

**УКРАЇНА****(19) UA****(11) 110685****(13) C2****(51) МПК****F16L 15/04 (2006.01)****E21B 17/042 (2006.01)**

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2014 13778	(72) Винахідник(и):	Гото Куніо (JP)
(22) Дата подання заявки:	21.05.2013	(73) Власник(и):	НІППОН СТІЛ ЕНД СУМІТОМО МЕТАЛ КОРПОРЕЙШН,
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.01.2016		6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071, Japan (JP),
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2012-117550		ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС,
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	23.05.2012		54, rue Anatole France, 59620 Aulnoye- Aymeries, France (FR)
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	JP	(74) Представник:	Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.02.2015, Бюл.№ 3	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	WO 2007/026970 A1, 08.03.2007 WO 2010/114168 A1, 07.10.2010 WO 2010/140703 A1, 09.12.2010 WO 2007/063079 A1, 07.06.2007 UA 96988 C2, 26.12.2011
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.01.2016, Бюл.№ 2		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/JP2013/064558, 21.05.2013		

(54) ТРУБНЕ НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ З ПОЛІПШЕНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ВИСОКОМОМЕНТНОГО ЗГВИНЧУВАННЯ**(57) Реферат:**

У трубному нарізному з'єднанні, яке складається з ніпеля 1 і муфти 2, кожний з яких має контактну поверхню, що містить нарізну ділянку і металеву контактну ділянку, яка не має різі, що включає ущільнюючу ділянку і упорну ділянку, на ділянці, що включає упорну ділянку контактної поверхні (наприклад, на металевій контактній ділянці, яка не має різі, що включає упорну ділянку і ущільнюючу ділянку) щонайменше одного елемента з ряду, що містить ніпель і муфту, сформовано тверде мастильне покриття 10 з відносно високою твердістю за Кнупом, а на щонайменше одній іншій ділянці контактної поверхні (наприклад, на нарізній ділянці) сформоване тверде мастильне покриття 11 з відносно низькою твердістю за Кнупом. Таке трубне нарізне з'єднання має прекрасну стійкість до задирок, газонепроникність і стійкість до корозії, і оскільки воно має велику ΔT , упорні ділянки важко піддаються пластичній деформації, навіть якщо згвинчування здійснюється з високим моментом, що дозволяє здійснювати стабільне згвинчування.

UA 110685 C2

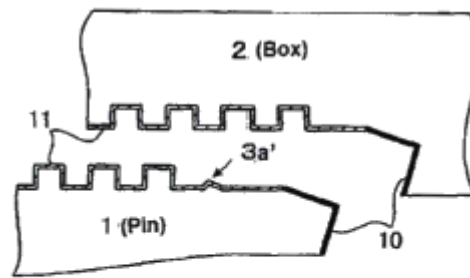


Fig. 5

Даний винахід стосується трубного нарізного з'єднання для з'єднання сталевих труб і, зокрема, трубних виробів нафтогазопромислового сортаменту. Трубне нарізне з'єднання за даним винаходом здатне надійно чинити опір задирам без використання консистентних мастил, таких як компаундоване консистентне мастило, що раніше наносилося на нарізні з'єднання при згинчуванні трубних виробів нафтогазопромислового сортаменту. У результаті, трубне нарізне з'єднання за даним винаходом дозволяє запобігти шкідливим ефектам компаундованого мастила на навколишнє середовище і людину. Додатково, з'єднання важко піддається пластичній деформації, навіть якщо згинчування відбувається з високим моментом, тому при адекватному припуску можна забезпечити стабільне щільне з'єднання метал-метал.

Трубні вироби нафтогазопромислового сортаменту, такі як ліфтові насосно-компресорні труби і обсадні труби, які застосовуються при бурінні нафтових свердловин для видобування сирої нафти або газу, звичайно з'єднують один з одним, застосовуючи трубні нарізні з'єднання. Раніше глибина нафтових свердловин не перевищувала 2000-3000 м, але в недавню пробурених глибоких свердловинах, наприклад, на морських родовищах, досягала 8000-10000 м. Довжина трубних виробів нафтогазопромислового сортаменту типово становить близько 10 м, і периферія ліфтових насосно-компресорних труб, по яких тече сира нафта, оточена множиною обсадних труб. Тому кількість таких трубних виробів, з'єднаних нарізними з'єднаннями, стає величезною.

У тому середовищі, в якому застосовуються трубні нарізні з'єднання трубних виробів нафтогазопромислового сортаменту, вони піддаються навантаженням в формі осьових розтягувальних зусиль, що створюються масою трубних виробів і самих з'єднань, внутрішнього і зовнішнього тиску і геотермальної теплоти. Тому необхідно, щоб нарізні з'єднання зберігали газонепроникність і не ушкоджувалися навіть в таких суворих умовах.

Типове трубне нарізне з'єднання, що застосовується для з'єднання трубних виробів нафтогазопромислового сортаменту (яке також називається спеціальне нарізне з'єднання), має структуру муфтового з'єднання. На обох кінцях трубного виробу нафтогазопромислового сортаменту звичайно сформований ніпеля, який є компонентом з'єднання і має зовнішню різь, а на внутрішній поверхні обох кінців муфти, яка є окремим компонентом, звичайно сформовані гнізда з внутрішньою різзю, яка входить у нарізне зачеплення із зовнішньою різзю. Як показано на Фіг. 1, на зовнішній периферійній поверхні, поруч з кінцевою поверхнею, на стороні, розташований ближче до кінця ніпеля, ніж зовнішня різь, і на внутрішній периферійній поверхні ділянки основи внутрішньої різі муфти є ущільнююча ділянка, а на торцевій поверхні ніпеля і на відповідній задній частині муфти є упорний уступ (що також називається упорною ділянкою). Ці ущільнюючі ділянки і упорні ділянки ніпеля і муфти утворюють контактні поверхні трубного нарізного з'єднання. У нижче вказаному Патентному документі 1 наведений приклад спеціального нарізного з'єднання такого типу.

Під час згинчування такого трубного нарізного з'єднання один кінець трубного виробу нафтогазопромислового сортаменту (ніпель) вставляють в гніздо (муфту), і внутрішню різь і зовнішню різь затягують доти, поки упорні ділянки ніпеля і муфти на увійдуть в контакт одна з одною і не впруться одна в одну при відповідному моменті. У результаті, ущільнюючі ділянки ніпеля і муфти знаходяться в щільному контакті одна з одною і утворюють щільне з'єднання метал-метал, завдяки якому гарантується газонепроникність нарізного з'єднання.

Через різні проблеми при спуску насосно-компресорної або обсадної колони в свердловину раніше згинчене трубне з'єднання іноді розривається. У цьому випадку його підіймають зі свердловини, знову згинчують і знову спускають у свердловину. API (Американський нафтовий інститут) вимагає, щоб стійкість до задилок була такою, щоб не з'являлися неусувні значні задири і газонепроникність зберігалася, навіть якщо згинчування і роз'єднання виконуються 10 разів для з'єднань насосно-компресорних труб і 3 рази для обсадних труб.

Для збільшення стійкості до задилок і підвищення газонепроникності раніше на контактні поверхні нарізного з'єднання при кожному згинчуванні наносили в'язке рідке мастило (консистентне мастило), що містить порошок важкого металу і називається компаундованим мастилом. Застосування такого компаундованого мастила приписане бюлетенем API 5A2.

Для поліпшення утримання компаундованого мастила і підвищення його ковзних властивостей було потрібно наносити на контактні поверхні мастильний шар з високим тертям тільки на упорну ділянку і навантажені бічні поверхні профілю різі. Однак дуже важко сформуванати мастильний шар з низьким тертям тільки на вершинах профілю різі і на закладній стороні профілю різі, не формуючи його на навантажених бічних поверхнях профілю різі.

Рівень техніки

Патентні документи

Патентний документ 1: EP 0488912A2

Патентний документ 2: EP 1350834A1

Патентний документ 3: EP 2216576A1

Патентний документ 4: WO 2007/063079

У спеціальному нарізному з'єднанні, подібному показаному на Фіг. 1, яке має ущільнюючі ділянки і упорні ділянки, газонепроникність гарантується шляхом формування ущільнення метал-метал між ущільнюючими ділянками конуса і муфти під час згвинчування.

На Фіг. 2 показана діаграма крутного моменту (ордината: момент, абсциса: кількість обертів) нарізного з'єднання такого типу під час згвинчування. Як показано на цій діаграмі, коли починається обертання, нарізні ділянки ніпеля і муфти спочатку входять в контакт і крутний момент поступово збільшується. Потім, ущільнюючі ділянки ніпеля і муфти входять в контакт одна з одною і швидкість росту крутного моменту збільшується. Нарешті, упорна ділянка на кінці ніпеля і упорна ділянка муфти входять в контакт одна з одною і починають вбиратися одна в одну (момент на початку цього упору називають моментом упору і позначають T_s), після чого крутний момент різко росте. Згвинчування завершується, коли момент досягає попередньо визначеної величини. Оптимальний момент за Фіг. 2 означає оптимальний момент для завершення згвинчування так, щоб досягнути тиску контакту, достатнього для гарантованої газонепроникності на ущільнюючих ділянках між конусом і муфтою. Придатна задана величина оптимального моменту задається попередньо на основі внутрішнього діаметра і типу з'єднання.

Коли спеціальне нарізне з'єднання застосовується в дуже глибокій свердловині, в якій виникають стискувальні напруження і згинальні напруження, згвинчування іноді виконують з вищим моментом, ніж оптимальний, щоб гарантовано не виникло ослаблення. У цьому випадку може виникнути пластична деформація однієї або обох упорних ділянок на торцевій поверхні ніпеля і на упорній ділянці муфти, які контактують одна з одною (момент, при якому виникає пластична деформація, називають моментом текучості T_y) і, як показано на Фіг. 2, упорна ділянка (упорна ділянка конуса в показаному випадку) пластично деформується. При виникненні такої пластичної деформації швидкість збільшення крутного моменту скорочується.

У випадку нарізного з'єднання, яке потребує згвинчування з високим моментом, переважно, щоб різниця між T_y і T_s або $[T_y - T_s]$ ($=\Delta T$; момент опору упору) була великою. Однак, в трубних нарізних з'єднаннях, описаних в Патентному документі 2 або Патентному документі 3, що мають в'язке рідке або напівтверде мастильне покриття або тверде мастильне покриття, T_y зменшується порівняно з випадком, в якому застосовується звичайне компаундоване консистентне мастило. У результаті ΔT зменшується і упорні ділянки починають пластично деформуватися при малому крутному моменті згвинчування, через що іноді стає неможливо виконати згвинчування з високим моментом.

Задачею даного винаходу є створення трубного нарізного з'єднання, яке важко піддається пластичній деформації на упорних ділянках, навіть коли згвинчування здійснюється з високим моментом, яке має мастильне покриття, яке не містить шкідливих важких металів, яке має високий опір задиркам, газонепроникність, і має властивості запобігання корозії, і яке забезпечує можливість зберегти велике значення ΔT .

Відомо, що навіть якщо склад мастильного покриття змінити так, щоб змінити його коефіцієнт тертя, ΔT змінюється не сильно, оскільки T_s і T_y по суті змінюються також. Наприклад, якщо коефіцієнт тертя мастильного покриття збільшити, збільшиться T_y , але T_s також збільшиться (явище, що називається high shouldering). У результаті, в гіршому випадку, ділянки упорів не контактують одна з одною при визначеному моменті згвинчування, і виникає стан, що називається відсутністю упору, при якому згвинчування не завершено.

