхом нанесення композиції на контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти різьбового з'єднання труб і подальшої сушки композиції може бути отримано різьбове з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу, що містить шар 21 мастильного покриття. [0103] Товщина шару мастильного покриття

40 Товщина шару 21 мастильного покриття переважно становить від 10 до 40 мкм. Якщо товщина шару 21 мастильного покриття становить 10 мкм і більше, може бути стабільно отримана висока змащувальна здатність. З іншого боку, якщо товщина шару 21 мастильного покриття становить не більше 40 мкм, адгезійна здатність шару 21 мастильного покриття буде стабільною. Крім того, якщо товщина шару 21 мастильного покриття не перевищує 40 мкм, оскільки допуск по різьбі (зазор) поверхонь ковзання збільшується, тиск між поверхнями під час ковзання зменшується. Отже, можна запобігти надмірне збільшення крутного моменту затягування. Відповідно, товщина шару 21 мастильного покриття переважно становить від 10 до 40 мкм.

50 Товщину шару 21 мастильного покриття переважно вимірюють наступним способом. Шар 21 мастильного покриття стирають з довільної точки вимірювання (область 5 мм 20 мм) на контактній поверхні 34 з боку ніпеля або контактній поверхні 44 з боку муфти різьбового з'єднання труб з використанням вбираючого бавовняного дрантя, просоченої етанолом. Потім обчислюють вагу шару 21 мастильного покриття на підставі різниці між вагою вбираючого бавовняного дрантя до витирання шару 21 мастильного покриття і вагою вбираючого бавовняного дрантя після витирання. Середню товщину шару 21 мастильного покриття обчислюють на підставі ваги витертого шару 21 мастильного покриття, щільності шару 21 мастильного покриття і площі місця вимірювання.

Положення шару мастильного покриття

60 Шар 21 мастильного покриття виконано як крайній зовнішній шар на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти або поверх такої поверхні. Як показано на Фіг. 9, шар 21 мастильного покриття може бути утворений тільки на контактній поверхні 34 з

боку ніпеля. Як показано на Фіг. 10, шар 21 мастильного покриття може бути утворений тільки на контактній поверхні 44 з боку муфти. Як показано на Фіг. 11, шар 21 мастильного покриття може бути утворений на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактної поверхні 44 з боку муфти або поверх такої поверхні.

Крім того, шар 21 мастильного покриття може бути утворений на всіх поверхнях з, щонайменше, однієї контактної поверхні 34 з боку ніпеля і контактної поверхні 44 з боку муфти або поверх таких поверхонь, або може бути утворений тільки на одній поверхні з, щонайменше, однієї з контактної поверхні 34 ніпеля і контактної поверхні 44 з боку муфти. Якщо різьбове з'єднання труб має ділянки металевго ущільнення (ділянка 32 металевго ущільнення з боку ніпеля і ділянка 42 металевго ущільнення з боку муфти) і ділянки упору (ділянка 33 упору з боку ніпеля і ділянка 43 упору з боку муфти), тиск між поверхнями на ділянках 32 і 42 металевго ущільнення і ділянках 33 і 43 упору збільшується, зокрема, на заключній стадії згвинчування. Відповідно, якщо шар 21 мастильного покриття частково утворений на або поверх контактної поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактної поверхні 44 з боку муфти, що містять ділянки металевго ущільнення (ділянка 32 металевго ущільнення з боку ніпеля і ділянка 42 металевго ущільнення з боку муфти) і ділянки упору (ділянка 33 упору з боку ніпеля і ділянка 43 упору з боку муфти) шар 21 мастильного покриття може бути утворений, щонайменше, в одному місці ділянки 32 металевго ущільнення з боку ніпеля, ділянки 42 металевго ущільнення з боку муфти, ділянки 33 упору з боку ніпеля і ділянки 43 упору з боку муфти. З іншого боку, якщо шар 21 мастильного покриття утворений на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти або поверх такої поверхні, ефективність виконання різьбового з'єднання труб збільшується.

Шар 21 мастильного покриття може складатися з одного або декількох шарів. Під "декількома шарами" розуміють стан, в якому два або більше шарів в складі шару 21 мастильного покриття нанесені з боку контактної поверхні 34 або 44. Два або більше шарів в складі шару 21 мастильного покриття можуть бути утворені шляхом повторного нанесення і сушіння композиції. Якщо шар 21 мастильного покриття утворюється у вигляді крайнього зовнішнього шару на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти або поверх такої поверхні, шар 21 мастильного покриття може бути утворений безпосередньо на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти, або може бути утворений на них після формування металізованого шару і / або шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, які описані нижче.

Металізований шар

Переважно, різьбове з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу додатково містить металізований шар між контактною поверхнею 34 з боку ніпеля і шаром 21 мастильного покриття і / або між контактною поверхнею 44 з боку муфти і шаром 21 мастильного покриття. Металізований шар являє собою, наприклад, один металізований шар, що містить метали Cu, Sn або Ni, один металізований шар, що містить сплав Cu-Sn, один металізований шар, що містить сплав Zn-Co, один металізований шар, що містить сплав Zn-Ni, один металізований шар, що містить сплав Cu-Sn-Zn, подвійний металізований шар, що містить шар Cu і шар Sn, або потрібний металізований шар, що містить шар Ni, шар Cu і шар Sn.

Мікротвердість металізованого шару покриття переважно становить 300 одиниць за Віккерсом або більше. Якщо твердість металізованого шару становить 300 одиниць або більше, спостерігається подальше стабільне підвищення корозійної стійкості різьбового з'єднання труб.

Твердість металізованого шару вимірюють наступним чином. У металізованому шарі різьбового з'єднання труб виділяють п'ять довільних областей. Твердість по Віккерсу (HV) в кожній з обраних областей вимірюють відповідно до JIS Z 2244 (2009). Умовами випробувань є нормальна температура випробування (25 °C) і зусилля при випробуванні 2,94 Н (300 гс). Середнє значення отриманих величин (всього з 5 позицій) визначається як твердість металізованого шару.

У разі багатошарового металізованого шару, зокрема двошарового, що містить шар Cu і шар Sn, або тришарового, що містить шар Ni, шар Cu і шар Sn, товщина самого нижнього шару металізації, переважно, становить менше 1 мкм. Товщина металізованого шару (загальна товщина шарів покриття в разі багатошарової металізації) переважно, становить від 5 до 15 мкм.

Товщину металізованого шару вимірюють наступним чином. Для вимірювання товщини плівки зонд приладу вихрострумного фазового типу, що відповідає стандарту ISO (Міжнародна організація по стандартизації) 21968 (2005), приводять у контакт з поверхнею металізованого шару. Вимірюють різницю фаз між високочастотним магнітним полем на вхідній стороні зонда і

вихровим струмом на металізованому шарі, який збуджується високочастотним магнітним полем. Різницю фаз перетворюють в товщину шару покриття.

Шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії

Переважно різьбове з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу містить шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, між шаром 21 мастильного покриття і металізованим шаром. Якщо різьбове з'єднання труб містить металізований шар тільки на контактній поверхні 34 з боку ніпеля, то шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, виконують між металізованим шаром на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і шаром 21 мастильного покриття. Якщо різьбове з'єднання труб містить металізований шар тільки на контактній поверхні 44 з боку муфти, то шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, виконують між металізованим шаром на контактній поверхні 44 з боку муфти і шаром 21 мастильного покриття. Якщо різьбове з'єднання труб містить металізований шар як на контактній поверхні 34 з боку ніпеля, так і на контактній поверхні 44 з боку муфти, то шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, виконують, щонайменше, між металізованим шаром на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і шаром 21 мастильного покриття, або між металізованим шаром на контактній поверхні 44 з боку муфти і шаром 21 мастильного покриття.

Шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, являє собою, наприклад, шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії фосфатів, оксалатів або боратів. Шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, відрізняється пористістю. Таким чином, якщо шар 21 мастильного покриття сформований на шарі, отриманому за допомогою хімічної конверсії, виникає так званий "ефект зчеплення", і в результаті адгезійна здатність шару 21 мастильного покриття додатково посилюється. Товщина шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, переважно становить від 5 до 40 мкм. Якщо товщина шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, становить не менше 5 мкм, може бути забезпечена достатня корозійна стійкість. Якщо товщина шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, не перевищує 40 мкм, шар 21 мастильного покриття демонструє стабільно високу адгезійну здатність.

