

(19) C2 (11) 105334 (13) UA

(98) вул. В'ячеслава Чорновола, 25, офіс 3, м. Київ, 01135

(85) 2013-06-04

(74) Мошинська Ніна Миколаївна, (UA)

(45) [2014-04-25]

(43) [2013-09-25]

(24) 2014-04-25

(22) 2011-11-04

(12) Патент України (на 20 р.)

(21) а201307062

(46) 2022-01-19

(86) 2011-11-04 PCT/JP2011/076016

(30) 2010-248790 2010-11-05 JP

(54) НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ ТРУБ, ЩО МАЄ ПОЛІПШЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ВИСОКОМУ КРУТНОМУ МОМЕНТІ РЕЗЬБОВ
OE СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПРИ ВЫСОКОМ КРУТЯЩЕМ МОМЕНТЕ TUBULAR THREADED JOI
NT HAVING IMPROVED HIGH TORQUE PERFORMANCE

(56) WO 2009/057754 A1, 07.05.2009 2 JP 2002-173692 A, 21.06.2002 2 EP 1548346 A1, 29.05.2003 2 JP 2004-137371 A, 13.05.2004 2 J
P 7-167206 A, 04.07.1995 2

(71) JP НИППОН СТИЛ ЕНД СУМИТОМО МЕТАЛ КОРПОРЕЙШН JP НИППОН СТИЛ ЭНД СУМИТОМО МЕТАЛ КОРПОРЕЙШН JP
NIPPON STEEL and SUMITOMO METAL CORPORATION FR ВАЛЛУРЕК МАННЕСМАНН ОЙЛ ЕНД ГЭС ФРАНС FR ВАЛЛУРЕК МАН
НЕСМАНН ОЙЛ ЭНД ГЭС ФРАНС FR VALLOUREC MANNESMANN OIL and GAS FRANCE

(72) JP Гото Кунио JP Гото Кунио JP Goto, Kunio JP Ямамото Ясухиро JP Ямамото Ясухиро JP Yamamoto, Yasuhiro

(73) JP НИППОН СТИЛ ЕНД СУМИТОМО МЕТАЛ КОРПОРЕЙШН JP НИППОН СТИЛ ЭНД СУМИТОМО МЕТАЛ КОРПОРЕЙШН JP
NIPPON STEEL and SUMITOMO METAL CORPORATION FR ВАЛЛУРЕК МАННЕСМАНН ОЙЛ ЕНД ГЭС ФРАНС FR ВАЛЛУРЕК МАН
НЕСМАНН ОЙЛ ЭНД ГЭС ФРАНС FR VALLOUREC MANNESMANN OIL and GAS FRANCE

Смазочное покрытие, которое способно предотвращать возникновение заклинивания даже при осуществлении свинчивания с высоким крутящим моментом, и которое имеет превосходные свойства защиты от коррозии, наносят на контактные поверхности ниппеля и/или муфты резьбового соединения труб. Смазочное покрытие содержит сополимерные частицы, представляющие собой частицы акрилового кремнийорганического сополимера, имеющие средний диаметр частиц 10 до 50 мкм и диспергированные в высоковязкой матрице, состоящей из смеси, которую образуют вещество на основе канифоли, выбранное из канифоли и ее производных, воск, карбоксилат металла и основная соль металла и ароматической органической кислоты (такая как высокоосновный сульфонат кальция).

Мастильне покриття, яке здатне запобігати виникненню заклинення навіть при здійсненні згинчування з високим крутним моментом, і яке має чудові властивості захисту від корозії, наносять на контактні поверхні ніпеля і/або муфти нарізного з'єднання труб. Мастильне покриття містить співполімерні частинки, що являють собою частинки акрилового кремнійорганічного співполімеру, що мають середній діаметр частинок 10 до 50 мкм і дисперговані у високов'язкій матриці, що складається з суміші, яку утворюють речовина на основі каніфолі, вибрана з каніфолі і її похідних, віск, карбоксилат металу і основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти (така як високоосновний сульфонат кальцію).

A lubricant coating which can prevent the occurrence of galling even when makeup is carried out with a high torque and which has excellent rust preventing properties is formed on the contact surfaces of a pin and/or a box of a tubular threaded joint. The lubricant coating contains copolymer particles made from particles of an acrylic-silicone copolymer with an average particle diameter of 10-50 μm dispersed in a highly viscous matrix made from a mixture of a rosin-based substance selected from rosin and its derivatives, wax, a metal soap, and a basic metal salt of an aromatic organic acid (such as highly basic Ca sulfonate).