Винахідники виявили, що в трубному нарізному з'єднанні, яке має твердий мастильний шар, що не містить шкідливих важких металів, які забруднюють навколишнє середовище, формуючи перше тверде мастильне покриття на частині контактної поверхні (на нарізній ділянці і на ненарізній металевій контактній ділянці) щонайменше одного з елементів з'єднання (на ніпелі і/або на муфті), конкретніше, на частині контактної поверхні, включаючи упорну ділянку, яка входить в контакт з високим тиском і, переважно, на частині контактної поверхні, включаючи упорну ділянку і ущільнюючу ділянку, і формуючи друге тверде мастильне покриття, яке має меншу твердість за Кнупом, ніж перше тверде мастильне покриття на інших ділянках контактної поверхні, можна одержати трубне нарізне з'єднання, яке має достатню стійкість до задирок, газонепроникність і антикорозійні властивості, в той же час зберігаючи велику величину ΔT і при якому не виникає небезпека відсутності упору.

Механізм збільшення ΔT за рахунок різниці в твердості за Кнупом між першим і другим твердими мастильними покриттями, як вважається, полягає в наступному.

В результаті досліджень, винахідники виявили: що вища твердість твердого мастильного покриття, то вища T_y , і навпаки, що нижча твердість, то нижча T_s . Приблизно це пояснюється

тим, що оскільки тверде мастильне покриття з вищою твердістю і, отже, з вищою зносостійкістю важко деформується під час ковзання при високому тиску і важко випускає порошок, сформований стиранням, воно є поверхнею ковзання, з високим опором ковзанню. З іншого боку, тверде покриття, що має низьку твердість, легко деформується під час ковзання, навіть в умовах низького тиску, і легко зношується, тому ковзання по такій поверхні ковзання відбувається легко.

По суті з прикладів металевих покриттів (висока твердість) і гуми (низька твердість) відомо, що, як правило, тверде мастильне покриття з високою твердістю має низький коефіцієнт тертя, а тверде мастильне покриття з низькою твердістю має високий коефіцієнт тертя. Однак, вищеописана поведінка і ефекти твердого покриття з високою твердістю або з низькою твердістю в умовах високого тиску або низького тиску в трубному нарізному з'єднанні неможливо пояснити просто величиною коефіцієнта тертя. Вважається, що фактором, тісно пов'язаним з T_s і T_u під час згвинчування з'єднання, є величина внутрішньої істинної межі міцності твердого покриття під час зношування, а не величина тертя (легкість ковзання) на поверхні покриття.

У вищезазначеному Патентному документі 4 пропонується формувати мастильне покриття з високим тертям і мастильне покриття з низьким тертям. Однак, коефіцієнт тертя твердого покриття залежить від тиску і не завжди корелює з твердістю покриття. У даному винаході для проведення відмінності між першим і другим мастильними покриттями використовується твердість, яка не залежить від тиску і корелює з внутрішньою істинною межею міцності твердого покриття.

Згвинчування трубного нарізного з'єднання здійснюється шляхом введення ніпеля в муфту з подальшим обертанням ніпеля або муфти. Спочатку контактують тільки нарізні ділянки для того, щоб увійти в нарізне зачеплення, і крутний момент згвинчування поступово росте, як показано на Фіг. 2. На кінцевому етапі згвинчування починають контактувати ущільнюючі ділянки і упорні ділянки. Згвинчування завершується, коли буде досягнутий приписаний тиск контакту (який виражається через заданий крутний момент, наприклад, оптимальний момент) на ущільнюючих ділянках між ніпелем і муфтою.

Згідно з даним винаходом, наприклад, як показано на Фіг. 5, трубне нарізне з'єднання має перше тверде мастильне покриття на ущільнюючих ділянках і упорних ділянках контактних поверхонь конуса і муфти, і друге тверде мастильне покриття, яке має меншу твердість за Кнупом, ніж перше тверде мастильне покриття, на інших ділянках (насамперед на нарізних ділянках) контактних поверхонь. У такому нарізному з'єднанні перед контактом ущільнюючих ділянок і упорних ділянок T_s залишається низьким, оскільки контакт виникає тільки на другому твердому мастильному покритті, яке покриває нарізні ділянки і яке має низьку твердість і низьку внутрішню істинну межу міцності. На кінцевому етапі згвинчування, коли починають контактувати ущільнюючі ділянки і упорні ділянки, в контакті починає брати участь перше тверде мастильне покриття, яке має вищу твердість за Кнупом, ніж друге тверде мастильне покриття і яке нанесене на ці ділянки. Відповідно, виникає стан, при якому істинна межа міцності покриття висока, і T_u збільшується. У результаті збільшується ΔT . Збільшення ΔT , зумовлене збільшенням T_u , також можна одержати, коли більш тверде перше тверде мастильне покриття нанесене тільки на упорних ділянках, на які при згвинчуванні діє особливо високий тиск.

Даний винахід оснований на результатах вищеописаних досліджень, являє собою трубне нарізне з'єднання, що складається з ніпеля і муфти, при цьому кожний з цих елементів має контактну поверхню, що містить нарізну ділянку і не нарізну металеву контактну ділянку, яка включає ущільнюючу ділянку і упорну ділянку, яка відрізняється тим, що на ділянці, яка включає упорну ділянку контактної поверхні щонайменше одного з ніпеля або муфти, присутнє перше тверде мастильне покриття, на щонайменше частині контактної поверхні щонайменше одного з ніпеля або муфти, на якій немає першого твердого мастильного покриття, присутнє друге тверде мастильне покриття, при цьому твердість за Кнупом першого твердого мастильного покриття вища, ніж твердість за Кнупом другого твердого мастильного покриття, і коли є ділянка, яка має і перше, і друге тверде мастильне покриття, друге тверде мастильне покриття розташоване під першим твердим мастильним покриттям.

Твердість за Кнупом (скорочення H_k) є типом твердості на втиснення. Як показано наступною рівністю, вона визначається діленням тестового навантаження P на площу L^2 поверхні поглиблення, одержаного в ході тесту на індентометричну твердість.

$$H_k = P / C_p / L^2,$$

де:

H_k - твердість за Кнупом

P - навантаження (кгс)

C_p - коректуючий коефіцієнт (0,070279) і
 L^2 - площа поверхні поглиблення (мм^2).

Величина твердості за Кнупом (Hk) послідовно змінюється відповідно до твердості, тому її звичайно застосовують як кількісний показник твердості, який може описувати твердість поверхні твердого покриття з порівняно хорошою чутливістю. Спосіб вимірювання твердості за Кнупом регламентований способом тесту на твердість за Кнупом (JIS B 7734 b JIS Z 2251). Наприклад, її можна вимірювати за допомогою тестера мікротвердості моделі HNV-200, що виготовляється компанією Shimadzu Corporation в умовах 100 г за 10 с. У даному винаході застосовується величина твердості за Кнупом, виміряна в таких умовах.

Ділянка контактної поверхні, що має вищеописаний перший твердий мастильний шар, може бути лише упорною ділянкою, але, переважно, нею є вся ділянка металевого контакту, яка не має різі, включаючи ущільнюючу ділянку і упорну ділянку.

Друге тверде мастильне покриття може бути нанесене тільки на ту частину контактної поверхні, на якій немає першого твердого мастильного покриття, або воно може бути нанесене на всю контактну поверхню, включаючи ділянку, що має перше тверде мастильне покриття. В останньому випадку є ділянки, на яких сформовані і перше тверде мастильне покриття, і друге тверде мастильне покриття. У цьому випадку друге тверде мастильне покриття є нижнім шаром, а перше тверде мастильне покриття є верхнім шаром.

Товщина кожного з першого і другого твердих мастильних покриттів становить 10-150 мкм. Однак на ділянках, що мають і перше і друге тверде мастильне покриття, загальна товщина покриттів становить переважно щонайбільше 200 мкм.

Коли перше тверде мастильне покриття і друге тверде мастильне покриття нанесене на контактну поверхню тільки ніпеля або тільки муфти, яких-небудь обмежень для контактної поверхні іншого елемента немає, і вона може залишатися необробленою (наприклад, вона може знаходитися в стані після нижчеописаної підготовчої обробки поверхні). Однак з точки зору антикорозійних властивостей і мастильних властивостей, переважно щонайменше ділянка контактної поверхні іншого елемента, і переважно вся його контактна поверхня має сформоване на ньому будь-яке з наступних поверхневих покриттів:

1) рідке мастильне покриття (включаючи в'язке рідке мастильне покриття і напівтверде мастильне покриття);

2) тверде мастильне покриття (включаючи вищеописані перше або друге тверде мастильне покриття);

3) тверде антикорозійне покриття,

4) багат шарове покриття, яке містить щонайменше два з вище перелічених покриттів.

Тверде антикорозійне покриття переважно є твердим покриттям на основі смоли, що твердне під дією ультрафіолетового випромінювання.

Контактна поверхня щонайменше одного, а переважно обох з ніпеля і муфти можуть піддаватися попередній обробці поверхні одним або більше способом, вибраним з ряду, який містить піскоструминну обробку, травлення, фосфатування, обробка сіллю щавлевої кислоти, борування, гальваностегію, ударне плакування, і їх комбінації для поліпшення адгезії або утримання сформованого зверху них покриття і/або для поліпшення стійкості до задирок нарізного з'єднання.

Трубне нарізне з'єднання за даним винаходом на контактній поверхні має одержане внаслідок обробки поверхні покриття, яке демонструє велику ΔT , яка дорівнює або перевищує ΔT покриття, сформованого з консистентного мастила, такого, як звичайне компаундоване консистентне мастило, що містить шкідливі важкі метали. Отже, воно дає можливість провести операції згвинчування без пластичної деформації упорних ділянок або задирок, навіть коли згвинчування здійснюється з високим моментом. Крім того, покриття може перешкоджати появі задирок в жорстких умовах, таких як нестабільні бурильні операції в морі. На відміну від компаундованого консистентного мастила покриття, одержане обробкою поверхні, по суті не містить шкідливих важких металів, таких як свинець, тому майже не забруднює навколишнє середовище. Трубне нарізне з'єднання за даним винаходом запобігає появі корозії і продовжує зберігати мастильні властивості навіть при повторюваних операціях згвинчування і розгвинчування, гарантуючи газонепроникність після згвинчування.

Короткий опис креслень

Фіг. 1 - схематична ілюстрація необроблених ділянок металевого контакту (упорних ділянок і ущільнюючих ділянок) спеціального нарізного з'єднання.

Фіг. 2 - діаграма типового крутного моменту для спеціального нарізного з'єднання під час згвинчування.

Фіг. 3 - схематична ілюстрація зібраної структури сталеві труби і з'єднувальної муфти під час відвантаження сталеві труби.

Фіг. 4 - схематичний переріз спеціального трубного з'єднання.

Фіг. 5 - приклад структури покриття на трубному нарізному з'єднанні за даним винаходом.

5 Фіг. 6(A) і 6(B) - інші приклади структури покриттів на трубному нарізному з'єднанні за даним винаходом.

Докладний опис варіантів

10 Далі слідує докладний опис ілюстративних варіантів трубного нарізного з'єднання за даним винаходом. У нижченаведеному описі "відсотки" означають "масові відсотки", якщо не вказане інше.