Товщину шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, визначають наступним способом. Різьбове з'єднання труб, на якому утворено шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, розрізають в напрямку товщини шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії (перпендикулярно осьового напрямку різьбового з'єднання труб). Поперечний розріз шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, вивчають за допомогою оптичного мікроскопа при збільшенні $\times 500$, і вимірюють його товщину. Якщо товщина шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, яка була виміряна вищезазначеним способом, не перевищує 10 мкм, різьбове з'єднання труб знову розрізають і товщину шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, вимірюють повторно. В цьому випадку різьбове з'єднання труб розрізають в напрямку під кутом 60° щодо перпендикуляра до осьового напрямку різьбового з'єднання труб. Отриманий поперечний розріз шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, вивчають за допомогою оптичного мікроскопа при збільшенні $\times 500$, і вимірюють його товщину. Якщо товщину шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, вимірюють повторно, повторно виміряну товщину приймають за товщину шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії.

Струменева обробка або травлення

В різьбовому з'єднанні труб згідно з прикладом здійснення винаходу поверхня, яка перебуває під шаром 21 мастильного покриття і контактує з шаром 21 мастильного покриття, може являти собою поверхню, яку піддають струменевій обробці або травленню. Під "поверхнею, що знаходиться нижче шару 21 мастильного покриття і контактує з шаром 21 мастильного покриття" розуміють контактну поверхню 34 з боку ніпеля в разі, коли різьбове з'єднання труб не містить металізованого шару на контактній поверхні 34 з боку ніпеля (тобто якщо шар 21 мастильного покриття утворений безпосередньо на контактній поверхні 34 з боку ніпеля), і поверхня металізованого шару в разі, коли різьбове з'єднання труб містить металізований шар на контактній поверхні 34 з боку ніпеля. Під "поверхнею, що знаходиться нижче шару 21 мастильного покриття і контактує з шаром 21 мастильного покриття" розуміють контактну поверхню 44 з боку муфти в разі, коли різьбове з'єднання труб не містить металізованого шару на контактній поверхні 44 з боку муфти (тобто якщо шар 21 мастильного покриття утворений безпосередньо на контактній поверхні 44 з боку муфти), і поверхня металізованого шару в разі, коли різьбове з'єднання труб містить металізований шар на контактній поверхні 44 з боку муфти.

Шорсткість поверхні, підданої струменевій обробці або травленню, збільшується. Точніше кажучи, якщо контактну поверхню 34 з боку ніпеля, контактну поверхню 44 з боку муфти або поверхню металізованого шару піддають струменевій обробці або травленню, отримують високу шорсткість поверхні контактної поверхні 34 з боку ніпеля, контактної поверхні 44 з боку

муфти або поверхні металізованого шару. У цьому випадку додатково збільшується адгезійна здатність шару 21 мастильного покриття, утвореного на відповідній поверхні або поверх такої поверхні. Середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra, переважно, становить від 1,0 до 8,0 мкм. Чим більше середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra, тим більше стає площа контакту з шаром 21 мастильного покриття. Отже, адгезія по відношенню до шару 21 мастильного покриття збільшується за рахунок ефекту зчеплення. Якщо адгезійна здатність шару 21 мастильного покриття збільшується, стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби різьбового з'єднання труб додатково збільшується. Якщо середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra становить не менше 1,0 мкм, адгезійна здатність шару 21 мастильного покриття додатково поліпшується. Якщо середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra не перевищує 8,0 мкм, тертя пригнічується і, відповідно, запобігається пошкодження і відшарування шару 21 мастильного покриття.

Середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra, згадане в цьому описі, вимірювали на підставі JIS B 0601 (2001). Середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra вимірювали за допомогою скануючого зондового мікроскопа (SPI 3800N, виробництва SII NanoTechnology Inc.). Умови вимірювання: кількість отриманих точок даних 1024 x 1024 в областях вибірки 2 мкм x 2 мкм. Базова довжина 2,5 мм.

Положення шару мастильного покриття, металізованого шару і шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії

Якщо шар 21 мастильного покриття утворений на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти або поверх такої поверхні, розташування металізованого шару і шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, по суті, не обмежується. Випадок, коли різьбове з'єднання труб містить тільки шар 21 мастильного покриття, буде розглядатися як "зразок 1". Випадок, коли різьбове з'єднання труб містить шар 21 мастильного покриття і металізований шар під шаром 21 мастильного покриття, буде розглядатися як "зразок 2". Випадок, коли різьбове з'єднання труб містить шар 21 мастильного покриття, а також шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, під шаром 21 мастильного покриття, буде розглядатися як "зразок 3". Випадок, коли різьбове з'єднання труб містить шар 21 мастильного покриття, а також шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, і металізований шар під шаром 21 мастильного покриття, буде розглядатися як "зразок 4". Випадок, коли різьбове з'єднання труб не містить шару 21 мастильного покриття, буде розглядатися як "зразок 5". При виконанні вищезазначених умов можна застосовувати будь-який із зразків 1-5 відносно контактної поверхні 34 з боку ніпеля і контактної поверхні 44 з боку муфти. Зокрема, якщо будь-який із зразків 1-4 застосовується до контактної поверхні 34 з боку ніпеля, будь-який з зразків 1-5 може застосовуватися до контактної поверхні 44 з боку муфти. Крім того, якщо зразок 5 застосовується до контактної поверхні 34 з боку ніпеля, будь-який з зразків 1-4 може застосовуватися до контактної поверхні 44 з боку муфти. І навпаки, якщо будь-який із зразків 1-4 застосовується до контактної поверхні 44 з боку муфти, будь-який з зразків 1-5 може застосовуватися до контактної поверхні 34 з боку ніпеля. Крім того, якщо зразок 5 застосовується до контактної поверхні 44 з боку муфти, будь-який з зразків 1-4 може застосовуватися до контактної поверхні 34 з боку ніпеля. У будь-якому із зразків контактна поверхня 34 з боку ніпеля, контактна поверхня 44 з боку муфти і поверхня металізованого шару можуть являти собою поверхню, яка, при необхідності, піддається струменевій обробці або травленню.

Основний метал різьбового з'єднання труб

Склад основного металу різьбового з'єднання труб, по суті, не обмежений. Приклади основного металу включають в себе вуглецеві сталі, нержавіючі сталі і леговані сталі. Серед легованих сталей високолеговані сталі, такі як дуплексні нержавіючі сталі, містять легуючі елементи, такі як Cr, Ni і Mo, і сплав Ni, мають високу корозійну стійкість. Таким чином, при використанні цих високолегованих сталей в якості основного металу досягається чудова корозійна стійкість в корозійному середовищі, що містить сірководень, діоксид вуглецю і т.п.

Спосіб виготовлення

Спосіб виготовлення різьбового з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу розкритий нижче.

Спосіб виготовлення різьбового з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу включає етап формування шару мастильного покриття з використанням композиції згідно з прикладом здійснення даного винаходу для формування шару 21 мастильного покриття на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактної поверхні 44 з боку муфти або поверх такої поверхні.

Етап формування шару мастильного покриття

На етапі формування шару мастильного покриття суміш складових компонентів композиції, описану вище, розріджують шляхом додавання розчинника і / або шляхом нагрівання, і рідку суміш наносять на контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти. Композицію, яка була нанесена на контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну

поверхню 44 з боку муфти, при необхідності сушать, тим самим формуючи шар 21 мастильного покриття. Обмеження щодо станів шару 21 мастильного покриття відсутні. Стани шару 21 мастильного покриття включають, наприклад, твердий, в'язкий рідкий або напівтвердий.

Спочатку отримують композицію. Композицію, що не містить розчинника, можна отримати, наприклад, шляхом нагрівання суміші поліізобутилену, металевого мила, воску і основної

металевої солі ароматичної органічної кислоти до розплавленого стану і вимішування цих компонентів. Композиція може бути отримана з суміші порошків шляхом змішування всіх компонентів у формі порошку.

Композицію на основі розчинника можна отримати, наприклад, шляхом розчинення або диспергування поліізобутилену, металевого мила, воску і основної металевої солі ароматичної

органічної кислоти в леткому органічному розчиннику і їх змішування.