1. Нарізне з'єднання труб, що містить ніпель і муфту, в кожному з яких контактна поверхня включає різь і ненарізну металеву контактну частину, яке **відрізняється** тим, що контактна поверхня щонайменше однієї деталі (ніпеля або муфти) має мастильне покриття, що містить частинки співполімеру, що складається з полімеру, вибраного з кремнієорганічного полімеру і фторвуглецевого полімеру, і термопластичного полімеру, причому вказані частинки дисперговані у в'язкій матриці, у якій комплексна динамічна в'язкість становить щонайменше 3000 Па·с при 25 °С.
2. Нарізне з'єднання труб за п. 1, в якому у мастильному покритті коефіцієнт тертя, виміряний при тиску 1 ГПа, становить більше, ніж коефіцієнт тертя, виміряний при тиску 0,3 ГПа.
3. Нарізне з'єднання труб за п. 2, в якому різниця, обчислена відніманням коефіцієнта тертя при 0,3 ГПа від коефіцієнта тертя при 1 ГПа, становить щонайменше 0,02.
4. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-3, в якому співполімерні частинки являють собою сферичні частинки.
5. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-4, в якому співполімерні частинки являють собою акрилові кремнієорганічні співполімерні частинки, що мають середній діаметр частинок від 10 до 50 мкм, і їх вміст становить від 0,1 до 20 % мас.
6. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-5, в якому в'язка матриця містить щонайменше одну речовину, вибрану з речовини на основі каніфолі, включаючи каніфоль і її похідні, воски, карбоксилати металів і основні солі металів і ароматичних органічних кислот.
7. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-5, в якому мастильне покриття додатково містить графіт як модифікатор тертя.
8. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-7, в якому мастильне покриття має товщину від 10 до 500 мкм.
9. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-8, в якому контактну поверхню щонайменше однієї деталі (ніпеля або муфти), що має мастильне покриття, піддають поверхневій обробці способом, вибраним зі струминної обробки, травлення, фосфатної хімічної конверсійної обробки, оксалатної хімічної конверсійної обробки, боратної хімічної конверсійної обробки, електролітичного нанесення покриття, розпилювального нанесення покриття і їх поєднання, перед нанесенням мастильного покриття.
10. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-9, в якому контактна поверхня однієї деталі (ніпеля або муфти) має мастильне покриття, і контактну поверхню іншої деталі (ніпеля або муфти) піддають поверхневій обробці щонайменше одним способом, вибраним щонайменше зі струминної обробки, травлення, фосфатної хімічної конверсійної обробки, оксалатної хімічної конверсійної обробки, боратної хімічної конверсійної обробки, електролітичного нанесення покриття, розпилювального нанесення покриття і їх поєднання.
11. Нарізне з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-10 для з'єднання нафтопромислових трубних виробів.
12. Спосіб з'єднання множини нафтопромислових трубних виробів з використанням нарізного з'єднання труб за будь-яким з пп. 1-10.

Галузь техніки, до якої належить винахід

Даний винахід стосується нарізного з'єднання труб для використання в згвинчуванні сталевих труб і, зокрема, нафтопромислових трубних виробів і їх поверхневої обробки. Нарізне з'єднання труб згідно з даним винаходом може виявляти чудову стійкість до заклинювання визначено без застосування консистентного мастила, такого як композитне мастило, яке в минулому наносили на нарізні з'єднання при згвинчуванні нафтопромислових трубних виробів. Відповідно, нарізне з'єднання труб згідно з даним винаходом може запобігати несприятливим впливам, що викликаються композитним мастилом на глобальне оточуюче середовище і людину. Крім того, в ньому насилу розвивається пластична деформація, і можна забезпечувати герметичне з'єднання двох металевих виробів стійким чином, навіть при здійсненні операції згвинчування з високим крутним моментом.

Рівень техніки

Нафтопромислові трубні вироби, такі як трубопроводи і обсадні труби, що використовуються в пристроях нафтових свердловин для видобутку сирової нафти або зрідженого нафтового газу, як правило, з'єднують один з одним, використовуючи нарізні з'єднання труб. У минулому глибина нафтових свердловин становила від 2000 до 3000 м, але у глибоких свердловин, таких як свердловини на сучасних морських нафтових родовищах, глибина може досягати рівня від 8000 до 10000 м. Довжина нафтопромислового трубного виробу становить, як правило, приблизно 10 м, і система трубопроводів, що містять текуче середовище, таке як сира нафта, яка тече всередині неї, оточена множиною обсадних труб, і, отже, множина нафтопромислових трубних виробів, які з'єднують один з одним, може досягати величезного числа, що становить тисячі або більше.

В середовищі застосування нарізних з'єднань труб для нафтопромислових трубних виробів на них впливають навантаження в формі розтягуючих зусиль в аксіальному напрямку, які викликані вагою нафтопромислових трубних виробів і самих з'єднань, комбінований тиск, такий як внутрішній і зовнішній тиск, а також геотермальне тепло. Таким чином, вони повинні бути здатними гарантувати газонепроникність без пошкоджень навіть в таких жорстких умовах середовища.

Типове нарізне з'єднання труб, що використовується для з'єднання нафтопромислових трубних виробів, має структуру типу «ніпель-муфта», яку утворюють деталь, що має зовнішню різь і, яка називається «ніпель», і деталь, що має внутрішню різь і, яка називається «муфта». Як правило, ніпель утворений на обох кінцях нафтопромислового трубного виробу, і муфта утворена на внутрішній поверхні обох кінців компонента нарізного з'єднання, яке називається «з'єднувальна втулка».

Як подано на фіг. 1, нарізне з'єднання, яке має чудову газонепроникність і називається «спеціальне нарізне з'єднання» має ущільнювальну частину і виступаючу частину (також називається «виступ момента») на кожній деталі (ніпелі і муфті). Ущільнювальна частина утворена на зовнішній периферії близько торцевої поверхні ближче до краю ніпеля, ніж зовнішня різь, і на внутрішній периферії основи внутрішньої різі муфти, і виступаюча частина утворена на торцевій поверхні в кінці ніпеля і на відповідній крайній задній частині муфти. Ущільнювальна частина і виступаюча частина становлять ненарізну металеву контактну частину ніпеля або муфти нарізного з'єднання труб, і ненарізна металева контактна частина і нарізна частина (зовнішня або внутрішня різь) складають контактну поверхню ніпеля або муфти. Коли вставляють один кінець (ніпель) нафтопромислового трубного виробу в з'єднувальну втулку (муфта) і затягують зовнішню різь ніпеля і внутрішню різь з'єднувальної втулки доти, доки виступаючі частини ніпеля і муфти не зістикуються, і потім прикладають придатний крутний момент, щоб ущільнювальні частини ніпеля і муфти увійшли в тісний контакт один з одним і утворили герметичне з'єднання двох металевих виробів, в результаті чого підтримується газонепроникність нарізного з'єднання.