На Фіг. 3 схематично показаний стан типового трубчастого нарізного з'єднання під час переведення. На обох кінцях сталеві труби сформований ніпель 1, який має на своїй зовнішній поверхні ділянку 3a із зовнішньою різью, а на обох сторонах муфти В сформовані гнізда 2, з ділянкою 2b внутрішньої різі. Муфта В попередньо з'єднана з одним кінцем сталеві труби А. Хоча на кресленні не показано, перед перевезенням на конус сталеві труби А і в гніздо муфти В встановлюють запобіжний елемент, що захищає нарізні ділянки, які не з'єднані з іншими елементами. Ці захисні елементи перед використанням нарізного з'єднання знімають.

20 Як показано на кресленні, в типовому трубному нарізному з'єднанні на зовнішній поверхні обох кінців сталеві труби сформований ніпель, а на внутрішній поверхні муфти, яка є окремим елементом, сформоване гніздо. Також існують інтегральні трубні нарізні з'єднання, в яких не використовується муфта, і в яких на одному кінці сталеві труби є ніпель, а на іншому кінці - гніздо. Трубчасте нарізне з'єднання за даним винаходом може застосовуватися в з'єднаннях будь-якого типу.

25 На Фіг. 4 схематично показана структура спеціального нарізного з'єднання (що далі називається просто "нарізне з'єднання"), яке є типовим трубним нарізним з'єднанням для з'єднання трубних виробів нафтогазопромислового сортаменту. Це нарізне з'єднання містить ніпель 1, сформований на зовнішній поверхні кінця сталеві труби А і гніздо 2, сформоване на внутрішній поверхні муфти В. Ніпель 1 має ділянку 3a зовнішньої різі, ущільнюючу ділянку 4a, яка розташована поруч з торцем сталеві труби, і упорну ділянку 5a на її торцевій поверхні. Відповідно, гніздо 2 має ділянку 3b внутрішньої різі, ущільнюючу ділянку 4d і упорну ділянку 5b на внутрішній стороні ділянки 3b внутрішньої різі.

30 Ущільнюючі ділянки і упорні ділянки конуса 1 і гнізда 2 утворюють металеві контактні ділянки, які не мають різі, і металеві контактні ділянки (тобто, ущільнюючі ділянки і упорні ділянки), які не мають різі, разом з нарізною ділянкою утворюють контактні поверхні нарізного з'єднання. Ці контактні поверхні повинні бути стійкими до задирок, газонепроникними і стійкими до корозії. У минулому для цього на контактні поверхні наносили компаундоване консистентне мастило, що містить порошки важких металів, або на контактних поверхнях формували рідке, напівтверде або тверде мастильне покриття. Однак, як було вказано вище, перший спосіб є шкідливим для людей і навколишнього середовища, а другий має проблеми з невеликою ΔT , тому виникає можливість пластичної деформації упорних ділянок до завершення згвинчування, коли згвинчування виконують з високим крутним моментом.

40 У нарізному з'єднанні за даним винаходом, щонайменше ніпель і/або гніздо має перше тверде мастильне покриття на ділянці контактної поверхні, що включає щонайменше упорну ділянку, і друге тверде мастильне покриття щонайменше на частині контактної поверхні, на якій немає першого твердого мастильного покриття, і перше тверде мастильне покриття має вищу твердість за Кнупом ніж друге тверде мастильне покриття.

Нижче перше тверде мастильне покриття буде називатися твердим мастильним покриттям високої твердості, а друге тверде мастильне покриття буде називатися твердим мастильним покриттям низької твердості.

50 Однак в місцях поруч з нарізними ділянками між нарізними ділянками і ущільнюючими ділянками нарізного з'єднання звичайно залишають ділянку, де ніпель і гніздо муфти не контактують одне з одним, навіть коли нарізне з'єднання знаходиться в згвинченому стані, щоб дати можливість вийти компонентам мастила, які видавлюються під час згвинчування нарізного з'єднання. У деяких нарізних з'єднаннях неконтактуючу область, в якій конус і гніздо муфти не контактують одне з одним, утворюють навмисно, наприклад, між ущільнюючими ділянками і упорними ділянками. Ділянка, в якій конус і гніздо не контактують одне з одним, коли нарізне з'єднання знаходиться в згвинченому стані, не стосується контактних поверхонь і покриття за даним винаходом на такій ділянці може бути присутнім або бути відсутнім.

60 Тверде мастильне покриття високої твердості сформоване тільки на ділянці, яка включає упорну ділянку контактної поверхні конуса і/або гнізда муфти. Ділянкою контактної поверхні, що

має тверде мастильне покриття високої твердості, може бути лише упорна ділянка, але переважно, нею є вся металева контактна ділянка, яка не має різи, що включає ущільнюючу ділянку і упорну ділянку. Конкретніше, тверде мастильне покриття високої твердості переважно сформоване на ущільнюючій ділянці і на упорній ділянці контактної поверхні. Друге тверде мастильне покриття або покриття низької твердості сформоване щонайменше на тій частині контактної поверхні, на якій немає твердого мастильного покриття високої твердості. Воно може бути сформоване на всій контактній поверхні. У цьому випадку частина контактної поверхні має два тверді мастильні покриття, і тверде мастильне покриття низької твердості розташоване під твердим мастильним покриттям високої твердості. Можна також сформувавши тверде мастильне покриття низької твердості тільки на тій ділянці, де тверде мастильне покриття не сформоване (наприклад, тільки на ділянці різи).

Коли тверде мастильне покриття високої твердості і тверде мастильне покриття низької твердості є тільки на ніпелі або тільки на гнізді муфти, особливих обмежень на обробку контактної поверхні іншого елемента не існує. Наприклад, на контактній поверхні одного елемента може бути сформоване таке ж покриття, яке застосовується як тверде мастильне покриття високої твердості або тверде мастильне покриття низької твердості на контактній поверхні іншого елемента, або інше, або рідке мастильне покриття, тверде антикорозійне покриття або багат шарове покриття, що містить комбінацію двох або більше з таких покриттів, при цьому таке покриття може бути нанесене на частину, але переважно на всю поверхню іншого елемента. До рідких мастильних покриттів належать покриття з мастила і в'язкої рідини або напівтверде мастильне покриття. Альтернативно, контактна поверхня іншого елемента може бути залишена необробленою, або вона може піддаватися описаній нижче підготовчій обробці поверхні для надання поверхні шорсткості (наприклад, хімічного фосфатування).

На Фіг. 5 і на Фіг. 6(A) і 6(B) показані різні можливі варіанти структур покриття, сформованого на контактних поверхнях ніпеля і гнізда муфти. На цих кресленнях із зовнішніх різей, сформованих на нарізній ділянці конуса 1, різь 3а на кінці, що примикає до ущільнюючої ділянки, показана як незавершена різь, видима як початок витка різи. 3а рахунок того, що різь на кінці конуса залишена неповною, полегшується центрування конуса і можливість пошкодження нарізної ділянки гнізда муфти під час центрування конуса зменшується.

На Фіг. 5 показаний варіант, в якому металеві контактні ділянки (ущільнююча ділянка і упорна ділянка), які не мають різи, контактних поверхонь і ніпеля, і гнізда муфти мають тверде мастильне покриття 10 високої твердості, а інші ділянки контактних поверхонь ніпеля і гнізда муфти, які насамперед є нарізними ділянками, мають тверде мастильне покриття 11 низької твердості.

На Фіг. 6(A) показаний варіант, в якому або ніпель, або гніздо муфти (на кресленні - ніпель) має тверде мастильне покриття 10 високої твердості, і це покриття нанесене на металеву контактну ділянку, яка не має різи, а тверде мастильне покриття 11 низької твердості покриває іншу частину контактної поверхні так само, як і на Фіг. 5, а вся контактна поверхня іншого елемента (на кресленні - гнізда муфти) покрита твердим мастильним покриттям 11 низької твердості.

На Фіг. 6(B) показаний варіант, в якому або ніпель, або гніздо муфти (на кресленні - гніздо муфти) має тверде мастильне покриття 10 високої твердості, яке нанесене на металеву контактну ділянку, яка не має різи, а тверде мастильне покриття 11 низької твердості нанесене на іншу контактну поверхню так само, як і на Фіг. 5, при цьому вся контактна поверхня іншого елемента (на кресленні - ніпеля) покрита твердим антикорозійним покриттям 12.

Фахівцям зрозуміло, що трубне нарізне з'єднання за даним винаходом може мати комбінації покриттів, крім тих, які описані вище. Наприклад, в будь-якому з варіантів, показаних на Фіг. 5 і Фіг. 6(A) і 6(B), тверде мастильне покриття 11 низької твердості може бути присутнім також під твердим мастильним покриттям 10 високої твердості. Тобто, металева контактна ділянка, яка не має різи, що включає ущільнюючу ділянку і упорну ділянку конуса і/або гнізда муфти покрита двома шарами, що складаються з нижнього шару твердого мастильного покриття 11 низької твердості і верхнього шару твердого мастильного покриття 10 високої твердості. У цьому випадку тверде мастильне покриття 11 низької твердості може бути сформоване на всій контактній поверхні, але можна також формувати це покриття 11 на частині контактної поверхні. Наприклад, тверде мастильне покриття 11 низької твердості можна сформувавши так, щоб покрити ним ділянку від нарізної ділянки до ущільнюючої ділянки, завдяки чому вищезазначеними двома шарами 10 і 11 буде покрита тільки ущільнююча ділянка, а упорна ділянка буде покрита тільки твердим мастильним покриттям 10 високої твердості. Крім того, тверде мастильне покриття 10 високої твердості може бути нанесене тільки на упорну ділянку.

Далі будуть описані різні типи покриттів, які можна наносити на контактні поверхні трубного нарізного з'єднання за даним винаходом. Якщо не обумовлене інше, відсоток вмісту компонентів покриття означає масовий відсоток. Цей вміст по суті є таким же, що і вміст на основі загального вмісту твердих речовин в складі покриття для формування мастильного покриття (загальний вміст нелетких компонентів).

Тверді мастильні покриття високої і низької твердості

Тверде мастильне покриття високої твердості — це тверде мастильне покриття, що має твердість за Кнупом, яка є відносно високою порівняно з твердим мастильним покриттям низької твердості. Воно створює опір ковзанню на фінальному етапі згинчування нарізного з'єднання (з моменту, коли упорні ділянки ніпеля і гнізда починають контактувати, до моменту, коли ущільнюючі ділянки не увійдуть в щільний контакт із заданим натягом). Воно ускладнює виникнення пластичної деформації упорних ділянок, навіть коли згинчування ведеться з високим моментом.

Тверде мастильне покриття з низькою твердістю — це тверде мастильне покриття з відносно низькою твердістю за Кнупом. Воно полегшує ковзання на початковому етапі згинчування нарізного з'єднання (з моменту, коли різі ніпеля і гнізда увійдуть в контакт, до моменту, коли ущільнюючі ділянки ніпеля і гнізда починають контактувати) і воно впливає на зниження T_s .