Для типу композиції без розчинника при нанесенні композиції може бути використаний процес нанесення розплаву. В процесі нанесення розплаву композицію нагрівають з розплавленням до рідкого стану з низькою в'язкістю. Композицію в рідкому стані можна наносити пістолетом-розпилювачем з функцією підтримки температури. Композицію нагрівають і плавлять в резервуарі, що містить відповідний механізм перемішування, подають через дозуючий насос до розпилювальної голівки (підтримуваної при заданій температурі) пістолета-розпилювача за допомогою компресора, і розпилюють. Температура нагріву становить, наприклад, від 90 до 130 °C. Температура витримки для внутрішньої частини резервуара і розпилювальної голівки регулюється відповідно до температури плавлення компонентів композиції. Замість нанесення покриття розпиленням можна використовувати інший спосіб нанесення, такий як нанесення пензлем або занурення. Температура, до якої нагрівається композиція, переважно перевищує температуру плавлення композиції на 10-50 °C. Перед нанесенням композиції контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти, на яку повинна бути нанесена композиція, переважно нагрівають до температури, що перевищує температуру плавлення основи. Це дозволяє забезпечити хороші властивості покриття.

У разі композиції на основі розчинника композицію у вигляді розчину наносять на контактну поверхню шляхом розпилення або іншим способом. У цьому випадку бажано, щоб в'язкість композиції регулювалася з можливістю нанесення композиції шляхом розпилення покриття в навколишньому середовищі при нормальній температурі і нормальному тиску.

В разі типу композиції, що не містить розчинника, шар 21 мастильного покриття формують шляхом охолодження композиції, нанесеної на контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти або поверх такої поверхні, із забезпеченням сушки розплавленої композиції. Процес охолодження можна проводити відомим способом. Приклади процесу охолодження включають природне охолодження і повітряне охолодження.

У разі типу композиції на основі розчинника, шар 21 мастильного покриття формують за рахунок сушки композиції, нанесеної на контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти або поверх такої поверхні. Процес сушіння можна проводити відомим способом. Приклади процесу сушіння включають в себе природну сушку, сушку на повітрі при низькій температурі і вакуумну сушку.

Охолодження може здійснюватися шляхом швидкого охолодження з використанням, наприклад, системи охолодження газоподібним азотом або системи охолодження діоксидом вуглецю. У разі швидкого охолодження здійснюється непрямим чином з поверхні, протилежної контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти, на яку була нанесена композиція (в разі муфти 4 - на зовнішній поверхні сталеві труби 1 або з'єднувальної муфти 2, а в разі ніпеля 3 - на внутрішній поверхні сталеві труби 1). Таким чином, можна запобігти руйнуванню шару 21 мастильного покриття, яке може бути викликане швидким охолодженням.

Спосіб виготовлення згідно з прикладом здійснення даного винаходу може містити наступні етапи перед етапом формування шару мастильного покриття.

Етап формування металізованого шару
Спосіб виготовлення різьбового з'єднання труб згідно прикладу здійснення даного винаходу може містити етап формування металізованого шару перед етапом формування шару мастильного покриття. Металізований шар може бути отриманий, наприклад, електроосадженням або механічним способом нанесення.

Електролітичне осадження

Електролітичне осадження являє собою, наприклад, обробку, при якій металізований шар утворюється шляхом електролітичного осадження. У разі формування металізованого шару електролітичним осадженням, металізований шар зі сплаву Zn може бути отриманий шляхом електролітичного осадження на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти. В якості альтернативи, при електролітичному осадженні металізований шар зі сплаву Zn може бути отриманий шляхом електролітичного осадження після надання шорсткості контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні 44 з боку муфти шляхом струменевої обробки або травлення.

Завдяки виконанню електролітичного осадження підвищується стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби і корозійна стійкість різьбового з'єднання труб. У разі формування металізованого шару прикладі етапу електролітичного осадження включають в себе: обробку шляхом нанесення одного металізованого шару з використанням металу Cu, Sn або Ni; обробку шляхом нанесення одного шару покриття, що містить сплав Cu-Sn; обробку шляхом нанесення одного шару покриття, що містить сплав Zn-Co; обробку шляхом нанесення одного шару покриття, що містить сплав Zn-Ni; обробку шляхом нанесення одного шару покриття, що містить сплав Cu-Sn-Zn; обробку шляхом нанесення двошарового покриття, що містить шар Cu і шар Sn; і обробку шляхом нанесення тришарового покриття, що містить шар Ni, шар Cu і шар Sn. Для сталеві труби 1, виконаної зі сталі з вмістом Cr 5 % або більше, переважними видами обробки є металізація сплавом Cu-Sn, двошарова металізація, при якій наносять покриття з міді та олова, і тришарова металізація, при якій застосовують металізацію Ni, металізацію Cu і металізацію Sn.

Електролітичне осадження може бути виконано відомим способом. Наприклад, спочатку готують гальванічну ванну, що містить іони металевих елементів, які повинні міститися в металізованому шарі. Потім контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти занурюють в гальванічну ванну. Потім через контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти, занурену в гальванічну ванну, пропускають струм, формуючи тим самим металізований шар на контактній поверхні 34 з боку ніпеля і / або контактній поверхні з боку муфти 44. Умови обробки, включаючи температуру гальванічної ванни і тривалість металізації, можуть бути встановлені відповідним чином.

Точніше кажучи, наприклад, в разі формування металізованого шару зі сплаву Cu-Sn-Zn, гальванічна ванна містить іони міді, іони олова і іони цинку. Переважний склад гальванічної ванни: Cu в кількості від 1 до 50 г/л, Sn в кількості від 1 до 50 г/л і Zn в кількості від 1 до 50 г/л. Умови електролітичного осадження, наприклад, такі: pH гальванічної ванни від 1 до 10, температура гальванічної ванни близько 60 °C, щільність струму від 1 до 100 А/дм² і час обробки від 0,1 до 30 хвилин.

В разі формування металізованого шару зі сплаву Zn-Ni гальванічна ванна містить іони цинку і іони нікелю. Переважний склад гальванічної ванни: Zn в кількості від 1 до 100 г/л і Ni в кількості від 1 до 50 г/л. Умови електролітичного осадження, наприклад, такі: pH гальванічної ванни від 1 до 10, температура гальванічної ванни близько 60 °C, щільність струму від 1 до 100 А/дм² і час обробки від 0,1 до 30 хвилин.

Механічне нанесення покриття

Механічне нанесення покриття - це обробка, яка може виконуватися шляхом механічного нанесення покриття, при якому частинки можуть накладатися на матеріал, що покривається, всередині обертового барабана, або шляхом нарощування покриття, при якому частинки накладаються на матеріал, що покривається, з використанням струменевого апарату.

У способі виготовлення різьбового з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу поверхня, що контактує з шаром 21 мастильного покриття, може бути піддана струменевій обробці або травленню. Шорсткість поверхні може бути отримана за рахунок струменевої обробки або травлення. Під "поверхнею, що контактує з шаром 21 мастильного покриття" розуміють контактну поверхню 34 з боку ніпеля в разі, якщо на контактній поверхні 34 з боку ніпеля відсутній металізований шар, і металізований шар в разі, якщо на контактній поверхні 34 з боку ніпеля виконаний металізований шар. Під "поверхнею, що контактує з шаром 21 мастильного покриття" розуміють контактну поверхню 44 з боку муфти в разі, якщо на контактній поверхні 44 з боку муфти відсутній металізований шар, і металізований шар в разі, якщо на контактній поверхні 44 з боку муфти виконаний металізований шар.

Струменева обробка

Струменева обробка являє собою, наприклад, обробку, при якій для нанесення частинок на матеріал, що покривається, використовують струменевий апарат. Струменева обробка являє собою, наприклад, піскоструменеву обробку. Піскоструменева обробка є обробкою, при якій

абразивний матеріал (абразив) змішують зі стисненим повітрям, і отриману суміш подають на контактні поверхні 34, 44. До прикладів абразивного матеріалу відноситься матеріал у вигляді сферичної дробу і кутастих дрібних частинок. Шорсткість контактної поверхні 34 з боку ніпеля, контактної поверхні 44 з боку муфти або металізованого шару може бути збільшена за допомогою піскоструменевої обробки. Піскоструменева обробка може бути виконана відомим способом. Наприклад, повітря стискають компресором, і абразивний матеріал змішують зі стисненим повітрям. Як абразивний матеріал використовують, наприклад, нержавіючу сталь, алюміній, кераміку або оксид алюмінію. Умови, такі як швидкість просування при піскоструменевій обробці, можуть бути встановлені відповідним чином.