Коли систему трубопроводів або обсадні труби опускають в нафтову свердловину, внаслідок різноманітних проблем нарізне з'єднання, яке було раніше затягнуте, іноді послаблюється, нарізні з'єднання підіймають з нафтової свердловини, потім їх повторно затягують і опускають в свердловину. Згідно з вимогами Американського нафтового інституту (API), стійкість до заклинення повинна бути такою, щоб зберігалася газонепроникність, і не виникало незмінюване заїдання, так зване «заклинення», навіть коли з'єднання піддається затягуванню (згвинчуванню) і послабленню (розгвинчуванню) десять разів у випадку з'єднання для системи трубопроводів і три рази у випадку з'єднання для обсадних труб.

Щоб збільшувати стійкість до заклинювання і газонепроникність при здійсненні згвинчування нарізного з'єднання для нафтопромислових трубних виробів в'язкий рідкий мастильний матеріал (консистентне мастило), який називається «композитне мастило», і який містить порошки важких металів, наносять на контактну поверхню нарізного з'єднання (а саме, на різь і ненарізану металеву контактну частину ніпеля або муфти). Композитне мастило рекомендує бюлетень API 5A2.

У минулому було запропоновано піддавати контактну поверхню нарізного з'єднання поверхневій обробці різноманітних типів, таких як азотування, нанесення електролітичного покриття різноманітних типів, включаючи оцинкування і нанесення композитного електролітичного покриття, і фосфатна хімічна конверсійна обробка, утворюючи один або більше шарів, щоб підвищувати утримання композитного мастила або поліпшувати властивості ковзання. Однак, як описано нижче, використання

композитного мастила створює загрозу несприятливих впливів на оточуюче середовище і людину.

Композитне мастило містить велику кількість порошоків важких металів, таких як цинк, свинець і мідь. Під час згвинчування нарізного з'єднання мастило, яке було нанесено, змивається або перетікає на зовнішню поверхню, та існує можливість того, що воно буде несприятливо впливати на оточуюче середовище і, зокрема, на живі ресурси моря внаслідок шкідливих важких металів, таких як свинець. Крім того, процес нанесення композитного мастила погіршує технологічне середовище і ефективність роботи, а також існує проблема його токсичності відносно людини.

В останні роки в результаті введення в дію Осло-Парижської конвенції (OSPAR) 1998 р., спрямованої на запобігання забрудненню морського середовища в північно-східній частині Атлантичного океану, в глобальному масштабі встановлені суворі обмеження з метою захисту оточуючого середовища, а в деяких регіонах вже регулюється використання композитного мастила. Відповідно, щоб запобігати шкідливим впливам на оточуюче середовище і людину в пристроях газових свердловин і нафтових свердловин, розвивається попит на нарізні з'єднання, які можуть виявляти чудову стійкість до заклинення без використання композитного мастила.

Як нарізне з'єднання, яке можна використовувати для з'єднання нафтопромислових трубних виробів без застосування композитного мастила, заявники даного винаходу запропонували в патентному документі 1 нарізне з'єднання труб, на яке нанесене в'язке рідке або напівтверде мастильне покриття, і в патентному документі 2 вони запропонували нарізне з'єднання труб, яке подавляє клейкість поверхні нарізного з'єднання і зменшує адгезію чужорідних матеріалів, таких як бруд, пісок і сміття, що являє собою недолік в'язкого рідкого або напівтвердого мастильного покриття.

Патентний документ 1: японський патент JP 2002-173692 A

Патентний документ 2: японський патент JP 2004-53013 A

Суть винаходу

У спеціальному нарізному з'єднанні, такому як з'єднання, подане на фіг. 1, яке має ущільнювальну частину і виступаючу частину, газонепроникність гарантується утворенням герметичного з'єднання двох металевих виробів між ущільнювальними частинами ніпеля і муфти під час згвинчування.

Фіг. 2 представляє графік крутного моменту (ордината представляє крутний момент, і абсциса представляє число витків) даного типу нарізного з'єднання під час згвинчування. Як представлено на даній фігурі, при збільшенні числа витків крутний момент спочатку поступово збільшується внаслідок того, що вступає у взаємний контакт різь ніпеля і муфти. Після цього вступають в контакт ущільнювальні частини ніпеля і муфти контакту, і збільшується швидкість збільшення крутного моменту. Нарешті, виступаючі частини на кінці ніпеля і виступаюча частина муфти вступають в контакт одна з одною (цей стан називається «з'єднання виступу»), і коли вони починають взаємодіяти одна з одною (крутний момент на початку цієї взаємодії називається «крутний момент з'єднання виступу» і позначається T_s), крутний момент різко збільшується. Згвинчування завершується, коли крутний момент стає таким, що дорівнює заданому моменту згвинчування.

Однак за рахунок спеціального нарізного з'єднання, що використовується в глибоких нафтових свердловинах, в якому застосовуються напруження стиснення і напруження вигину, згвинчування іноді здійснюють з крутним моментом, який є вищим, ніж звичайний крутний момент, таким чином, що послаблення не відбувається. У цьому випадку виступаюча частина на торцевій поверхні ніпеля і виступаюча частина муфти, яка вступає з нею в контакт, іноді піддається пластичній деформації (крутний момент під час пластичної деформації називається «крутний момент на межі текучості» і позначається T_u), і, як подано на фіг. 2, у виступаючих частинах іноді виникає пластична деформація.

У нарізному з'єднанні, яке згвинчують з високим крутним моментом, є переважним високе значення T_u - T_s (опір крутного моменту на виступі, який позначається ΔT). Однак у випадку нарізних з'єднань труб, які описані в патентних документах 1 і 2, де використовували в'язке рідке або напівтверде мастильне покриття, T_u стає низьким в порівнянні з випадком, в якому використовують традиційне композитне мастило. У результаті, було виявлено, що ΔT стає малим, і виникає проблема того, що згвинчування неможливо здійснювати з високим крутним моментом, оскільки виступаючі частини перестають піддаватися пластичній деформації при низькому моменті згвинчування.