У даному винаході тверде мастильне покриття високої твердості, яке створює вищезазначений ефект, формується так, щоб покривати частину контактної поверхні, що включає щонайменше упорну ділянку щонайменше одного елемента з ряду, що включає ніпель і гніздо муфти. Переважно, вся металева контактна ділянка, яка не має різі, що включає ущільнюючу ділянку і упорну ділянку покрита твердим мастильним покриттям високої твердості. Коли нарізне з'єднання має множину ущільнюючих ділянок, вони всі переважно покриті твердим мастильним покриттям високої твердості. Однак, мета збільшення ΔT може бути досягнута навіть якщо тільки одна з ущільнюючих ділянок, яка першою входить у контакт на фінальному етапі згинчування нарізного з'єднання, буде покрита твердим мастильним покриттям високої твердості. Ділянку, на якій сформоване тверде мастильне покриття високої твердості можна вибрати відповідно до форми з'єднання і необхідних властивостей.

Прикладом твердого мастильного покриття, придатного для застосування в даному винаході є покриття, сформоване з органічної смоли або неорганічного полімеру як плівкоутворювальний компонент (зв'язуючого). У доповнення до плівкоутворювального компонента тверде мастильне покриття може містити різні загальновідомі добавки, такі як мастильні частинки і антикорозійний агент (модифікатор корозійної стійкості). Змінюючи комбінацію компонентів або вміст компонентів, можна сформувати два типи твердого мастильного покриття, що мають різну твердість за Кнупом, і ці покриття застосовуються як тверде мастильне покриття високої твердості і тверде мастильне покриття низької твердості.

Для збільшення ΔT трубного нарізного з'єднання бажано, щоб задовольнялося наступне рівняння:

$$\frac{(\text{Твердість за Кнупом твердого мастильного покриття високої твердості})}{(\text{Твердість за Кнупом твердого мастильного покриття низької твердості})} \geq 1,1$$

Це відношення більш переважно становить 1,2 і найбільш переважно — щонайменше 1,5. Це відношення може бути щонайменше 2,0.

Тверді мастильні покриття і високої, і низької твердості можна формувати, рівномірно диспергуючи в міру необхідності різні добавки, такі як мастильні частинки в розчині (або дисперсії) плівкоутворювального компонента, і регулюючи в'язкість, необхідну для приготування композиції покриття, наносячи композицію покриття на контактну поверхню щонайменше одного з елементів ряду, що включає ніпель і гніздо муфти нарізного з'єднання, і висушуючи композицію. Композиція покриття може наноситися придатним відомим способом, наприклад, щіткою, зануренням, розпиленням і т. п.

Мастильні частинки поліпшують мастильні властивості мастильного покриття і підвищують стійкість до задирок. Прикладами мастильних частинок, що утворюють такий ефект, є карбонати, силікати, оксиди, карбіди, нітриди, сульфіди, фториди, графіт (включаючи наночастинки, що є похідними вуглецю, такі як вуглецеві нанотрубки і вуглецеві цибулини), ПТФЕ (політетрафторетилен), металеве мило і т. п. До карбонатів належать карбонати лужних металів і лужноземельних металів, такі як Na_2CO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 і т. д. До силікатів належать MxOySiO_2 (де М - лужний метал або лужноземельний метал). До оксидів належать Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , ZrO_2 , SiO_2 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , Y_2O_3 і т. д. Карбіди включають SiC , TiC і т. д., нітриди включають TiN , BN , AlN , Si_3N_4 і т. д., а сульфіди включають дисульфід молібдену, дисульфід вольфраму,

PbS і т. д. Фториди включають CaF_2 , BaF_2 і т. д. Вони можуть застосовуватися індивідуально або два або більше типи можуть змішуватися один з одним.

Немає особливих обмежень на середній діаметр мастильних частинок, але типово переважно цей діаметр становить 0,5-60 мкм. Якщо діаметр частинок менше 0,5 мкм, порошок
5 буде легко агломеруватися і його буде важко рівномірно диспергувати в шарі покриття. У результаті одержане мастильне покриття локально може мати неадекватні характеристики. З іншого боку, якщо діаметр частинок перевищує 60 мкм, зменшується не тільки міцність покриття, а і його адгезія до підкладки й іноді стає неможливим запобігти задиркам.

Крім мастильних частинок, в тверде мастильне покриття можна вводити різні добавки,
10 включаючи антикорозійний агент в кількостях, які не знижують стійкість до задирок. Наприклад, для поліпшення властивостей твердого мастильного покриття, які перешкоджають появі іржі, в нього можна вводити один або більше з антикорозійних агентів, вибраних з ряду, що містить порошок цинку, хромовий барвник, барвник на основі оксиду кремнію і оксиду алюмінію. Особливо переважним антикорозійним агентом є порошок SiO_2 з частковим заміщенням
15 кремнію на іони кальцію. Тверде мастильне покриття може містити неорганічний порошок для регулювання ковзання. Прикладами такого неорганічного порошку є діоксид титану і оксид вісмуту. Ці антикорозійні агенти, неорганічні порошки й ін. (тобто, порошкові компоненти, що не є мастильними частинками) можуть становити до 20 % твердого мастильного покриття.

У доповнення до цих компонентів тверде мастильне покриття може містити одну або більше
20 з другорядних добавок, вибраних з ряду, що містить поверхнево-активний агент, барвник, антиоксидант і т. п., в кількості, наприклад, до 5 %. Додатково покриття може містити надзвичайно малу кількість (не більше 2 %) агента, що дозволяє витримувати надзвичайно високий тиск, рідкого мастила й ін.

Як зв'язуюче (плівкоутворювальний компонент) можна використовувати органічну смолу або
25 неорганічний полімер (що також називається неорганічною смолою).

Переважаючою органічною смолою є смола, що має термостійкість, придатну твердість і зносостійкість. Прикладами такої смоли є термореактивні смоли, такі як епоксидні смоли, поліамідні смоли, полікарбодіімідні смоли, фенольні смоли, фуранові смоли, і силіконові смоли;
30 і термопластичні смоли, такі як поліолефіни, полістироли, поліуретани, поліаміди, поліефіри, полікарбонати, акрилові смоли, термопластичні епоксидні смоли, поліамідимідні смоли, поліефірефіркетони і поліефірсульфони. Застосовувана смола може бути співполімером або сумішшю двох або більше смол.

Переважним зв'язуючим для твердого мастильного покриття високої твердості є поліефірефіркетон
35 смола, фенольна смола, фуранова смола, поліамідимідна смола або епоксидна смола.

Як розчинник для органічної смоли можна застосовувати різні розчинники з низькою точкою кипіння, включаючи воду, вуглеводні (наприклад, толуол), спирти (наприклад, ізопропіловий спирт), N-метилпіролідон, γ -бутиролактон, і диметилсульфоксид, індивідуально або в формі суміші розчинників.

У розчин органічної смоли можна ввести одну або більше добавок і рівномірно диспергувати її в розчині для одержання композиції покриття. При використанні як зв'язуючого термореактивної смоли, з точки зору адгезії і зносостійкості покриття, після нанесення покриття на контактну поверхню нарізного з'єднання переважно покриття нагрівають для його
45 тверднення. Температура нагрівання переважно дорівнює щонайменше 120 °C і, більш переважно, 150-380 °C. Час нагрівання можна задавати на основі розміру трубного нарізного з'єднання, але переважно становить не менше 20 хвилин і більш переважно — 30-60 хвилин.

Коли зв'язуючим є термопластична смола, можна використовувати композицію покриття, одержану із застосуванням розчинників. Однак, також можна формувати термопластичне тверде мастильне покриття способом гарячого розплаву, не застосовуючи розчинники. У
50 способі гарячого розплаву композицію покриття, що містить термопластичну смолу і мастильні частинки, нагрівають для плавлення термопластичної смоли, і композицію, що знаходиться в текучому стані і має низьку в'язкість, розпилюють з нагрітого розбризкувача, здатного підтримувати постійну температуру (що звичайно наближається до температури композиції в розплавленому стані). Температура нагрівання композиції переважно на 10-50 °C перевищує точку плавлення (температуру плавлення або температуру розм'якшення) термопластичної
55 смоли. Цей спосіб підходить для застосування термопластичної смоли з точкою плавлення 80-320 °C і, переважно, 90-200 °C.

У способі гарячого розплаву підкладку, на яку наноситься покриття (в цьому випадку — контактна поверхня ніпеля і/або гнізда муфти), попередньо нагрівають до температури, що
60 перевищує точку плавлення термопластичної смоли. У результаті можна одержати хорошу

покривну здатність. Коли композиція покриття містить невелику кількість (наприклад, не більше 2 %) поверхнево-активного агента, такого як полідиметилсилоксан, можна одержати хорошу криючу здатність, навіть якщо підкладка не була попередньо нагріта або якщо температура попереднього нагрівання була нижчою точки плавлення термопластичної смоли. Після нанесення підкладку охолоджують повітрям або дають їй охолонути природним чином, щоб термопластична смола затверділа і сформувала тверде мастильне покриття на підкладці.

Неорганічні полімери, які можна використовувати як зв'язуюче, в даному винаході є субстанціями, що мають структуру, утворену тривимірними зшитими метал-кисневими групами, такими як Ti-O, Si-O, Zr-O, Mn-O, Ce-O або Ba-O. Таку сполуку можна сформувати гідролізом і конденсацією гідролізованої органометалічної субстанції, типовим представником якої є алкоксид металу (хоча можна також використовувати інші гідролізовані неорганічні субстанції, такі як тетрахлорид титану). Корисними алкоксидами металу можуть бути субстанції, в яких алкоксильна група є нижньою алкоксильною групою, такою як метоксильна, етоксильна, ізопропоксильна, пропоксильна, ізобутоксильна, бутоксильна або терт-бутоксильна. Переважним алкоксидом металу є алкоксид титану або кремнію і алкоксид титану є особливо переважним. З них ізопропоксид титану є переважним через його чудові плівкоутворювальні властивості.

Неорганічна полімерна субстанція може містити алکیلну групу, яка може бути заміщена на функціональну групу, таку як амін або епоксигрупу. Наприклад, можна застосовувати органічну субстанцію, таку як силановий зв'язувальний агент, в якому одна або дві алкоксильні групи алкоксиду металу заміщені негідродизованою алکیلною групою, що має функціональну групу.

Коли зв'язуюче є неорганічною полімерною субстанцією, композицію покриття можна формувати шляхом диспергування мастильних частинок в розчині алкоксиду металу або його часткового гідролізату, і ця композиція наноситься на контактну поверхню щонайменше одного з ніпеля або гнізда муфти. Після сушіння формується тверде мастильне покриття, виготовлене з неорганічної полімерної субстанції, що має ланки метал-кисень, в якій дисперговані мастильні частинки. Після нанесення для того, щоб сприяти формуванню плівки гідролізом, можна виконати зволожуючу обробку. Цю обробку можна провести, залишивши покриття на попередньо визначений час на повітрі з відносною вологістю переважно щонайменше 70 %. Нагрівання здійснюють переважно після зволожуючої обробки. Нагрівання сприяє гідролізу і конденсації гідролізатів і виходу спирту, який є побічним продуктом гідролізу, внаслідок чого за короткий час формується сухе покриття і посилюється адгезія сформованого покриття, що збільшує стійкість до задирок. Температура такого нагрівання переважно становить 100-200 °C, що близько до точки кипіння спирту, який формується як побічний продукт, і під час нагрівання корисно обдувати покриття гарячим повітрям.

Для формування твердого мастильного покриття з високою твердістю за Кнупом, як зв'язуюче, наприклад, можна вибрати термореактивну смолу або неорганічний полімер і/або можна збільшити вміст неорганічних твердих компонентів і, особливо, мастильних частинок.