Обробка травленням

Обробка травленням є обробкою, при якій для додання шорсткості контактній поверхні 34 або 44 контактну поверхню 34 з боку ніпеля і / або контактну поверхню 44 з боку муфти занурюють в розчин сильної кислоти, такої як сірчана кислота, соляна кислота, азотна кислота або плавикова кислота. Завдяки цьому може бути збільшена шорсткість контактної поверхні 34 або 44.

Обробка за допомогою хімічної конверсії

Спосіб виготовлення різьбового з'єднання труб згідно з прикладом здійснення даного винаходу може містити етап обробки за допомогою хімічної конверсії перед етапом формування шару мастильного покриття. Обробка за допомогою хімічної конверсії є обробкою, при якій утворюється пористий шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії і відрізняється високою шорсткістю поверхні. Обробка за допомогою хімічної конверсії може являти собою обробку за допомогою хімічної конверсії фосфатів, обробку за допомогою хімічної конверсії оксалатів, і обробку за допомогою хімічної конверсії боратів. З точки зору адгезійної здатності шару 21 мастильного покриття переважна обробка за допомогою хімічної конверсії фосфатів. Обробка за допомогою хімічної конверсії фосфатів являє собою, наприклад, обробку за допомогою хімічної конверсії фосфатів з використанням фосфату марганцю, фосфату цинку, фосфату марганцю-заліза або фосфату кальцію-цинку.

Обробка за допомогою хімічної конверсії може бути виконана відомим способом. Розчин для обробки може бути звичайним кислотним розчином для обробки за допомогою хімічної конверсії фосфатів для оцинкованих виробів. Як приклад для обробки за допомогою хімічної конверсії може бути згаданий розчин фосфату цинку, що містить від 1 до 150 г/л іонів фосфату, від 3 до 70 г/л іонів цинку, від 1 до 100 г/л іонів нітрату і від 0 до 30 г/л іонів нікелю. Також для обробки за допомогою хімічної конверсії можуть бути використані розчини фосфату марганцю, які зазвичай використовуються для різьбових з'єднань труб. Температура розчину знаходиться, наприклад, в діапазоні від нормальної температури до 100 °C. Час обробки може бути встановлено відповідним чином, в залежності від бажаної товщини шару і, наприклад, може становити 15 хвилин. Щоб сприяти утворенню шару, отриманого за допомогою хімічної конверсії, перед обробкою за допомогою хімічної конверсії може бути проведена модифікація поверхні. Під "модифікацією поверхні" розуміють обробку, що включає занурення в водний розчин, що містить колоїдний титан, для модифікації поверхні. Після обробки за допомогою хімічної конверсії переважна промивка водою або теплою водою перед сушінням.

Хоча в наведеному вище прикладі перед утворенням шару мастильного покриття виконується тільки один вид обробки, допускається виконання декількох видів обробки в комбінації.

Що стосується обробки (обробок), що виконується перед утворенням шару мастильного покриття, то ніпель 3 і муфта 4 можуть бути піддані однієї і тій же обробці (обробкам), або ніпель 3 і муфта 4 можуть бути піддані різним видам обробки.

Приклад

Приклад виконання даного винаходу буде розкритий нижче. Слід зауважити, що даний винахід не обмежується цим прикладом. В даному прикладі контактну поверхню з боку ніпеля називають поверхнею ніпеля, а контактну поверхню з боку муфти називають поверхнею муфти. Якщо не вказано інше, відсоток в прикладі означає відсоток за масою.

В даному прикладі в якості різьбового з'єднання труб використовували VAM21 (зареєстрована торгова марка) виробництва NIPPON STEEL CORPORATION. VAM21 (зареєстрована торгова марка) являє собою різьбове з'єднання труб, що мають зовнішній діаметр 177,80 мм (7 дюймів) і товщину стінки 11,506 мм (0,453 дюйма). Марка сталі - вуглецева сталь. Вуглецева сталь мала такий склад: 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 %, решта Fe і випадкові домішки.

Попередня обробка поверхні була виконана на поверхні ніпеля і поверхні муфти, як показано в Таблиці 1. Цифри в стовпці "Попередня обробка поверхні" в таблиці 1 показують

порядок, в якому виконувалася підготовча обробка поверхні. Наприклад, в разі "1. Чистове шліфування, 2. Фосфат цинку", було виконано чистове шліфування з подальшою обробкою за допомогою хімічної конверсії фосфату цинку. В процесі піскоструменевої обробки використовувалося абразивне зерно 100 меш, і була отримана шорстка поверхня. Середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra для кожного номера випробування відповідає Таблиці 1. Середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra було виміряно відповідно до JIS B 0601 (2013). Вимірювання середнього арифметичного значення шорсткості поверхні Ra виконували за допомогою скануючого зондового мікроскопа (SPI 3800N, виробництва SII NanoTechnology Inc.). Умовами вимірювання була кількість отриманих точок даних 1024 x 1024 в областях вибірки 2 мкм x 2 мкм в якості блоку отриманих даних. Товщину сплаву Zn-Ni вимірювали вищезазначеним способом.

Таблиця 1

Випробування №	Ніпель		Муфта	
	Попередня обробка поверхні	Середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra, (мкм)	Попередня обробка поверхні	Середнє арифметичне значення шорсткості поверхні Ra, (мкм)
1	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
2	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,2
3	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,2
4	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,2
5	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Металізація Zn-Ni (товщина покриття: 8,0 мкм)	0,5
6	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Піскоструменева обробка	1,8	2. Піскоструменева обробка	1,8
7	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Піскоструменева обробка	1,8	2. Піскоструменева обробка	1,8
8	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,2
9	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,3
10	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,3
11	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,3
12	1. Чистове шліфування	0,3	1. Чистове шліфування	0,3
	2. Фосфат цинку	1,0	2. Фосфат марганцю	1,3

Після цього були підготовлені ніпель і муфта для кожного номера випробувань з шарами мастильного покриття, утвореними з використанням відповідних композицій, що мають хімічний склад, показаний в Таблиці 2. У дужках в стовпці "Нелеткі компоненти композиції" в таблиці 2

5 показано вміст у вагових відсотках, яке засноване на загальній кількості нелетких компонентів композиції. В якості поліізобутилену використовувалися наступні речовини, вироблені JXTG Nippon Oil & Energy Corporation: Tetrax (зареєстрована торгова марка) клас 3Т (середня молекулярна маса 30000), Tetrax (зареєстрована торгова марка) клас 4Т (середня молекулярна маса 40000), Tetrax (зареєстрована торгова марка) клас 5Т (середня молекулярна маса 50000) і

10 Tetrax (зареєстрована торгова марка) клас 6Т (середня молекулярна маса 60000). В якості металевого мила використовували Ca-stearate (торгова назва), вироблений DIC Corporation. В якості воску був використаний Paraffin Wax (торгова назва), вироблений Nippon Seiro Co., Ltd. В якості основної металевої солі ароматичної органічної кислоти використовували Calcinate (торгова назва) C400CLR (лужне число 400 мг KOH/г), вироблений Chemtura Corporation, в

15 якості основного сульфоната кальцію. У разі використання графіту як мастильного порошку застосовували графітовий порошок "Blue P" (торгова назва) (зольність 3,79 %, кристалічність 96,9 %, середній розмір частинок 7 мкм), вироблений Nippon Graphite Industries, Co., Ltd. У разі використання ПТФЕ як мастильного порошку застосовували Lubron (зареєстрована торгова марка) L-5F, вироблений Daikin Industries, Ltd. В якості леткого органічного розчинника

20 використовували Exxsol (торгова назва) D40, вироблений Exxon Mobil Corporation. Леткий органічний розчинник показаний як органічний розчинник в таблиці 2. Слід зауважити, що у випробуванні № 12 замість композиції використовували компаундне консистентне мастило, визначену в стандартах API BUL 5A2. Приклад, в якому використовували компаундне консистентне мастило, був прийнятий в якості еталону для характеристики високого крутного моменту, що описано нижче.