Оптимальний крутний момент на фіг. 2 означає крутний момент, який є оптимальним для завершення згвинчування при досягненні рівня взаємодії в ущільнювальних частинах, який є необхідним для підтримування газонепроникності, і його належне значення визначають залежно від внутрішнього діаметра і типу з'єднання.

Мета даного винаходу полягає в тому, щоб запропонувати нарізне з'єднання труб, що має мастильне покриття, в якому не містяться шкідливі важкі метали, такі як свинець, що створюють навантаження на глобальне оточуюче середовище, яке надає стійкість до заклинення, газонепроникність і властивості захисту від корозії, і яке може забезпечувати високе значення ΔT для з'єднання, в результаті чого запобігається пластична деформація виступаючих частин з'єднання навіть при здійсненні згвинчування з високим крутним моментом.

Було виявлено, що навіть при простій зміні композиції мастильного покриття таким чином, щоб змінити коефіцієнт тертя з метою збільшення ΔT , як правило, значення T_s і T_u виявляють однакову

поведінку в порівнянні одне з одним. Наприклад, якщо коефіцієнт тертя мастильного покриття збільшується, T_u збільшується, але T_s також збільшується (це явище називається «високе з'єднання виступу»). У результаті, в гіршому випадку, виступаючі частини ніпеля і муфти не вступають в контакт одна з одною у встановлений момент згинчування, і навіть виникають ситуації, в яких неможливе завершення згинчування (це явище називається «відсутність з'єднання виступу»).

Автори даного винаходу виявили, що у випадку мастильного покриття, що складається тільки з речовин, які мають абсолютно нульове навантаження або майже нульове навантаження на глобальне оточуюче середовище, за рахунок використання структури покриття, в якому певні антифрикційні співполімерні частинки дисперговані у високов'язкій матриці, T_s можна зменшувати до низького значення, і T_u можна збільшувати таким чином, що може збільшуватися ΔT . Механізм дії цього мастильного покриття гіпотетично і приблизно можна описати таким чином.

Фіг. 3(a) і 3(b) представляють стан контактних поверхонь ніпеля і муфти на початку згинчування (з'єднання виступу) і безпосередньо перед завершенням згинчування (а саме, при низькому тиску і високому тиску), відповідно, коли контактна поверхня однієї деталі (ніпеля або муфти) має мастильне покриття з описаною вище структурою, і контактна поверхня іншої деталі залишається непокритою металевою поверхнею.

Як подано на фіг. 3(a), на вихідній стадії з'єднання виступу, коли тиск ще залишається низьким, металева поверхня протилежної деталі насамперед вступає в контакт з антифрикційними співполімерними частинками, виступаючими з мастильного покриття, в результаті чого коефіцієнт тертя є низьким, і відповідно T_s є низьким. З іншого боку, як подано на фіг. 3(b), при високому тиску безпосередньо перед завершенням згинчування металева поверхня протилежної деталі також вступає в контакт з покриттям, виготовленим з високов'язкої матриці, і коефіцієнт тертя збільшується. У результаті, T_u стає вищим, і стає великим ΔT .

При високому тиску співполімерні частинки, які виступають з мастильного покриття, занурюються в покриття, головним чином, внаслідок своєї пластичної деформації. Коли тиск зменшується, співполімерні частинки повертаються в свій вихідний стан, в якому вони виступають з мастильного покриття, незважаючи на їх знос в деякій мірі. Таким чином, стан, поданий на фіг. 3(a) і 3(b), також зберігається у другому і подальших циклах згинчування, і підтримується задовільна стійкість до заклинювання.

Даний винахід являє собою нарізне з'єднання труб, що містить ніпель і муфту, причому кожна з цих деталей має контактну поверхню, що включає різь і ненарізну металеву контактну частину, яка відрізняється тим, що контактна поверхня щонайменше однієї деталі (ніпеля або муфти) має мастильне покриття, що містить частинки співполімеру, утвореного полімером, вибраним з кремнійорганічного полімеру і фторвуглецевого полімеру, з термопластичним полімером, диспергованим у в'язкій матриці, у якій комплексна динамічна в'язкість становить щонайменше 3000 Па·с при 25 °С.

Матрицю, у якій комплексна динамічна в'язкість становить щонайменше 3000 Па·с при 25 °С можна розглядати як високов'язку матрицю. Відомо, що кремнійорганічний полімер і фторвуглецевий полімер мають низьку в'язкість (в цьому документі дані полімери в сукупності називаються «антифрикційні полімери»), і співполімер, який утворений таким полімером і термопластичним полімером, також має низьку в'язкість. Таким чином, мастильне покриття, що використовується в даному винаході, відрізняється тим, що воно містить частинки антифрикційного співполімеру, диспергованого у високов'язкій матриці.

Високов'язка матриця виявляє високий в'язкісний опір на поверхні ковзання і, таким чином, сприяє збільшенню тертя мастильного покриття. З іншого боку, співполімерні частинки сприяють зменшенню опору тертю на поверхні ковзання.

Під час утворення мастильного покриття антифрикційні співполімерні частинки виступають з поверхні покриття таким чином, що кремнійорганічні або фторвуглецеві полімерні частинки співполімерних частинок спрямовані назовні внаслідок дії поверхневого натягнення і спорідненості високов'язкої матриці, яка вища для термопластичної полімерної частини співполімеру, ніж для його кремнійорганічної або фторвуглецевої полімерної частини, в результаті чого утворюється структура покриття, схематично подана на фіг. 3(a). У результаті, як описано вище, при низькому тиску поверхня протилежної деталі вступає в контакт, головним чином, з антифрикційними співполімерними частинками, виступаючими з поверхні мастильного покриття, в результаті чого зменшується коефіцієнт тертя покриття, приводячи до низького T_s . З іншого боку, при високому тиску виступаючі антифрикційні співполімерні частинки занурюються в покриття, головним чином, внаслідок своєї пластичної деформації, і поверхня протилежної деталі також вступає в контакт з високов'язкою матрицею, в результаті чого збільшується коефіцієнт тертя всього покриття, приводячи до високого T_u . Таким чином, можна забезпечувати велике значення ΔT .