У тому випадку, коли відсутні ділянки, на яких тверде мастильне покриття високої твердості накладене на тверде мастильне покриття низької твердості, як показано на Фіг. 5 (наприклад, коли тверде мастильне покриття низької твердості сформоване на нарізних ділянках контактних поверхонь, а тверде мастильне покриття високої твердості сформоване на ущільнюючих ділянках і на упорних ділянках), першим можна формувати будь-яке з твердих мастильних покриттів. Конкретніше, теплову обробку здійснюють після нанесення композицій покриття для формування твердого мастильного покриття низької твердості і твердого мастильного покриття високої твердості.

Коли є ділянка, на якій тверде мастильне покриття високої твердості нанесене на тверде мастильне покриття низької твердості (тобто коли тверде мастильне покриття низької твердості нанесене на всю контактну поверхню), спочатку формують тверде мастильне покриття низької твердості, а потім формують тверде мастильне покриття високої твердості так, щоб тверде мастильне покриття низької твердості стало нижнім шаром.

Як указано вище, товщина кожного твердого мастильного покриття низької твердості і високої твердості переважно становить 10-150 мкм. Однак, коли є ділянка, на якій є обидва ці тверді мастильні покриття, загальна товщина двох покриттів переважно не перевищує 200 мкм. Коли ці два тверді мастильні покриття не заходять одне на інше, товщина твердого мастильного покриття з високим тертям і товщина твердого мастильного покриття з низьким тертям переважно однакова (в межах ± 15 мкм) так, щоб не формувався великий східець на кордоні між покриттями цих двох типів.

Тверде антикорозійне покриття

Як указано вище з посиланням на Фіг. 4, в період до початку активного використання трубного нарізного з'єднання на ніпель і в гніздо муфти, які не використовуються для з'єднання сталевих труби і муфти, часто встановлюють захисні елементи. Необхідно, щоб тверде антикорозійне покриття не було зруйноване щонайменше силою, прикладеною при встановленні захисного елемента, щоб воно не розчинилося у воді, що утворюється при конденсації водяної пари в точці роси при транспортуванні і зберіганні, і щоб воно не розм'якшувалося навіть при температурі, що перевищує 40°. Як тверде антикорозійне захисне покриття можна використовувати будь-яке покриття, що задовольняє ці вимоги. Наприклад, твердим антикорозійним покриттям може бути покриття з термореактивної смоли, що можливо містить антикорозійний агент.

Переважно, твердим антикорозійним захисним покриттям є покриття, основане на смолі, що твердне під дією ультрафіолетового випромінювання. Застосовна УФ-отверджувана смола містить щонайменше мономер, олігомер і ініціатор фотополімеризації.

Деякими не обмежуваними прикладами мономерів є полівалентні (дво-, три- і більш валентні) ефіри багатоатомних спиртів з (мет)акриловою кислотою, різні (мет)акрилати, N-вінілпіролідон, N-вінілкапролактан і стирол. Деякими не обмежуваними прикладами олігомерів є епоксид(мет)акрилати, уретан(мет)акрилати, (мет)акрилати складних поліефірів, поліефір(мет)акрилати, і силікон(мет)акрилати.

Застосовними ініціаторами фотополімеризації є субстанції, що поглинають хвилі довжиною 260-450 нм, прикладами яких є бензоїн і його похідні, бензофенон і його похідні, ацетофенон і його похідні, тетраметилдіамінобензофенон, бензил і його похідні, тетраалкілеїурам моносольфід і тіоксани. Особливо переважно застосовувати тіоксани.

З точки зору міцності покриття і ковзання тверде антикорозійне покриття, сформоване з УФ-отверджуваної смоли, може містити присадки, вибрані з ряду, в який входять мастила, волокна-наповнювачі і антикорозійні агенти. Прикладами мастил є металеве мило, таке як стеарат кальцію і стеарат цинку, і політетрафторетиленова смола (ПТФЕ). Прикладом волокна-наповнювача є голчастий карбонат кальцію, наприклад, Whisal, що випускається компанією Maruo Calcium Co., Ltd. Одна або більше з цих добавок може додаватися в кількості 0,05-0,35 частин за масою на одну частину за масою УФ-отверджуваної смоли. Прикладами антикорозійного агента є триполіфосфат алюмінію і фосфористокислий алюміній. Антикорозійний агент можна додавати в максимальній кількості приблизно 0,10 частин за масою на одну частину за масою УФ-отверджуваної смоли.

Тверде антикорозійне покриття, сформоване з УФ-отверджуваної смоли, часто буває прозорим. Для полегшення візуального контролю якості або обробки зображень сформованого твердого антикорозійного покриття (перевірка наявності покриття і перевірка рівномірності або нерівномірності товщини покриття), тверде антикорозійне покриття може містити барвник. Застосовуваний барвник можна вибрати з ряду, в який входять пігменти, фарбувальні речовини і флуоресцентні матеріали.

Кількість пігменту, що додається, або фарбувальної речовини переважно не перевищує 0,05 частин за масою на одну частину за масою УФ-отверджуваної смоли.

Флуоресцентним матеріалом можуть бути будь-які флуоресцентні пігменти, флуоресцентні фарби і люмінофори, що застосовуються у флуоресцентних фарбах. Тверде антикорозійне покриття, що містить флуоресцентний матеріал, є прозорим і кольоровим або безбарвним у видимому світлі, але при опроміненні невидимим або ультрафіолетовим світлом він випромінює світло і забарвлюється так, що з'являється можливість пересвідчитися в наявності покриття і виявити нерівномірність товщини покриття. Крім того, оскільки покриття є прозорим при видимому світлі, можна спостерігати підкладку, тобто поверхню підкладки під твердим антикорозійним покриттям. Відповідно, тверде антикорозійне покриття не заважає перевіряти нарізне з'єднання на предмет пошкоджень. Кількість флуоресцентного матеріалу, що додається, переважно становить не більше приблизно 0,05 частин за масою на одну частину за масою УФ-отверджуваної смоли.

Переважним барвником є флуоресцентний матеріал, і особливо переважним є флуоресцентний пігмент.

Після того, як композиція на основі УФ-отверджуваної смоли буде нанесена на контактну поверхню нарізного з'єднання, покриту поверхню опромінюють ультрафіолетом для отвердження покриття, що приводить до формування твердого антикорозійного покриття на основі УФ-отверджуваної смоли. Опромінення ультрафіолетом можна провести за допомогою комерційно доступного пристрою для випромінювання ультрафіолету з довжиною хвиль 200-450 нм. Прикладами джерела ультрафіолету є ртутні лампи високого тиску, ртутні лампи

надвисокого тиску, ксенонові лампи, дугові лампи з вугільним електродом, металогалогенові лампи, і сонячне світло.

Товщина твердого антикорозійного покриття (загальна товщина, коли покриття має два або більше шари УФ-отверджуваної смоли) переважно становить 5-50 мкм і, більш переважно, 10-40 мкм. Якщо товщина твердого антикорозійного шару буде дуже мала, він буде недостатньо виконувати функцію захисту від корозії. З іншого боку, якщо товщина твердого антикорозійного покриття дуже велика, при установці захисного елемента це тверде антикорозійне покриття може бути пошкоджене силою, що застосовується для встановлення захисного елемента, що приведе до неадекватного захисту від корозії.

Тверде антикорозійне покриття на основі УФ-отверджуваної смоли є прозорим, тому стан підкладки можна візуально перевіряти, не видаляючи це покриття, і є можливість перед згвинчуванням оглядати нарізні ділянки прямо крізь покриття. Відповідно, формуючи тверде антикорозійне покриття на контактній поверхні ніпеля, який на своїй зовнішній поверхні має різі і який легше може бути пошкоджений, можна легко перевіряти нарізну ділянку ніпеля на наявність пошкоджень, не видаляючи покриття, оскільки вона типово знаходиться на зовнішній поверхні кінця сталеві труби.

Тому таке тверде антикорозійне покриття переважно формують на контактній поверхні ніпеля, а вищеописані тверді мастильні покриття високої і низької твердості переважно формують на контактній поверхні гнізда муфти.

Як у описаному вище випадку твердого мастильного покриття, тверде антикорозійне покриття переважно наносять розпиленням. До розпилення належить розпилення гарячого розплаву.

Підготовча обробка поверхні

Якщо контактні поверхні трубного нарізного з'єднання за даним з'єднанням, на яких потрібно сформувати тверде мастильне покриття низької густини, тверде мастильне покриття високої твердості або, в деяких випадках, тверде антикорозійне покриття, піддати підготовчій обробці поверхні для придання поверхні шорсткості так, щоб збільшити шорсткість поверхні більше 3-5 мкм, яка є шорсткістю після машинної обробки, адгезія покриття збільшиться і, тому, тенденція до ефектів, які є метою даного винаходу, посилиться. Відповідно, перед формуванням покриття переважно виконують підготовчу обробку контактної поверхні для надання поверхні шорсткості.

При формуванні покриття на контактній поверхні з високою шорсткістю товщина покриття переважно перевищує R_{max} шорсткої контактної поверхні, щоб повністю покрити контактну поверхню. Товщина покриття для шорсткої контактної поверхні є середньою величиною товщини всього покриття, яку можна розрахувати за площею, масою і густиною покриття.

Прикладами підготовчої обробки поверхні для надання поверхні шорсткості є струминна обробка шляхом викидання матеріалу, що обробляє, наприклад, дробу, що має сферичну форму, або великого піску, піщинки якого мають кутасту форму, травлення опусканням в сильний розчин кислоти, наприклад, розчин сірчаної кислоти, хлористоводневої кислоти, азотної кислоти або фтористоводневої кислоти для надання поверхневої шорсткості, обробка хімічним перетворенням, наприклад, фосфатуванням, обробка сіллю щавлевої кислоти, і обробка солями борної кислоти (в формі кристалів, що випали в осадок, типово голчатої форми, при цьому шорсткість кристалічної поверхні збільшується), гальваностегія такими металами як Cu, Fe, Sn або Zn або сплавом цих металів (поверхня може стати трохи більш шорсткою через переважне осадження на виступах), і ударне плакування, яке дозволяє сформувати пористе нанесене покриття. Як один приклад гальваностегії можна навести композитне плакування, яке формує покриття, в якому найдрібніші тверді частинки дисперговані в металі, і ці найдрібніші тверді частинки виступають з покриття так, що цей спосіб можна застосовувати для надання поверхні шорсткості. Можна застосовувати два або більше типів підготовчої обробки поверхні в комбінації. Обробку можна провести відомими способами.

Незалежно від того, який спосіб застосовується для підготовчої обробки контактної поверхні, шорсткість R_{max} поверхні після підготовчої обробки переважно становить 5-40 мкм. Якщо R_{max} менше 5 мкм, адгезія і утримання мастильного покриття іноді бувають неадекватні. З іншого боку, якщо R_{max} перевищує 40 мкм, збільшується тертя, мастильне покриття не здатне витримати зсувні сили і стискні сили при впливі високого тиску і легше ушкоджується або відшаровується.