25

Таблиця 2

Випро- бування№	Нелеткі компоненти композиції (Числове значення в дужках показує вміст у вагових%)					Органічний розчинник (На загальну кількість 100 г нелетких компонентів)	Спосіб нанесення
	Середня молекулярна вага поліізобутилену	Металеве мило	Віск	Основна металева сіль ароматичної органічної кислоти	Мастильний порошок		
1	60000 (5)	Стеарат Ca (15)	Paraffin Wax (20)	Основний сульфонат Ca (60)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення
2	60000 (20)	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (55)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення
3	60000 (25)	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (10)	Основний сульфонат Ca (55)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення
4	60000 (30)	Стеарат Ca (5)	Paraffin Wax (5)	Основний сульфонат Ca (60)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення
5	60000 (20)	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (50)	Графіт 5	Відсутній	Нагрітий спрей
6	60000 (2)	Стеарат Ca (14)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (60)	ПТФЕ (9)	30 г	Нормальна температура розпилення
7	60000 (40)	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (26)	ПТФЕ (9)	30 г	Нормальна температура розпилення
8	30000 (20)	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (55)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення

9	40000 (20)	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (55)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення
10	50000 (20)	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (55)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення
11	Відсутній	Стеарат Ca (10)	Paraffin Wax (15)	Основний сульфонат Ca (75)	Відсутній	30 г	Нормальна температура розпилення
12	Компаундне консистентне мастило, визначене в стандартах API BUL 5A2						Щітка

Випробування № 1

У випробуванні № 1 чистове механічне шліфування виконували на поверхні ніпеля і поверхні муфти. Після цього композицію для формування шару мастильного покриття наносили як на поверхню ніпеля, так і на поверхню муфти шляхом розпилення при нормальній температурі (приблизно 25 °C) з утворенням шарів мастильного покриття. Що стосується товщини покриття шару мастильного покриття, цільову середню товщину покриття обчислювали з використанням ваги і питомої ваги композиції, що підлягає нанесенню на одиницю площі за одиницю часу, на основі заздалегідь заданого тиску розпилення і відстані до цільової поверхні, і нанесення виконували таким чином, щоб товщина становила від 120 до 150 мкм.

Випробування № 2 - випробування № 4 і випробування № 8 - випробування № 10

У випробуваннях № 2 - № 4 та випробуваннях № 8 - № 10 чистове механічне шліфування виконували на поверхні ніпеля і поверхні муфти. Ніпель занурювали в розчин для обробки за допомогою хімічної конверсії фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °C на 10 хвилин з утворенням шару фосфату цинку товщиною 10 мкм. Муфту занурювали в розчин для обробки за допомогою хімічної конверсії фосфату марганцю при температурі від 80 до 95 °C протягом 10 хвилин з утворенням шару фосфату марганцю товщиною 12 мкм. Після цього композицію для формування шару мастильного покриття наносили як на поверхню ніпеля, так і на поверхню муфти шляхом розпилення при нормальній температурі (приблизно 20 °C) з утворенням шарів мастильного покриття. Що стосується товщини шару мастильного покриття, цільову середню товщину покриття обчислювали з використанням ваги і питомої ваги композиції, що підлягає нанесенню на одиницю площі за одиницю часу, на підставі заздалегідь заданого тиску розпилення і відстані до цільової поверхні, і нанесення виконували таким чином, щоб товщина становила від 120 до 150 мкм.

Випробування № 5

У випробуванні № 5 чистове механічне шліфування виконували на поверхні ніпеля. Ніпель занурювали в розчин для обробки за допомогою хімічної конверсії фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °C на 10 хвилин з утворенням шару фосфату цинку товщиною 10 мкм. Шар мастильного покриття формували на ньому шляхом нанесення з утворенням шару мастильного покриття на шарі фосфату цинку шляхом розпилення при нормальній температурі (приблизно 25 °C). Що стосується товщини покриття шару мастильного покриття, цільову середню товщину покриття обчислювали з використанням ваги і питомої ваги композиції, що підлягає нанесенню на одиницю площі за одиницю часу, на основі заздалегідь заданого тиску розпилення і відстані до цільової поверхні, і нанесення виконували таким чином, щоб товщина становила від 120 до 150 мкм.

Чистове механічне шліфування виконували на поверхні муфти. Металізацію сплавом Zn-Ni виконували шляхом електролітичного осадження з утворенням на ньому металізованого шару зі сплаву Zn-Ni. В якості гальванічної ванни для металізації сплавом Zn-Ni використовували DAIN Zin alloy N-PL (торгова назва), вироблену Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. Електролітичне осадження виконували в умовах pH гальванічної ванни 6,5, температура гальванічної ванни 25 °C, щільність струму 2 А/дм² і час обробки 18 хвилин. Металізований шар сплаву Zn-Ni мав склад Zn 85 % і Ni 15 %. Шар мастильного покриття був утворений на ньому шляхом нанесення композиції для формування шару мастильного покриття методом розпилення з нагріванням (приблизно до 110 °C) і повільного охолодження. Що стосується товщини покриття шару мастильного покриття, цільову середню товщину покриття обчислювали з використанням ваги і питомої ваги композиції, що підлягає нанесенню на одиницю площі за одиницю часу, на основі заздалегідь заданого тиску розпилення і відстані до цільової поверхні, і нанесення виконували таким чином, щоб товщина становила від 120 до 150 мкм.

Випробування № 6 і випробування № 7

У випробуванні № 6 і № 7 чистове механічне шліфування виконували на поверхні ніпеля і поверхні муфти. Після цього за допомогою струменевої обробки поверхні ніпеля і поверхні муфти надавали шорсткість. Після цього композицію для формування шару мастильного покриття наносили як на поверхню ніпеля, так і на поверхню муфти шляхом розпилення при нормальній температурі (приблизно 20 °C) з утворенням шарів мастильного покриття. Що стосується товщини покриття шару мастильного покриття, цільову середню товщину покриття обчислювали з використанням ваги і питомої ваги композиції, що підлягає нанесенню на одиницю площі за одиницю часу, на основі заздалегідь заданого тиску розпилення і відстані до цільової поверхні, і нанесення виконували таким чином, щоб товщина становила від 120 до 150 мкм.

Випробування № 11

У випробуванні № 11 чистове механічне шліфування виконували на поверхні ніпеля і поверхні муфти. Поверхню ніпеля занурювали в розчин для обробки за допомогою хімічної конверсії фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °C на 10 хвилин з утворенням шару фосфату цинку товщиною 10 мкм. Поверхню муфти занурювали в розчин для обробки за допомогою хімічної конверсії фосфату марганцю при температурі від 80 до 95 °C на 10 хвилин з утворенням шару фосфату марганцю товщиною 12 мкм. Після цього композицію для формування шару мастильного покриття наносили як на поверхню ніпеля, так і на поверхню муфти шляхом розпилення при нормальній температурі (приблизно 25 °C) з утворенням шарів мастильного покриття. Що стосується товщини покриття шару мастильного покриття, цільову середню товщину покриття обчислювали з використанням ваги і питомої ваги композиції, що підлягає нанесенню на одиницю площі за одиницю часу, на основі заздалегідь заданого тиску розпилення і відстані до цільової поверхні, і нанесення виконували таким чином, щоб товщина становила від 120 до 150 мкм. У випробуванні № 11 композиція не містила поліізобутилену.

Випробування № 12

У випробуванні № 12 поверхню ніпеля і поверхню муфти піддавали чистовій механічній шліфовці і обробці за допомогою хімічної конверсії фосфату. Після цього на поверхню ніпеля і поверхню муфти за допомогою кисті наносили присадку за стандартами API. Термін "Присадка за стандартами API" відноситься до різьбових з'єднань трубних виробів нафтопромислового сортаменту, вироблених відповідно до стандарту API BUL 5A2. Встановлено, що в присадці за стандартами API в якості основного матеріалу використовується мастило і міститься графітовий порошок у кількості $18 \pm 1,0$ %, свинцевий порошок у кількості $30,5 \pm 0,6$ % і пластифікатор міді в кількості $3,3 \pm 0,3$ %. Слід зауважити, що в цьому діапазоні компонентів компаундні консистентні мастила для різьби трубних виробів нафтопромислового сортаменту мають еквівалентні характеристики.