Таким чином, в нарізному з'єднанні згідно з даним винаходом коефіцієнт тертя між контактними поверхнями ніпеля і муфти під час ковзання при низькому тиску відрізняється від коефіцієнта тертя під час ковзання при високому тиску.

Зокрема, коефіцієнт тертя, виміряний при тиску 1 ГПа, є більшим, ніж коефіцієнт тертя, виміряний при тиску 0,3 ГПа. Різниця, обчислена відніманням коефіцієнта тертя, виміряного при 0,3 ГПа, з коефіцієнта тертя, виміряного при 1 ГПа, становить переважно щонайменше 0,02, більш переважно щонайменше 0,03 і найбільш переважно щонайменше 0,05.

Коефіцієнт тертя мастильного покриття можна вимірювати методом стрижня і западини фірми FALEX (далі називається «метод FALEX»), використовуючи машину FALEX, яка містить ніпель і призму згідно зі стандартом ASTM D 2625 (термін служби до повного зносу і навантажувальна здатність твердих плівкових мастильних матеріалів) або ASTM D2670 (властивості зносу текучих мастильних матеріалів).

У даному винаході коефіцієнт тертя контактних поверхонь нарізного з'єднання труб вимірюють, використовуючи досліджуваний зразок, виготовлений з такої ж сталі, як нарізне з'єднання труб, і що має таке ж тверде мастильне покриття, нанесене після такої ж підготовчої поверхневої обробки. Вимірювання здійснюють при високому тиску 1 ГПа, який відповідає максимальному тиску, прикладеному до ущільнювальних частин під час згвинчування нарізного з'єднання труб, і при низькому тиску 0,3 ГПа. Таким чином, середній коефіцієнт тертя в стані стійкого тертя перед виникненням заклинення визначають при кожному з цих тисків для порівняння один з одним. Зрозуміло, можна використовувати й інший традиційний лабораторний вимірник тертя для вимірювання коефіцієнта тертя. Незалежно від способу, що застосовується або пристрою, коефіцієнт тертя мастильного покриття, що використовується в даному винаході, виміряний при високому тиску (1 ГПа), є вищим, ніж коефіцієнт тертя, виміряний при низькому тиску (0,3 ГПа), коли вимірювання здійснюють при інших рівних умовах, крім прикладеного тиску. Як правило, коефіцієнт тертя, що становить 0,1 або більше, розглядають як високий коефіцієнт тертя, а коефіцієнт тертя, що становить 0,05 або менше, розглядають як низький коефіцієнт тертя.

Співполімерні частинки являють собою переважно сферичні частинки, і більш переважно вони являють собою сферичні частинки акрилового кремнійорганічного співполімеру, що мають середній діаметр частинок від 10 до 50 мкм, і їх вміст в мастильному покритті становить переважно від 0,1 до 20% мас.

Високов'язка матриця переважно містить щонайменше одну речовину, вибрану з матеріалів на основі каніфолі, включаючи каніфоль і її похідні, віск, карбоксилати металів і основні солі металів і ароматичних органічних кислот.

Мастильне покриття може додатково містити графіт як модифікатор тертя. Товщина мастильного покриття становить переважно від 10 до 500 мкм.

Контактна поверхня щонайменше однієї деталі (ніпеля або муфти), яка має мастильне покриття, переважно піддається перед нанесенням мастильного покриття підготовчій поверхневій обробці вибраним способом, включаючи щонайменше один із струминної обробки, травлення, фосфатної хімічної конверсійної обробки, оксалатної хімічної конверсійної обробки, боратної хімічної конверсійної обробки, електролітичного нанесення покриття, розпилювального нанесення покриття і їх поєднань.

Коли контактна поверхня тільки однієї деталі (ніпеля або муфти) має мастильне покриття, контактна поверхня іншої деталі (ніпеля або муфти) переважно піддається поверхневій обробці вибраним способом, включаючи щонайменше один із струминної обробки, травлення, фосфатної хімічної конверсійної обробки, оксалатної хімічної конверсійної обробки, боратної хімічної конверсійної обробки, електролітичного нанесення покриття, розпилювального нанесення покриття і їх поєднань.

Нарізне з'єднання труб згідно з даним винаходом переважно використовують для з'єднання нафтопромислових трубних виробів.

Даний винахід також стосується способу з'єднання множини нафтопромислових трубних виробів шляхом використання описаного вище нарізного з'єднання труб без нанесення консистентного мастила.

Нарізне з'єднання труб згідно з даним винаходом проводить незначне навантаження на глобальне оточуюче середовище, тому що в мастильному покритті, нанесеному на контактну поверхню, не містяться шкідливі важкі метали, такі як свинець, на відміну від композитного мастила. Проте, мастильне покриття виявляє велике значення ΔT , як традиційне композитне мастило, в результаті чого стає можливим здійснення згвинчування без виникнення пластичної деформації або заклинення виступаючих частин навіть при здійсненні згвинчування з високим крутним моментом. Крім того, заклинення можна подавляти навіть в жорстких умовах, таких як умови, які виникають під час нестационарного буріння в морі.

Крім того, нарізне з'єднання труб згідно з даним винаходом подавляє утворення іржі, його мастильна дія продовжується навіть при повторному згвинчуванні і розгвинчуванні, і воно здатне гарантувати газонепроникність після згвинчування.

Короткий опис креслень

Фіг. 1 схематично представляє виступаючі частини і ущільнювальні частини ніпеля і муфти спеціального нарізного з'єднання.