З точки зору адгезії мастильного покриття, переважною є підготовча обробка поверхні, яка може сформувати пористе покриття, а саме — хімічне перетворення і ударне плакування. У цьому випадку для того, щоб R_{max} становила щонайменше 5 мкм, товщина покриття повинна бути щонайменше 5 мкм. Верхня межа товщини покриття по суті відсутня, але звичайно вона становить максимум 50 мкм і, переважно, максимум 40 мкм, що є адекватною величиною. При

формуванні мастильного покриття зверху пористого покриття, сформованого підготовчою обробкою поверхні, адгезія мастильного покриття поліпшується за рахунок так званого анкерного ефекту. У результаті відшарування твердого мастильного покриття ускладнюється навіть при повторюваних операціях згинчування і розгинчування, і прямий контакт металу з металом по суті запобігається, що приводить до додаткового поліпшення стійкості до задирок, газонепроникності і запобігання корозії.

Особливо переважною підготовчою обробкою поверхні для формування пористого покриття є хімічне фосфатування (обробка фосфатом марганцю, фосфатом цинку, фосфатом заліза-марганцю, або фосфатом цинку-кальцію) і формування покриття з цинку або цинку-заліза ударним плакуванням. З точки зору адгезії переважним є покриття з фосфату марганцю, а з точки зору захисту від корозії переважним є покриття з цинку або сплаву цинку із залізом, від якого можна чекати "безвідмовного" ефекту захисту від корозії.

Хімічне фосфатування можна виконувати зануренням або розпиленням відомим способом. Типовий кислотний фосфатуючий розчин, що застосовується для оцинкованих матеріалів, можна використовувати як розчин для хімічної конверсійної обробки. Наприклад, можна застосовувати цинковий фосфатуючий розчин, що містить 1-150 г/л іонів фосфату, 3-70 г/л іонів цинку, 1-100 г/л іонів нітрату і 0-30 г/л іонів нікелю. Можна також застосовувати марганцевий фосфатуючий розчин, що широко застосовується для нарізних з'єднань. Температура розчину знаходиться в діапазоні від кімнатної до 100 °C, а тривалість обробки може дійти до 15 хвилин відповідно до необхідної товщини покриття. Для того, щоб сприяти утворенню покриття, можна на поверхню, що обробляється, перед фосфатуванням подавати водний розчин, що модифікує поверхню, що містить колоїдний титан. Після фосфатування переважно виконують промивання гарячою або холодною водою і сушіння.

Ударне плакування можна проводити механічним плакуванням, при якому частинки і плакований матеріал співударяються один з одним всередині обертового барабана, або дуттьовим плакуванням, при якому частинки ударяються в плакований матеріал за допомогою дуттьового пристрою. У даному винаході достатньо провести плакування лише контактних поверхонь, тому переважно виконувати дуттьове плакування, яке дозволяє здійснювати локальне плакування. З точки зору захисту від корозії і адгезії товщина шару цинку або цинкового сплаву, сформованого ударним плакуванням, становить 5-40 мкм.

Дуттьове плакування виконують, наприклад, направленням струменя матеріалу в формі часток, що мають залізне осердя, поверхня якого покрита цинком або сплавом цинку, на контактну поверхню, на яку повинне бути нанесене покриття. Вміст цинку або сплаву цинку в частинках переважно становить 20-60 %, а діаметр частинок переважно дорівнює 0,2-1,5 мм. У результаті співударів до контактної поверхні, що є підкладкою, прилипає тільки цинк або сплав цинку, який утворює шар покриття, і на контактній поверхні формується пористе покриття з цинку або цинкового сплаву. Таке дуттьове плакування дозволяє формувати пористе покриття, що має хорошу адгезію до поверхні сталі, незалежно від типу сталі.

Особлива гальваностегія є іншим типом підготовчої обробки поверхні і, хоча вона майже не впливає на шорсткість поверхні, вона дозволяє створити один шар або множину шарів, які поліпшують адгезію між мастильним покриттям і підкладкою, що підвищує стійкість до задирок трубного нарізного з'єднання.

Прикладами такої підготовчої обробки поверхні є гальваностегія металами, такими як Cu, Sn, Ni або їх сплавами. Плакування може бути одношаровим або багатошаровим з двома або більше шарами. Конкретними прикладами гальваностегії такого типу є покриття Cu, покриття Sn, покриття Ni, покриття сплавом Cu-Sn, покриття сплавом Cu-Sn-Zn, двошарове покриття Cu і Sn і тришарове покриття Ni, Cu і Sn. Зокрема, якщо трубне нарізне з'єднання виготовлене зі сталі із вмістом Cr більше 5 %, задирки виникають надзвичайно легко. У цьому випадку переважно виконувати підготовчу обробку поверхні одношаровим плакуванням сплавом Cu-Sn або сплавом Cu-Sn-Zn, або багатошаровим плакуванням металом з двома або більше шарами, вибраними з шарів цих сплавів і шару Cu, шару Sn, і шару Ni, наприклад, двошарове плакування з шарами Cu і Sn, двошарове покриття шарами Ni і Sn, двошарове плакування з шаром Ni і шаром Cu-Sn-Zn і тришарове плакування з шаром Ni, шаром Cu і шаром Sn.

Ці типи шарів металу можна формувати способом, викладеним в JP 2003-74763A. У випадку багатошарового плакування нижній шар металу (звичайно шар Ni), який називається ударним шаром, переважно є надзвичайно тонким шаром, що має товщину не більше 1 мкм. Товщина шару (загальна товщина у випадку багатошарового плакування) переважно знаходиться в діапазоні 5-15 мкм.

Іншим типом підготовчої обробки поверхні є створення формування твердого антикорозійного покриття.

Приклади

Ефекти даного винаходу будуть проілюстровані на наступних прикладах і порівняльних прикладах. У нижченаведеному описі контактна поверхня ніпеля, що включає нарізну ділянку і металеву контактну ділянку, яка не має різі, буде називатися поверхнею ніпеля, а контактна

поверхня гнізда муфти, що включає нарізну ділянку і металеву контактну ділянку, яка не має різі, буде називатися поверхнею муфти.

Поверхня ніпеля і поверхня муфти особливого нарізного з'єднання VAMTOP (зовнішній діаметр — 17,78 см (7 дюймів), товщина стінки — 1,036 см (0,408 дюйми)), виготовленого з вуглецевої сталі, що має склад, наведений в Таблиці 1, піддавали підготовчій обробці поверхні, показаній в Таблиці 2. Потім, як показано в Таблиці 3 і Таблиці 4, на поверхні конуса і поверхні муфти були сформовані тверде мастильне покриття високої твердості, тверде мастильне покриття низької твердості і, в деяких випадках, тверде антикорозійне покриття.

Нижче будуть детально описані складі обробляючих розчинів і покриттів. У Таблиці 4 металеві контактні ділянки, які не мають різі, позначають ущільнюючі ділянки і упорні ділянки, а нарізна ділянка означає ділянку контактної поверхні, що не є ущільнюючою ділянкою і упорною ділянкою. Коли на металевих контактних ділянках, які не мають різі, і на нарізних ділянках формувалися різні покриття, спочатку формували тверде мастильне покриття на металевих контактних ділянках, які не мають різі, а потім на нарізній ділянці формували окреме тверде мастильне покриття. При формуванні твердого мастильного покриття на нарізній ділянці покриття наносилося із застосуванням трафарету, щоб не формувати мастильне покриття зверху раніше сформованого твердого мастильного покриття на металевих контактних ділянках, які не мають різі. Однак, межа між цими двома покриттями не обов'язково повинна бути чіткою і ефекти даного винаходу можуть бути одержані навіть при наявності на межі перекриття цих двох шарів шириною приблизно 1 мм.

Твердість за Кнупом (Нк) кожного твердого мастильного покриття вимірювалася тестером мікротвердості HNV-200, що виготовляється компанією Shimadzu Corporation, в умовах 100 г протягом 10 с з використанням зразка, що має тверде мастильне покриття, сформоване таким же способом на сталевій пластині, виготовленій з того ж матеріалу.

Тест на високомоментне згвинчувати, при якому згвинчування здійснювалося з високим крутним моментом, проводився на трубних нарізних з'єднаннях, підготовлених вищеописаним способом, для створення діаграми крутного моменту, аналогічної тій, яка наведена на Фіг. 2, і для цієї діаграми вимірювалися T_s (момент упору), T_u (момент пластичної деформації) і ΔT ($=T_u - T_s$, момент опору упору).

T_s — це момент при початку зіткнення упорних поверхонь. Конкретніше, крутний момент при зміні крутного моменту при зіткненні упорних ділянок починає переходити в лінійну область (область пружної деформації) і стає T_s . T_u — це момент на початку пластичної деформації. Конкретніше, після досягнення T_s і коли зміна крутного моменту при обертанні починає втрачати лінійність і відходить від лінійної області, момент стає T_u . Відносні величини ΔT ($=T_u - T_s$), коли ΔT для порівняльного прикладу 1 в Таблиці 3, де застосовувалася звичайне компаундоване консистентне мастило, присвоєна величина 100, показані в Таблиці 5.

Кожне трубне нарізне з'єднання було піддане тесту на багаторазове згвинчування і розгвинчування, щоб оцінити стійкість до задирок. При тесті на багаторазове згвинчування і розгвинчування згвинчування нарізного з'єднання проводилося зі швидкістю 10 об/хв і з крутним моментом згвинчування 20 кН/м, і після розгвинчування перевірявся стан задирок на поверхні ніпеля і муфти. Коли подряпини задирок, які виникли в результаті згвинчування, були невеликими і повторне згвинчування після ремонту було можливе, проводився ремонт і тест на згвинчування і розгвинчування продовжувався. Згвинчування здійснювалося 10 разів.

Таблиця 1

Хімічний склад вуглецевої сталі (%); залишок Fe і домішки

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
0,24	0,3	1,3	0,02	0,01	0,04	0,07	0,17	0,04

Таблиця 2

Підготовча обробка поверхні

Ніпель	Муфта
1. Шліфування (R=3) 2. Цинкове фосфатування (R=10)(t=12)	1. Шліфування (R=3) 2. Ударне плакування нікелем + плакування сплавом Cu-Sn-Zn (t=5) (R=2)
R - шорсткість поверхні (мкм) t - товщина шару (мкм)	

Примітка: підготовча обробка поверхні в прикладі 2 була такою ж, як і вищенаведених таблиці для ніпеля, за винятком того, що замість цинкового фосфатування застосовувалося марганцеве фосфатування.

5

Таблиця 3

	Тверде мастильне покриття		Твердість за Кнупом (Нк)
	Зв'язуюче	Мастильні частинки	
Покриття 1	Поліефірефіркетон	ПТФЕ	80
Покриття 2	Поліамідимідна смола + фторопласт	ПТФЕ + MoS ₂	62
Покриття 3	Фторопласт	-	35
Покриття 4	Епоксидна смола	Графіт	48

Таблиця 4

№	Ніпель		Муфта	
	Металева контактна ділянка, що не має різі	Нарізна ділянка	Металева контактна ділянка, що не має різі	Нарізна ділянка
Приклад 1	Тв. мастил. покриття 1 (Нк=80)	Тв. мастил. покриття 3 (Нк=35)	Тв. мастил. покриття 1 (Нк=80)	Тв. мастил. покриття 3 (Нк=35)
Приклад 2	Тв. мастил. покриття 1 (Нк=80)	Тв. мастил. покриття 3 (Нк=35)	Тв. мастил. покриття 3 (Нк=35)	
Приклад 3	УФ-отверджуване тверде антикорозійне покриття		Тв. мастил. покриття 2 (Нк=62)	Тв. мастил. покриття 4 (Нк=48)
Порівняльний приклад 1	В'язке рідке компаундоване консистентне мастило за API BUL 5A2			
Порівняльний приклад 2	Тв. мастил. покриття 3 (Нк=35)	Тв. мастил. покриття 1 (Нк=89)	Тв. мастил. покриття 3 (Нк=35)	Тв. мастил. покриття 1 (Нк=80)
Порівняльний приклад 3	УФ-отверджуване тверде антикорозійне покриття		Тв. мастил. покриття 4 (Нк=48)	Тв. мастил. покриття 2 (Нк=62)
Нк - твердість за Кнупом				

10

Таблиця 5

№	Відношення ΔT ($=T_y - T_s$)(%) Відносне відношення (%) коли величина для порівняльного прикладу 1 прийнята за 100
Приклад 1	135
Приклад 2	116
Приклад 3	110
Порівняльний приклад 1	100
Порівняльний приклад 2	48
Порівняльний приклад 3	74

Приклад 1

5 На поверхні ніпель і поверхні муфти спеціального нарізного з'єднання, виготовленого з вуглецевої сталі зі складом, показаним в Таблиці 1, для формування покриття, що має структуру, показану на Фіг. 5, була виконана наступна підготовча обробка поверхні.