Випробування на стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби

Оцінка стійкості до утворення поверхневого пошкодження різьби проводилася за допомогою випробування на повторне згвинчування. Використовуючи ніпелі і муфти з випробувань № 1-12, згвинчування і розгвинчування повторювали при кімнатній температурі (близько 25 °C), і оцінювали стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби. Було встановлено крутий момент затягування 24350 Н·м. По завершенні кожного циклу згвинчування і розгвинчування візуально оглядали поверхню ніпеля і поверхню муфти. Виникнення поверхневого пошкодження різьби на різьбових ділянках і ділянках металевого ущільнення перевіряли візуально. Що стосується ділянок металевого ущільнення, випробування завершувалося при виникненні поверхневого пошкодження різьби. Якщо поверхнєве пошкодження різьби на різьбовій частині було незначним і могло бути відремонтовано шляхом відновлення обпилюванням або подібним способом, поверхнєве пошкодження різьби усували і продовжували випробування. Максимальна кількість випадків згвинчування прийнята рівною 15. В якості оціночного показника стійкості до утворення поверхневого пошкодження різьби було прийнято максимальну кількість випадків, в яких згвинчування відбувалося без утворення непереборного поверхневого пошкодження різьби на різьбовій частині і поверхневого пошкодження різьби на ділянці металевого ущільнення. Результати показані в стовпці "Стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби (кількість випадків, в яких згвинчування відбувалося без утворення непереборного поверхневого пошкодження різьби на різьбовій ділянці або поверхневого пошкодження різьби на ділянці металевого ущільнення)" в таблиці 3.

Слід зауважити, що у випробуванні № 12 мастило по стандартам API застосовувалося повторно і використовувалося заново при кожному згвинчуванні і розгвинчуванні. Це пов'язано з тим, що, як правило, мастило по стандартам API наноситься повторно і використовується заново при кожному згвинчуванні і розгвинчуванні. Крім того, вищезгаданий спосіб використання є єдиним способом, який передбачається в якості способу використання присадки за

стандартами API. З іншого боку, у випробуваннях № 1 - № 11 відповідні випробування тривали без повторного формування шару мастильного покриття до завершення випробування.

Таблиця 3

Випробування №	Стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби (кількість випадків, в яких згвинчування відбувалося без застосування непереборного поверхневого пошкодження різьби на різьбовій ділянці або поверхневого пошкодження різьби на ділянці металевго ущільнення)	Крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ (відносне значення)
1	15	120
2	15	138
3	15	144
4	15	151
5	15	130
6	15	110
7	10	143
8	15	120
9	15	115
10	15	128
11	10	60
12	10	100

5 Оціночні випробування характеристики високого крутного моменту

3 Використанням ніпелів і муфт з випробувань № 1-12 було виміряно крутний момент при опорі упору $\Delta T'$. Зокрема, згвинчування виконували при швидкості затягування 10 об/хв і крутному моменті затягування 42,8 кН·м. Вимірювали крутний момент під час згвинчування і складали діаграму крутного моменту, показану на Фіг. 12. Посилальні позначення "Ts" на Фіг. 12 позначають крутний момент упору. Посилальні позначення "MTV" на Фіг. 12 позначають значення крутного моменту, при якому лінійний сегмент L і графік крутного моменту перетинаються. Лінійний сегмент L являє собою пряму лінію, яка має той же нахил, що і нахил лінійної області графіка крутного моменту після упору, і для якої число обертів на 0,2 % більше перевищує зазначену вище лінійну область. Зазвичай T_u (крутний момент на межі текучості) використовується при вимірюванні крутного моменту при опорі упору $\Delta T'$. Однак в даному прикладі крутний момент на межі текучості (межа між лінійною областю та нелінійною областю на діаграмі крутного моменту після упору) був невиразним. Тому MTV був визначений з використанням лінійного сегмента L. Різниця між MTV і Ts була прийнята за крутний момент при опорі упору $\Delta T'$ даного прикладу. Характеристика високого крутного моменту визначена у вигляді відносного значення по відношенню до крутного моменту при опорі упору $\Delta T'$, коли в випробуванні № 12 замість шару мастильного покриття була використана присадка по стандартам API як еталон (100). Результати представлені в Таблиці 3.

Результати оцінки

Як показано в таблицях 1-3, композиції для формування шарів мастильного покриття різьбових з'єднань труб в випробуваннях № 1-10 містили поліізобутилен. Таким чином, навіть при 10-кратному повторенні згвинчування і розгвинчування поверхневе пошкодження різьби відсутнє, а різьбові з'єднання труб демонстрували високу стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби. Крім того, різьбові з'єднання труб показали чудову характеристику високого крутного моменту, причому характеристика високого крутного моменту перевищила 100.

У різьбових з'єднаннях труб в випробуваннях № 1-5 і випробуваннях № 8-10 вміст поліізобутилену становило від 5 до 30 %. В результаті характеристика високого крутного моменту була поліпшена набагато більше, ніж в різьбовому з'єднанні труб в випробуванні № 6 (вміст поліізобутилену менше 5 %). Крім того, кількість випадків згвинчування, які можуть бути виконані без утворення поверхневого пошкодження різьби, була вище, ніж для різьбового з'єднання труб в випробуванні № 7 (вміст поліізобутилену вище 30 %), і, таким чином різьбові з'єднання труб в випробуваннях № 1-5 і випробуваннях № 8-10 показали навіть більш високу стійкість до утворення поверхневого пошкодження різьби.

З іншого боку, композиція для формування шару мастильного покриття різьбового з'єднання труб в випробуванні № 11 не містила поліізобутилену. Внаслідок цього, кількість випадків, в яких згвинчування можна було виконати без утворення поверхневого пошкодження різьби, і характеристика високого крутного моменту були низькими.

5 Вище був описаний приклад здійснення даного винаходу. Однак вищевикладений приклад здійснення винаходу є одним із прикладів реалізації цього винаходу. Відповідно, даний винахід не обмежується вищеописаним прикладом здійснення, і згаданий вище приклад здійснення винаходу може бути відповідним чином змінений в межах обсягу без відхилення від суті винаходу.

10 Перелік посилальних позначень

1: Сталева труба

2: З'єднувальна муфта

3: Ніпель

4: Муфта

15 21: Шар мастильного покриття

31: Різьбова ділянка з боку ніпеля

32: Ділянка металевого ущільнення з боку ніпеля

33: Ділянка упору з боку ніпеля

34: Контактна поверхня з боку ніпеля

20 41: Різьбова ділянка з боку муфти

42: Ділянка металевого ущільнення з боку муфти

43: Ділянка упору з боку муфти

44: Контактна поверхня з боку муфти

25

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Композиція для формування шару мастильного покриття на різьбовому з'єднанні труб або поверх нього, що містить поліізобутилен в кількості від 5 до 30 мас. %, металеве мило, віск і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти, при цьому загальна кількість нелетких компонентів в композиції прийнята за 100 мас. %.

2. Композиція за п. 1, яка за умови, що загальна кількість нелетких компонентів в композиції прийнята за 100 мас. %, містить поліізобутилен в кількості від 5 до 30 мас. %, металеве мило в кількості від 2 до 30 мас. %, віск в кількості від 2 до 30 мас. % і основну металеву сіль ароматичної органічної кислоти в кількості від 10 до 70 мас. %.

35 3. Композиція за п. 1 або п. 2, яка додатково містить мастильний порошок.

4. Композиція за п. 3, яка, якщо загальна кількість нелетких компонентів в композиції прийнята за 100 мас. %, містить мастильний порошок у кількості від 0,5 до 20 мас. %.

5. Композиція за п. 3 або п. 4, в якій мастильний порошок являє собою графіт і/або політетрафторетилен.

40 6. Композиція за будь-яким з пп. 1-5, яка додатково містить леткий органічний розчинник.

7. Різьбове з'єднання труб, що містить: ніпель, який має контактну поверхню з боку ніпеля, що містить різьбову ділянку з боку ніпеля; муфту, яка має контактну поверхню з боку муфти, що містить різьбову ділянку з боку муфти; і шар мастильного покриття, що містить композицію за будь-яким з пп. 1-6, як крайній зовнішній шар на контактній поверхні з боку ніпеля і/або контактній поверхні з боку муфти або поверх цієї поверхні.