Фіг. 2 представляє типовий графік крутного моменту під час згвинчування спеціального нарізного

з'єднання.

Фіг. 3(a) і 3(b) схематично представляють механізм дії мастильного покриття згідно з даним винаходом.

Фіг. 4 схематично представляє збірну структуру сталеві труби і з'єднувальної втулки під час транспортування сталеві труби.

Фіг. 5 схематично представляє з'єднувальні частини нарізного з'єднання.

Фіг. 6(a) і 6(b) представляють пояснювальні зображення, що показують контактну поверхню нарізного з'єднання труб згідно з даним винаходом; фіг. 6(a) представляє приклад поверхневої шорсткості самої контактної поверхні, і фіг. 6(b) представляє приклад нанесення покриття в ході підготовчої поверхневої обробки для створення поверхневої шорсткості контактної поверхні.

Варіанти здійснення винаходу

Далі нарізне з'єднання труб згідно з даним винаходом буде детально роз'яснене за допомогою прикладу.

Фіг. 4 схематично представляє стан сталеві труби для нафтопромислового трубного виробу і з'єднувальної втулки під час транспортування. Ніпель 1, що має зовнішню різь 3 на своїй зовнішній поверхні, виготовлений на обох кінцях сталеві труби А, і муфта 2, що має внутрішню різь на своїй внутрішній поверхні, виготовлена на обох боках з'єднувальної втулки В. Ніпель являє собою деталь нарізного з'єднання, що має зовнішню різь, і муфта являє собою деталь нарізного з'єднання, що має внутрішню різь. З'єднувальна втулка В попередньо приєднана до одного кінця сталеві труби А. Хоча це не показано на кресленні, протектори для захисту різі встановлені на неприєднаному ніпелі сталеві труби А і неприєднаній муфті з'єднувальної втулки В перед транспортуванням. Ці протектори знімають перед використанням нарізного з'єднання.

Як представлено на кресленні, в типовому нарізному з'єднанні труб ніпель виготовлений на зовнішній поверхні обох кінців сталеві труби, і муфта виготовлена на внутрішній поверхні з'єднувальної втулки, яка являє собою окремий компонент. Існують вбудовані нарізні з'єднання труб, для яких не використовується з'єднувальна втулка, які мають ніпель на одному кінці сталеві труби і муфту на її іншому кінці. Нарізне з'єднання труб згідно з даним винаходом можуть належати до будь-якого з цих типів нарізного з'єднання.

Фіг. 5 схематично представляє структуру типового нарізного з'єднання труб (далі називається просто «нарізне з'єднання»). Нарізне з'єднання складають ніпель 1, виготовлений на зовнішній поверхні кінця сталеві труби А, і муфта 2, виготовлена на внутрішній поверхні з'єднувальної втулки В. Ніпель 1 має зовнішню різь 3a, ущільнювальну частину 4a, розташовану на кінці сталеві труби, і виступаючу частину 5 на кінці поверхні труби. Відповідно, муфта 2 має внутрішню різь 3b, ущільнювальну частину 4b і виступаючу частину 5 позаду різі. Ущільнювальна частина і виступаюча частина кожної деталі (ніпеля і муфти) утворюють ненарізну металеву контактну частину.

Різі 3a і 3b, ущільнювальні частини 4a і 4b і виступаючі частини 5 (тобто різі і ненарізні металеві контактні частини) ніпелю 1 і муфти 2 являють собою контактні поверхні нарізного з'єднання. У цих контактних поверхнях повинні бути стійкість до заклинення, газонепроникність, і корозійна стійкість. У минулому для цієї мети використовували композитне мастило, що містить порошки важких металів, або наносили в'язке рідке або напівтверде мастильне покриття на контактні поверхні. Однак, як указано вище, проблема композитного мастила полягає в тому, що вона має несприятливий вплив на людину і оточуюче середовище, і проблема покриття полягає в тому, що при використанні високого крутного моменту під час згвинчування існує можливість пластичної деформації виступаючих частин до завершення згвинчування внаслідок малого значення ΔT .

Згідно з даним винаходом, як подано на фіг. 6(a) і 6(b) відносно ущільнювальних частин, на контактну поверхню щонайменше однієї деталі (ніпеля або муфти) наносять мастильне покриття 31a зверху сталеві поверхні 30a або 30b. Це мастильне покриття 31a виявляє такі ж чудові мастильні властивості і ефект збереження газонепроникності під час згвинчування нарізного з'єднання, як традиційне композитне мастило. Таким чином, нарізне з'єднання згідно з даним винаходом може запобігати заклиненню нарізного з'єднання і підтримувати газонепроникність після згвинчування без пластичної деформації виступаючих частин навіть при повторенні згвинчування і розгвинчування з високим крутним моментом без використання композитного мастила.

Підкладка для мастильного покриття 31a (а саме, контактна поверхня нарізного з'єднання) переважно являє собою шорстку поверхню. Як подано на фіг. 6(a), поверхнева шорсткість може бути створена за рахунок безпосередньої поверхневої шорсткості сталеві поверхні 30a шляхом струминної обробки або травлення. Як альтернатива, як подано на фіг. 6(b), це можна забезпечувати здійсненням підготовчої поверхневої обробки, одержуючи покриття 32, що має шорстку поверхню, на сталеві поверхні 30b перед нанесенням мастильного покриття 31a.

Мастильне покриття 31a можна одержувати приготуванням композиції, яка утворює мастильне покриття, яке, якщо це необхідно, розбавляють придатним органічним розчинником, і його нанесенням придатним способом, таким як нанесення за допомогою пензлика, розпилення або занурення, і, якщо це необхідно, подальшим висушуванням для випаровування розчинника.