Поверхня муфти

10 Поверхня муфти була відшліфована на станку (шорсткість поверхні — 3 мкм), а потім піддана ударному плакуванню нікелем, після чого — плакуванню сплавом Cu-Sn-Zn (Cu: 56 %, Sn: 36 %, інше Zn; те ж стосується і нижчевикладеного), при цьому обидва покриття наносилися гальваностегією для одержання нанесених покриттів загальною товщиною 5 мкм. Шорсткість поверхні після такої підготовчої обробки становила 2 мкм.

15 На поверхні муфти, яка піддавалася підготовчій обробці, був сформований твердий мастильний шар 1, показаний в Таблиці 3 (покриття з полієфірефіркетону, що містить ПТФЕ, доданий як мастильні частинки з твердістю за Кнупом 80 одиниць, і товщиною покриття приблизно 20 мкм) і нанесений на контактну металеву ділянку, яка не має різи (ущільнююча ділянка і упорна ділянка), після чого на нарізній ділянці (на ділянці, що не є упорною і ущільнюючою ділянками) було сформоване тверде мастильне покриття 3, показане в Таблиці 3 (покриття з фторопласту з твердістю за Кнупом 35 одиниць і товщиною приблизно 20 мкм).

Поверхня ніпеля

20 Поверхня ніпеля була оброблена на шліфувальному станку (шорсткість поверхні — 3 мкм) і піддавалася цинковому фосфатуванню зануренням на 6 хвилин в цинковий фосфатуючий розчин при 75-85 °C для формування покриття з фосфату цинку (шорсткість поверхні 10 мкм) товщиною 12 мкм.

25 На поверхні ніпеля, яка піддалася такій підготовчій обробці, сформували таке ж покриття, що і на поверхні муфти. Конкретніше, на металевих контактних ділянках, які не мають різи, було сформоване тверде мастильне покриття 1, а на нарізній ділянці було сформоване тверде мастильне покриття 3. Кожне покриття мало таку ж товщину, що і покриття на поверхні муфти.

30 Як показано в Таблиці 5, величина ΔT у високомоментному тесті була такою, що відношення ΔT , коли ΔT для порівняльного прикладу 1 було прийнято за 100, становило 135 %. Це відношення ΔT значно перевищує відношення $\Delta T=48$ % в порівняльному прикладі 2, в якому тверді мастильні покриття, сформовані на ущільнюючих ділянках і упорних ділянках поверхонь конуса і муфти, були протилежні тим, які застосовувалися в прикладі 1.

35 Більше того: ΔT в прикладі 1 збільшився на 35 % порівняно з ΔT для компаундованого консистентного мастила (порівняльний приклад 1), яке є стандартним засобом, оскільки, як відомо, воно дає задовільну величину ΔT . Це підтвердило, що нарізне з'єднання за прикладом 1 можна згвинчувати з високим моментом без виникнення пластичної деформації упорної ділянки. В тесті на згвинчування і розгвинчування таке згвинчування і розгвинчування проводили 10 разів без виникнення задирок.

Приклад 2

40 Нижчеописана підготовча обробка поверхні і формування покриттів на поверхні конуса і муфти спеціального нарізного з'єднання, виготовленого з вуглецевої сталі, склад якої наведений в Таблиці 1, проводилися для формування структури, показаної на Фіг. 6(А).

45 Поверхня муфти піддалася фінішній обробці на шліфувальному станку (шорсткість поверхні — 3 мкм) і підготовчій обробці зануренням на 20 хвилин в розчин фосфату марганцю при 90-95 °C для формування покриття з фосфату марганцю (шорсткість поверхні — 14 мкм) товщиною 18 мкм.

На всій поверхні муфти, яка піддалася такій підготовчій обробці, було сформоване тверде мастильне покриття 3 (фторопласт з твердістю за Кнупом 35 одиниць і товщиною 20 мкм).

Поверхня ніпеля

Поверхня ніпеля піддалася точно такій же підготовчій обробці і формування покриття, що і поверхня ніпеля в прикладі 1. Твердість за Кнупом і товщина покриття були точно такими ж, що і в прикладі 1.

5 Як показано в Таблиці 5, відношення ΔT при високомоментному тесті становило 116 %. Таким чином, ΔT для прикладу 2 виріс на 16 % порівняно з ΔT для компаундованого консистентного мастила (порівняльний приклад 1), яке було стандартом. Конкретніше, було підтверджено, що нарізне з'єднання за прикладом 1 можна згвинчувати з високим моментом без виникнення пластичної деформації упорних ділянок. Під час тесту на згвинчування і розгвинчування, згвинчування і розгвинчування могло проводитися 10 разів без виникнення задирок.

Приклад 3

Нижчеописана підготовча обробка поверхні і формування покриттів здійснювалися на поверхні ніпеля і муфти спеціального нарізного з'єднання, виготовленого з вуглецевої сталі, склад якої показаний в Таблиці 1, для створення структури покриття, показаної на Фіг. 6(B).

Поверхня муфти

Підготовча обробка поверхні муфти проводилася так само, як і поверхня муфти в прикладі 1 (шліфування і ударне плакування нікелем з подальшим плакуванням сплавом Cu-Sn-Zn). На поверхні муфти, що пройшла таку підготовчу обробку, спочатку на металевій контактній ділянці, яка не має різі, формували тверде мастильне покриття 2, показане в Таблиці 3 (поліамідимідна смола і фторопласт, що містить ПТФЕ і MoS_2 як мастильні частинки, з твердістю за Кнупом 62 одиниці і з товщиною покриття 22 мкм), а потім на нарізній ділянці формували тверде мастильне покриття 4, показане в Таблиці 3 (покриття з епоксидної смоли, що містить графіт як мастильні частинки, з твердістю за Кнупом 48 одиниць, і товщиною покриття приблизно 22 мкм).

Поверхня ніпеля

Підготовча обробка поверхні ніпеля проводилася так само, як і для поверхні ніпеля в прикладі 1 (шліфування і цинкове фосфатування). На всій поверхні ніпеля, яка піддалася підготовчій обробці, було сформоване тверде антикорозійне покриття на основі УФ-отверджуваної смоли.

Застосовувана композиція покриття була приготована шляхом додавання фосфіту алюмінію як антикорозійного агента і низькомолекулярного поліетилену як мастила в комерційно доступну фарбу на основі УФ-отверджуваної смоли на основі епоксіакрилової смоли (без розчинника), що виготовляється компанією Chugoku Marine Paints, Ltd (що містить 94 % смоли, 5 % антикорозійного агента і 1 % мастила на основі загального вмісту твердих речовин). Така композиція покриття розпилювалася на всю поверхню конуса і опромінювалася ультрафіолетовим випромінюванням (з довжиною хвилі 260 нм) від ртутної лампи потужністю 4 кВт, що охолоджується повітрям, для отвердження покриття. Сформоване покриття мало товщину 25 мкм, було безбарвним і прозорим, тому ділянку зовнішньої різі можна було спостерігати крізь покриття неозброєним оком або за допомогою збільшувального скла.

У високомоментному тесті відношення ΔT становило 110 %. Також спостерігався виражений ефект збільшення відношення ΔT порівняно з порівняльним прикладом 3, в якому тверде мастильне покриття, сформоване на ущільнюючій ділянці і упорній ділянці, і тверде мастильне покриття на нарізній ділянці поверхні муфти були протилежні прикладу 3. Відношення ΔT також було великим порівняно з порівняльним прикладом 1, в якому використовується звичайне компаундоване консистентне мастило. У ході тесту на згвинчування і розгвинчування, згвинчування і розгвинчування здійснювалися 10 разів без яких-небудь проблем.

Порівняльний приклад 1

Поверхня ніпеля і поверхня муфти спеціального нарізного з'єднання, виготовленого зі сталі, склад якої наведений в Таблиці 1, піддавалися підготовчій обробці і змащуванню наступним способом.

Поверхня муфти

Підготовча обробка поверхні муфти проводилася так само, як і в прикладі 1 (шліфування і ударне плакування нікелем і плакування сплавом Cu-Sn-Zn). В'язке рідке мастило, компаундоване консистентне мастило за API BUL 5A2 наносилося на всю поверхню муфти, яка пройшла підготовчу обробку, для формування мастильного покриття. Загальна вага нанесеного компаундованого консистентного мастила на поверхні конуса і на поверхні муфти дорівнювала 50 г. Загальна площа покриття дорівнювала приблизно 1400 cm^2 .

Поверхня ніпеля

Підготовча обробка поверхні конуса проводилася так само, як і для ніпеля в прикладі 1 (шліфування з подальшим цинковим фосфатуванням). Компаундоване консистентне мастило наносилося на всю поверхню конуса, яка пройшла підготовчу обробку.

5 При тесті на згвинчування і розгвинчування за 10 циклів згвинчування і розгвинчування до десятого циклу задилок не виникло. Однак, компаундоване консистентне мастило містить важкі метали, такі як свинець, тому воно шкідливе для людей і навколишнього середовища.

У високомоментному тесті з'єднання мало високий T_u так, що упорні ділянки не піддавалися пластичній деформації, навіть коли згвинчування здійснювалося з високим моментом, і 10 з'єднання мало великий ΔT . ΔT для цього прикладу було прийнято за 100 і використовувалося для розрахунку відношення ΔT .

Порівняльний приклад 2

Нижчеописана підготовча обробка поверхні і формування покриття проводилися на поверхні ніпеля і на поверхні муфти спеціального нарізного з'єднання, виготовленого з вуглецевої сталі, 15 склад якої наведений в Таблиці 1, для створення покриттів, що мають структуру, показану на Фіг. 5. Однак, тверді мастильні покриття на необробленій металевій контактній ділянці і на нарізній ділянці були сформовані так, щоб бути протилежними прикладу 1. Конкретніше, тверде мастильне покриття низької твердості було сформоване на металевих контактних ділянках, які не мають різи, а тверде мастильне покриття високої твердості було сформоване на нарізних 20 ділянках.