8. Різьбове з'єднання труб за п. 7, в якому різьбове з'єднання містить шар мастильного покриття на контактній поверхні з боку ніпеля або поверх неї.

9. Різьбове з'єднання труб за п. 8, в якому різьбове з'єднання додатково містить металізований шар між контактною поверхнею з боку ніпеля і шаром мастильного покриття.

50 10. Різьбове з'єднання труб за п. 9, яке додатково містить шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, між шаром мастильного покриття і металізованим шаром.

11. Різьбове з'єднання труб за п. 8 або п. 9, в якому в разі, якщо різьбове з'єднання труб не містить металізованого шару, контактна поверхня з боку ніпеля являє собою поверхню, піддану струменевій обробці і/або травленню, і в разі, якщо різьбове з'єднання труб містить металізований шар, поверхня металізованого шару являє собою поверхню, піддану струменевій обробці і/або травленню.

12. Різьбове з'єднання труб за п. 7, яке містить шар мастильного покриття на контактній поверхні з боку муфти або поверх цієї поверхні.

60 13. Різьбове з'єднання труб за п. 12, яке додатково містить металізований шар між контактною поверхнею з боку муфти і шаром мастильного покриття.

14. Різьбове з'єднання труб за п. 13, яке додатково містить шар, отриманий за допомогою хімічної конверсії, між шаром мастильного покриття і металізованим шаром.

15. Різьбове з'єднання труб за п. 12 або п. 13, в якому в разі, якщо різьбове з'єднання труб не містить металізованого шару, контактна поверхня з боку муфти є поверхнею, підданою струменевій обробці і/або травленню, і в разі, якщо різьбове з'єднання труб містить металізований шар, поверхня металізованого шару являє собою поверхню, піддану струменевій обробці і/або травленню.

16. Різьбове з'єднання труб за будь-яким з пп. 7-15, в якому контактна поверхня з боку ніпеля додатково містить ділянку металевого ущільнення з боку ніпеля і ділянку упору з боку ніпеля, і контактна поверхня з боку муфти додатково містить ділянку металевого ущільнення з боку муфти і ділянку упору з боку муфти.

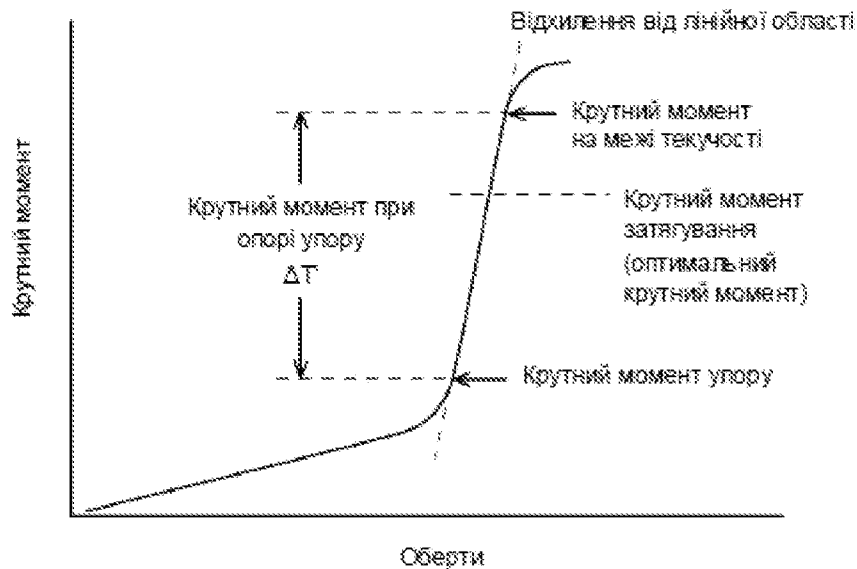


Fig. 1

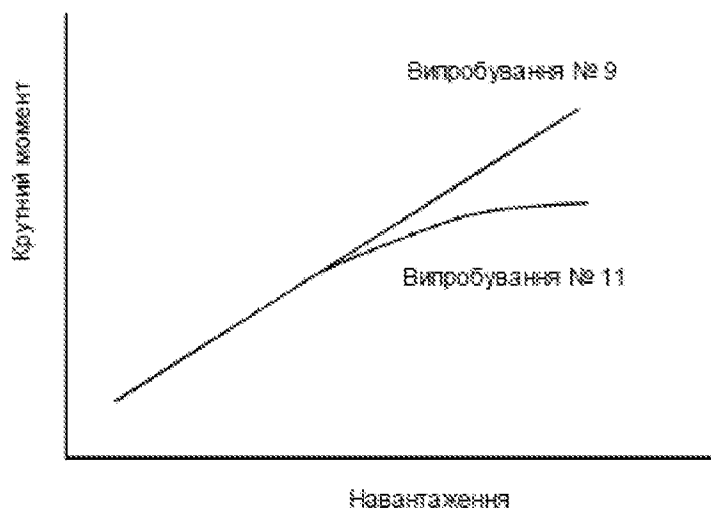
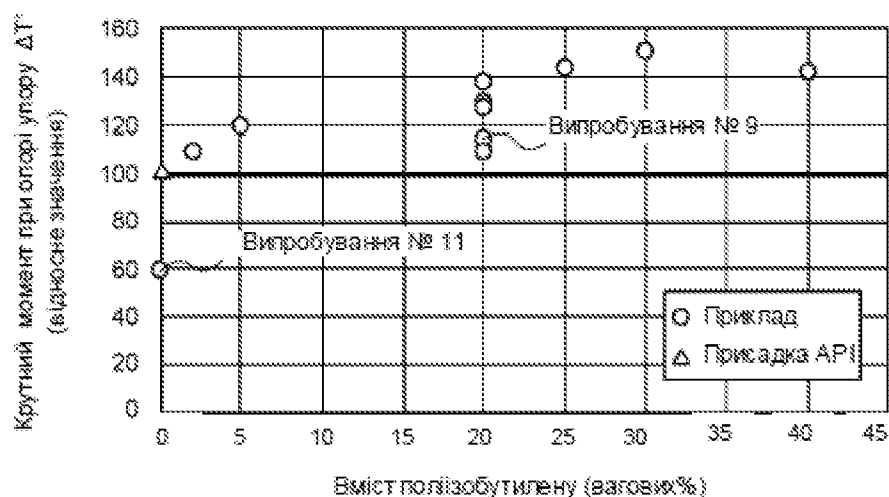
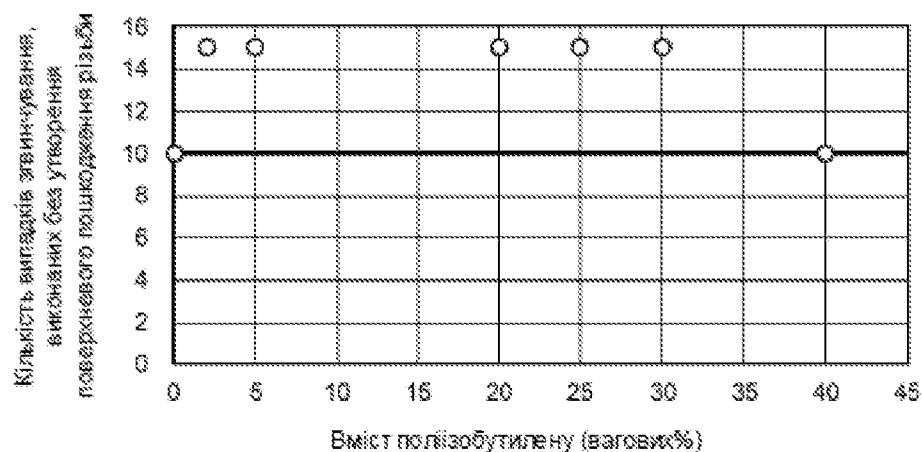


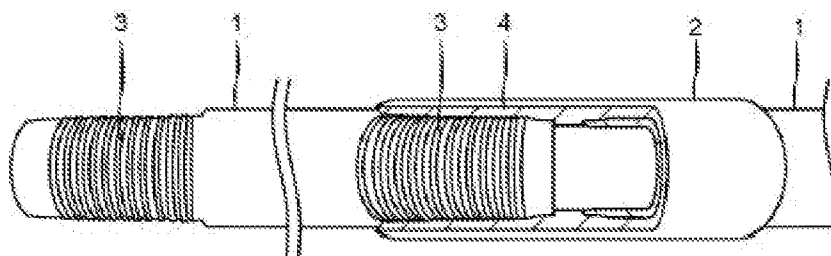
Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