Мастильне покриття можна наносити на контактні поверхні обох деталей (ніпеля і муфти), але у випадку ніпеля і муфти, які з'єднані одне з одним перед транспортуванням, як подано на фіг. 3, достатньо наносити мастильне покриття на контактну поверхню тільки однієї деталі (ніпеля або муфти). У цьому випадку легше здійснювати підготовчу поверхневу обробку і нанесення для утворення мастильного покриття на короткій з'єднувальній втулці, ніж на довгій сталевій трубі, таким чином, зручно утворювати мастильне покриття на контактній поверхні з'єднувальної втулки (звичайно на контактній поверхні муфти). У випадку ніпеля і муфти, які не з'єднані перед транспортуванням, переважно утворювати мастильне покриття на контактних поверхнях обох деталей (ніпеля і муфти), щоб одночасно надавати поверхням мастильні властивості і властивості захисту від корозії. У результаті, можна запобігти погіршенню мастильних властивостей і газонепроникності нарізного з'єднання внаслідок утворення іржі.

Мастильне покриття повинно покривати всю контактну поверхню ніпеля і/або муфти, але даний винахід також включає випадок, в якому покритою є тільки частина контактної поверхні (наприклад, тільки ненарізна металева контактна частина).

Мастильне покриття

Щоб запобігати заклиненню під час згинчування сталевих труб при нарізному з'єднанні, а також запобігати ржавінню під час зберігання, мастильне покриття наносять на контактну поверхню щонайменше однієї деталі (ніпеля або муфти) нарізного з'єднання. У даному винаході для нанесення мастильного покриття, яке має достатньо велике значення ΔT , щоб запобігати пластичній деформації виступаючих частин навіть при здійсненні згинчування з високим крутним моментом, і яке здатне запобігати виникненню заклинення і виникненню ржавіння під час зберігання, мастильне покриття наносять таким способом, щоб воно мало структуру, в якій певні антифрикційні співполімерні частинки є диспергованими у високов'язкій матриці.

Покриття, що містить частинки кремнієорганічного полімеру або фторвуглецевого полімеру, тобто антифрикційного полімеру, виявляє низьку в'язкість. Однак у випадку такого мастильного покриття, яке містить дані частинки, які складаються виключно з антифрикційного полімеру, внаслідок недостатньої сили зв'язування частинок з покриттям, частинки схильні легко відшаровуватися при впливі сили тертя. У результаті, навіть незважаючи на хороші вихідні мастильні властивості, зносостійкість і термін служби покриття зменшується внаслідок відшарування частинок, і неможливе збереження хороших мастильних властивостей.

Таким чином, в даному винаході використовують частинки співполімеру, одержаного співполімеризацією антифрикційного полімеру з іншим полімером (таким як акриловий полімер або уретановий полімер), що має високу спорідненість до високов'язкої матриці мастильного покриття. Використання таких співполімерних частинок збільшує спорідненість частинок до високов'язкої матриці і металу (контактної поверхні нарізного з'єднання), що покривається, і, отже, стає можливим збереження адгезії мастильного покриття і хороших мастильних властивостей.

Такі антифрикційні співполімерні частинки можна виготовляти в реакції співполімеризації між мономером іншого полімеру і антифрикційним полімером, в якій введена функціональна група, здатна реагувати з даним мономером. Функціональну групу, яку можна вводити в антифрикційні полімер (такий як кремнієорганічний полімер або фторвуглецевий полімер), може являти собою (мет)акрилову групу у випадку співполімеризації з акриловим полімером, гідроксильну групу в співполімеризації з уретановим полімером, епоксидну групу, карбоксильну групу або гідроксильну групу в співполімеризації зі важкополієфірним полімером, фенольну групу в співполімеризації з полікарбонатним полімером, аміногрупу в співполімеризації з поліімідним полімером і гідроксильну групу в співполімеризації з термопластичним епоксидним полімером.

Особливо переважно використовувати акрилові кремнієорганічні співполімерні частинки як співполімерні частинки в даному винаході. Вони являють собою частинки співполімеру, що містить кремнієорганічний полімер і акриловий мономер, і їх можна виготовляти співполімеризацією поліорганосилоксану, що має кінцеву вільнорадикально полімеризовану групу, таку як (мет)акрилова група, зі складним ефіром (мет)акрилової кислоти. Масове співвідношення поліорганосилоксану і складного ефіру (мет)акрилової кислоти в даному співполімері становить переважно від 60:40 до 80:20. Розмір співполімерних частинок переважно є таким, що середній діаметр частинок знаходиться в інтервалі від 10 до 400 мкм.

Співполімеризацію можна здійснювати шляхом емульсійної полімеризації або подібним способом, використовуючи придатне рідке середовище та ініціатор вільнорадикальної полімеризації. Одержаний в результаті співполімер в формі емульсії піддають розділенню твердої і рідкої фаз таким чином, щоб одержати тверду фазу, і бажані співполімерні частинки одержують в формі вторинних частинок, які являють собою агрегати найдрібніших частинок в емульсії (первинних частинок). У даному винаході частинки і діаметри частинок означають вторинні частинки і діаметри вторинних частинок, відповідно. Форма співполімерних частинок може бути аморфною або сферичною, але переважно вона є сферичною, тобто вони переважно являють собою сферичні частинки.

У даному винаході сферичні акрилові кремнієорганічні співполімерні частинки, що мають середній

діаметр частинок від 10 до 50 мкм, є особливо переважними. Сферичні частинки акрилового кремнійорганічного співполімеру, у яких середній діаметр частинок становить 30 мкм, продає фірма Nissin Chemical Industry Co., Ltd. під товарним найменуванням Chaline R-170S. Даний продукт можна використовувати як антифрикційні співполімерні частинки в даному винаході.