Поверхня муфти

Підготовча обробка поверхні муфти проводилася так само, як і в прикладі 1 (шліфування і ударне плакування нікелем і плакування сплавом Cu-Sn-Zn). На поверхні муфти, яка піддалася 25 підготовчій обробці, спочатку на металевій контактній ділянці, яка не має різи, було сформовано тверде мастильне покриття 3 за Таблицею 3 (фторопластове покриття з твердістю за Кнупом 35 одиниць і товщиною приблизно 20 мкм), після чого на нарізній ділянці було сформоване тверде мастильне покриття 1 за Таблицею 3 (покриття з поліефірефіркетонічної смоли, що містить ПТФЕ як мастильні частинки, з твердістю за Кнупом 80 одиниць і товщиною приблизно 20 мкм).

Поверхня ніпеля

30 Підготовча обробка поверхні ніпеля проводилася так само, як і для поверхні ніпеля в прикладі 1 (шліфування і цинкове фосфатування). На поверхні ніпеля, що піддалася підготовчій обробці, було сформоване таке ж покриття, які і на поверхні муфти. А саме, тверде мастильне покриття 3 було сформоване на металевій контактній ділянці, яка не має різи, і тверде мастильне покриття 1 було сформоване на нарізній ділянці. Товщина кожного покриття була 35 такою ж, що і на поверхні муфти.

У тесті на згвинчування і розгвинчування за 10 циклів згвинчування і розгвинчування задилок не з'явилася. Однак на високомоментному тесті відношення ΔT було надзвичайно 40 низьким - 48 % від величини, що дається звичайним компаундованим консистентним мастилом (порівняльний приклад 1). Конкретніше, знову було підтверджено, що відношення ΔT сильно зменшується, якщо тверде мастильне покриття низької твердості сформоване на ущільнюючих ділянках і на упорних ділянках, а тверде мастильне покриття сформоване на нарізних ділянках.

Порівняльний приклад 3

На поверхні ніпеля і на поверхні муфти спеціального нарізного з'єднання, виготовленого з вуглецевої сталі, склад якої наведений в Таблиці 1, для формування покриттів, що мають 45 структуру, показану на Фіг. 6(B), була виконана наступна підготовча обробка. Однак тверді мастильні покриття були сформовані на металевій контактній ділянці, яка не має різи, і на нарізній ділянці поверхні муфти так, щоб одержати приклад, протилежний прикладу 3. Конкретніше, тверде мастильне покриття низької твердості було сформоване на металевій контактній ділянці, яка не має різи, а тверде мастильне покриття високої твердості було 50 сформоване на нарізній ділянці поверхні муфти.

Поверхня муфти

Підготовча обробка поверхні муфти проводилася так само, як і в прикладі 1 (шліфування і ударне плакування нікелем і плакування сплавом Cu-Sn-Zn). На поверхні муфти, яка піддалася 55 підготовчій обробці, спочатку було сформоване тверде мастильне покриття 4, показане в Таблиці 3 (покриття з епоксидної смоли, яке містить графіт як мастильні частинки, з твердістю за Кнупом 48 одиниць і товщиною приблизно 22 мкм), на металевій контактній ділянці, яка не має різи, а потім тверде мастильне покриття 2, показане в Таблиці 3 (покриття з поліамідимідної смоли і фторопласт, що містить ПТФЕ і MoS_2 як мастильні частинки, з твердістю за Кнупом 62 одиниці і товщиною приблизно 22 мкм), було сформоване на нарізній ділянці.

60

Поверхня ніпеля

Поверхня ніпеля була піддана підготовчій обробці і на ній було сформовано УФ-отверджуване тверде антикорозійне покриття точно так само, як і на поверхні ніпеля в прикладі 3.

У тесті на згинчування і розгинчування за 10 циклів згинчування і розгинчування задирок не виникло. Однак у високомоментному тесті відношення ΔT було низьким - 74 % від величини порівняльного прикладу 1, в якому застосовувалося звичайне компаундоване консистентне мастило. Крім того, видно, що відношення ΔT було на 36 % менше, ніж в прикладі 3, в якому тверде мастильне покриття було сформоване на ущільнюючій ділянці і на упорній ділянці, а тверде мастильне покриття, сформоване на нарізній ділянці поверхні муфти, було протилежним.

Як описано вище, було доведено, що якщо твердість за Кнупом твердого мастильного покриття, сформованого на ущільнюючій ділянці і на упорній ділянці, вища, ніж твердість за Кнупом твердої мастильної ділянки сформованої на нарізній ділянці, згідно з даним винаходом, то відношення ΔT збільшується. Завдяки високому ΔT з'являється можливість виконувати операції згинчування без виникнення пластичної деформації упорних ділянок або задирок навіть під час згинчування з високим моментом.

Для дослідження антикорозійних властивостей трубних нарізних з'єднань, виготовлених за прикладами 1-3, окремо підготовлені зразки (70×150 мм і товщиною 1,0 мм) піддавалися такій ж підготовчій обробці поверхні, яка показана для муфти в Таблиці 2 і на них були сформовані мастильні покриття, показані для муфти в Таблиці 3. Зразки піддалися тесту в соляному тумані (за JIS Z 2371, який відповідає ISO 9227 при температурі 35 °C протягом 1000 годин) і тесту на вологість (за JIS До 5600-7-2, який відповідає ISO 6270, при температурі 50 °C, відносною вологості 98 % протягом 200 годин) для перевірки появи іржі. В результаті, було підтверджено, що в кожному з тестів іржа на трубних нарізних з'єднаннях за прикладами 1-3 не з'являлася.

Коли трубні нарізні з'єднання за прикладами 1-3 перевірялися на газонепроникність і випробовувалися на реальній буровій установці, кожне із з'єднань показало задовільні характеристики. ΔT була вищою, ніж для звичайного компаундованого консистентного мастила, тому було підтверджено, що згинчування можна стабільно здійснювати з високим моментом.

Даний винахід був описаний на прикладі варіантів, які в цей час вважаються переважними, але винахід не обмежується цими варіантами. У нього можуть бути внесені зміни, що не суперечать технічній концепції винаходу, яка визначена формулою і описом загалом, і потрібно розуміти, що нарізне з'єднання з такими змінами входить в технічний об'єм даного винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Трубне нарізне з'єднання, яке складається з ніпеля і муфти, кожний з яких має контактну поверхню, яка складається з нарізної ділянки і контактної ділянки, яка не має різі, що включає ущільнюючу ділянку і упорну ділянку, яке **відрізняється** тим, що на ділянці, яка включає упорну ділянку контактної поверхні щонайменше одного елемента з ряду, що містить ніпель і муфту, присутнє перше тверде мастильне покриття, на щонайменше частині контактної поверхні щонайменше одного елемента з ряду, що містить ніпель і муфту, на якій відсутнє перше тверде мастильне покриття, присутнє друге тверде мастильне покриття, при цьому твердість за Кнупом першого твердого мастильного покриття вища, ніж твердість за Кнупом другого твердого мастильного покриття, і, коли є ділянка, на якій присутні і перше, і друге тверде мастильне покриття, друге тверде мастильне покриття знаходиться під першим твердим мастильним покриттям.

2. З'єднання за п. 1, в якому ділянка, яка включає упорну ділянку контактної поверхні, є металевою контактною ділянкою, яка не має різі, контактної поверхні.

3. З'єднання за п. 2, в якому металева контактна ділянка, яка не має різі, щонайменше одного елемента з ряду, що містить ніпель і муфту, має перше тверде мастильне покриття, а нарізна ділянка щонайменше одного елемента з ряду, що містить ніпель і муфту, має друге тверде мастильне покриття.

4. З'єднання за п. 1, в якому контактна поверхня ніпеля або муфти має перше тверде мастильне покриття на її частині, що містить упорну ділянку, і друге тверде мастильне покриття щонайменше на тій її частині, яка не має першого твердого мастильного покриття, а контактна поверхня іншого елемента з ряду, що містить ніпель або муфту, має тверде антикорозійне покриття.

5. З'єднання за п. 4, в якому тверде антикорозійне покриття є покриттям на основі УФ-отверджуваної смоли.

6. З'єднання за будь-яким з пп. 1-5, в якому відношення твердості за Кнупом першого твердого мастильного покриття до твердості за Кнупом другого твердого мастильного покриття становить щонайменше 1,1.

7. З'єднання за будь-яким з пп. 1-6, в якому контактна поверхня щонайменше одного елемента з ряду, що містить ніпель і муфту, перед формуванням покриття піддана підготовчій обробці способом, вибраним з ряду, що містить піско- або дробоструминну обробку, травлення, хімічне перетворення фосфатуванням, обробку сіллю щавлевої кислоти, хімічне перетворення боруванням, гальваностегією, ударне плакування і два або більше з цих способів.

8. З'єднання за будь-яким з пп. 1-7, в якому кожне з першого і другого твердих мастильних покриттів має товщину 10-150 мкм, і, коли існує ділянка, на якій одне з першого і другого твердих мастильних покриттів знаходиться на інше, загальна товщина першого і другого твердих мастильних покриттів на цій ділянці не перевищує 200 мкм.



Фіг. 1



Фіг. 2

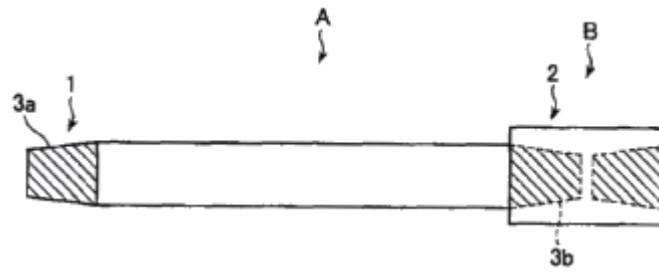


Fig. 3

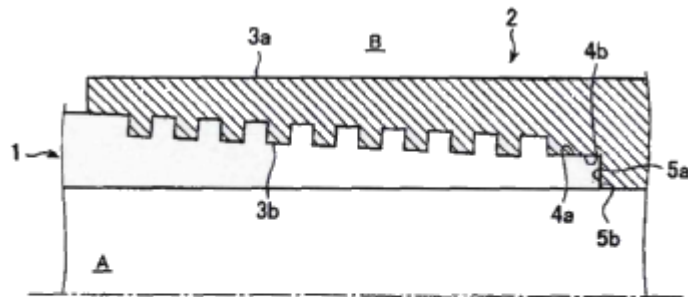


Fig. 4

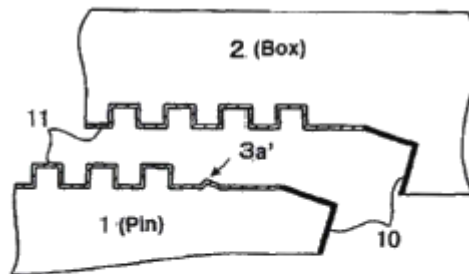


Fig. 5

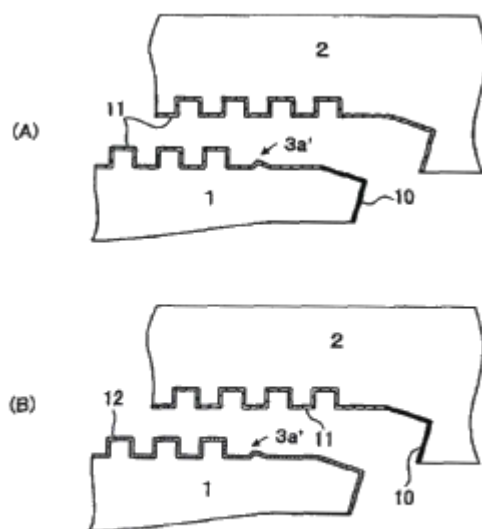


Fig. 6

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601