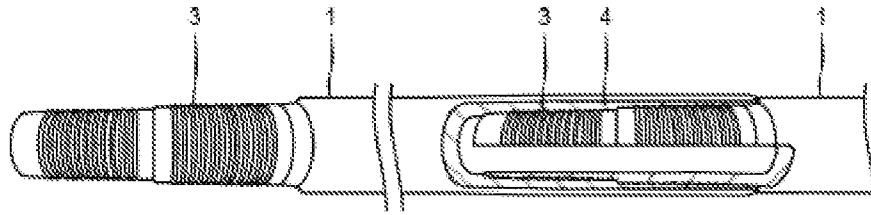


Fig. 6

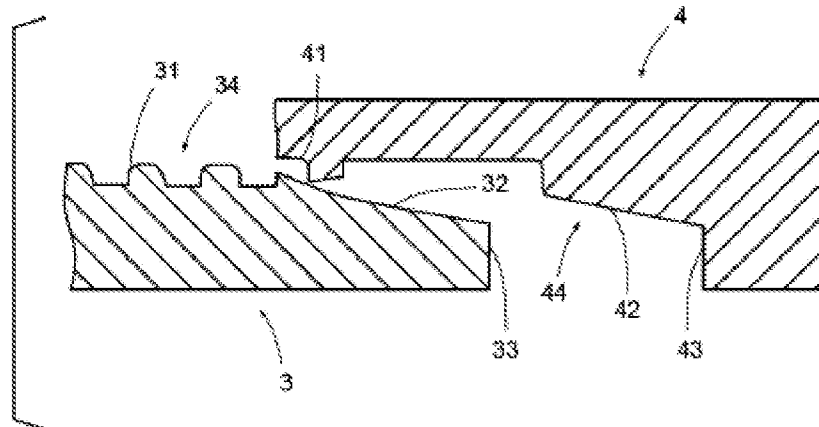


Fig. 7

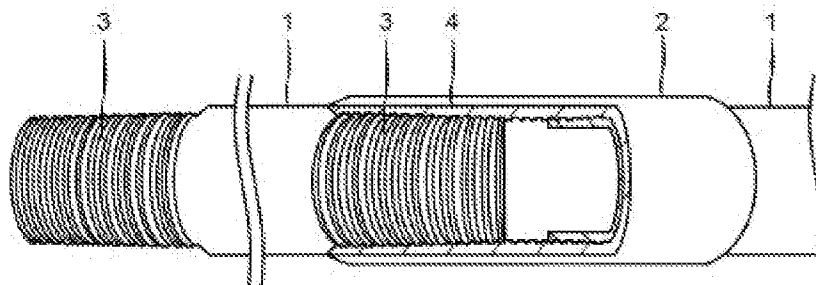


Fig. 8

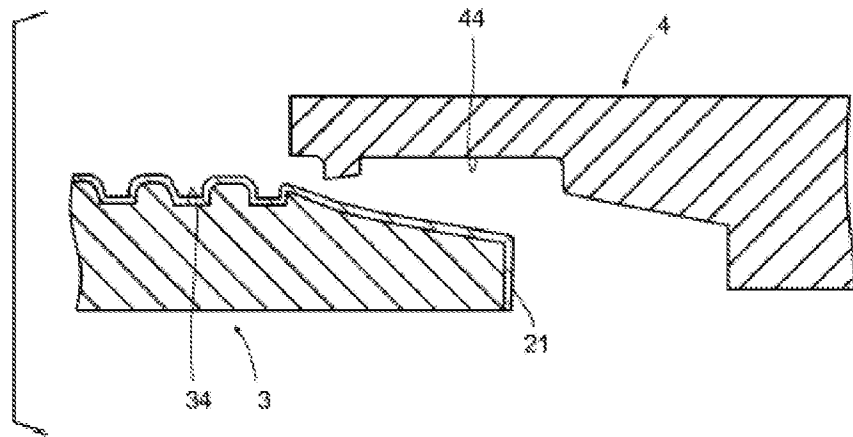


Fig. 9

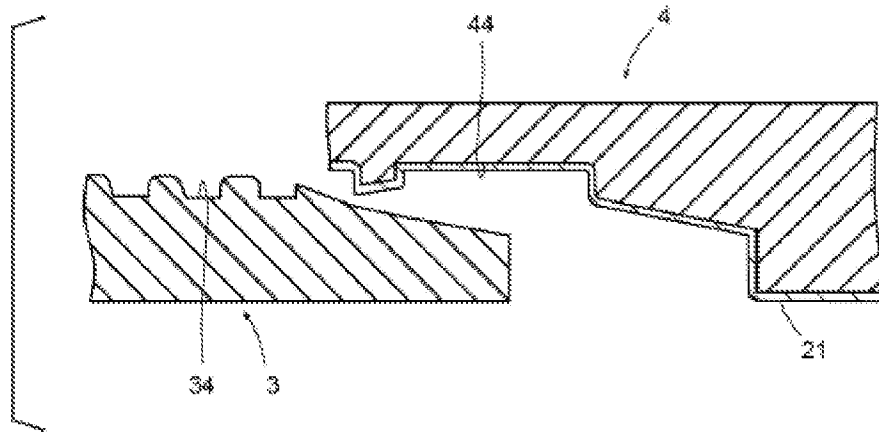


Fig. 10

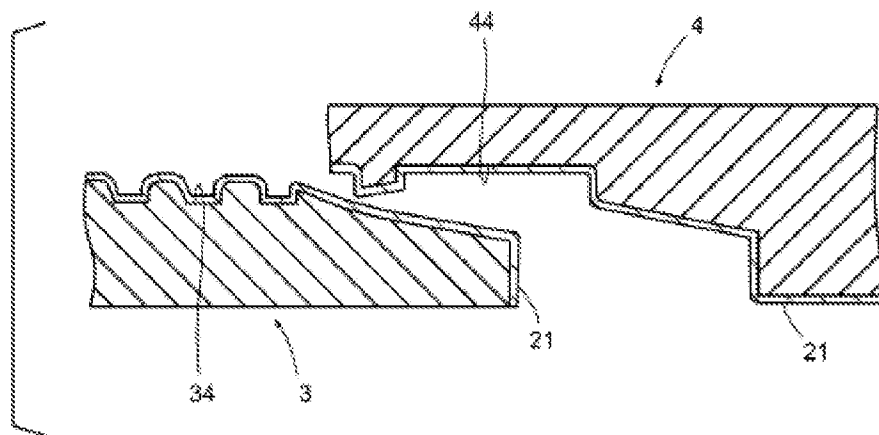


Fig. 11

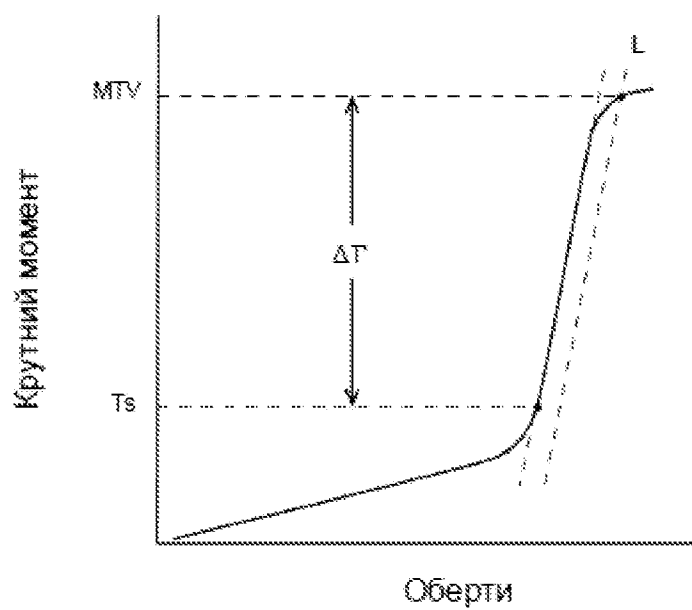


Fig. 12