Вміст антифрикційних співполімерних частинок і переважно акрилових кремнійорганічних співполімерних частинок в мастильному покритті становить переважно від 0,2 до 20% мас. Якщо їх вміст становить менше ніж 0,2% мас., неможливо в достатній мірі одержувати описані вище ефекти даного винаходу. З іншого боку, якщо їх вміст перевищує 20% мас., однорідність дисперсії частинок у високов'язкій матриці, а також адгезія і плівкоутворювальні властивості покриття погіршуються, і може виявитися ускладненим одержання якісного покриття. Більш переважний вміст співполімерних частинок становить від 1 до 15% мас.

Мастильне покриття містить високов'язку матрицю, у якій комплексна динамічна в'язкість становить щонайменше 3000 Па·с при 25 °С. Комплексну динамічну в'язкість вимірюють згідно зі стандартом JIS K 7244-10: 2005 (Пластмаси - Визначення динамічних механічних властивостей - Частина 10 - Вимірювання комплексної динамічної в'язкості за допомогою коливального реометра з паралельними пластинами). Наприклад, в'язкість можна вимірювати, використовуючи в'язкопружний реометр ARES, що виготовляється фірмою TA Instruments, причому вимірювання здійснюють в режимі обертання (відстань між паралельними пластинами 25 мм) при частоті вимірювань 1 Гц.

Приклади речовин, здатних утворювати матрицю, яка виявляє високу в'язкість, де комплексна динамічна в'язкість при 25 °С становить щонайменше 3000 Па·с, являють собою одну або більше речовин, вибраних з речовини на основі каніфолі, включаючи каніфоль і її похідні, воски, карбоксилатів металів і основних солей металів і ароматичних органічних кислот.

У числі цих речовин речовини на основі каніфолі ефективно збільшують коефіцієнт тертя шару мастильного матеріалу, тобто збільшують значення ΔT , в той час як воски, карбоксилати металів і основні солі металів і ароматичних органічних кислот є ефективними, головним чином, для запобігання заклиненню мастильного покриття. Відповідно, високов'язка матриця переважно являє собою суміш речовини на основі каніфолі з однією або декількома речовинами, такими як віск, карбоксилат металу і основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти. Ця високов'язка матриця більш переважно являє собою суміш, що містить щонайменше по одній речовині з таких речовин, як речовина на основі каніфолі, віск, карбоксилат металу і основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти. Ці компоненти будуть описані нижче.

Речовина на основі каніфолі, вибрана з каніфолі і її похідних, в мастильному покритті ефективно збільшує значення ΔT покриття шляхом збільшення його в'язкості при впливі високого тиску на поверхні тертя. Каніфоль являє собою натуральний полімер, що виділяється деревами сімейства соснових і що складаються з трьох елементів, включаючи вуглець, водень і кисень. Його основними компонентами є смоляна кислота, що має формулу $C_{20}H_{30}O_2$, і каніфольні кислоти, що мають формулу $C_nH_{n+10}O_4$. Типовими полімерними кислотами є абієтинова кислота і d- або l-пімарова кислота.

Залежно від способу одержання, каніфоль можна класифікувати як талову каніфоль, живичну каніфоль і екстракційну каніфоль. Можна використовувати будь-який з даних типів. У продажу є різноманітні похідні каніфолі, такі як складний ефір каніфолі, гідровані каніфолі, полімеризовані каніфолі і диспропорційовані каніфолі, і ці похідні каніфолі можна використовувати як речовини на основі каніфолі.

Вміст речовини на основі каніфолі в мастильному покритті становить переважно не більше ніж 30% мас. Якщо вміст перевищує 30% мас., композиція, яку використовують для виготовлення покриття, набуває високої в'язкості, і виготовлення покриття може ставати ускладненим. Щоб в достатній мірі забезпечувати описані вище ефекти речовини на основі каніфолі, вміст каніфолі в мастильному покритті становить переважно щонайменше 5% мас. Більш переважний вміст становить від 5 до 20% мас.

Мастильне покриття в нарізному з'єднанні труб згідно з даним винаходом переважно не містить важких металів. Причина, по якій композитне мастило, яке використовували для змащування нарізних з'єднань труб, містить великі кількості порошку м'яких важких металів, таких як свинець і цинк, являє собою мету запобігання заклиненню шляхом зменшення безпосереднього контакту між металевими деталями. У даному винаході цю функцію спільно виконує речовина на основі каніфолі й інші складові високов'язкої матриці разом з співполімерними частинками, які містяться в мастильному покритті. Таким чином, покриття може виявляти достатню мастильну дію без вмісту яких-небудь важких металів.

Віск не тільки має ефект запобігання заклиненню шляхом зменшення тертя мастильного покриття, але також зменшує текучість мастильного покриття і збільшує міцність покриття. Можна використовувати будь-який віск тваринного, рослинного, мінерального і синтетичного походження. Приклади воску, які можна використовувати, являють собою бджолиний віск і китовий таловий віск (віск тваринного походження); японський віск (олія плодів сумаха), карнаубський віск, канделільський

віск і рисовий віск (рослинний віск); парафіновий віск, мікрокристалічний віск, петролатум, буровугільний (гірський) віск, озокерит і церезин (мінеральний віск); і оксидний віск, поліетиленовий віск, віск Фішера-Тропша (Fischer-Tropsch), амідний віск і затверділа рицинова олія (рициновий віск) (синтетичний віск). Серед них є переважним парафіновий віск, у якого молекулярна маса становить від 150 до 500.

Вміст воску в мастильному покритті становить переважно не більше ніж 20% мас. Якщо цей вміст перевищує 20% мас., адгезія і міцність мастильного покриття можуть зменшуватися. Вміст становить переважно не більше ніж 15% мас. Не існує певної нижньої межі вмісту воску, але вона становить переважно щонайменше 2%, щоб з визначеністю забезпечувати описані вище ефекти воску.

Карбоксилат металу, який являє собою сіль жирної кислоти і металу, який не є лужним металом, може міститися в мастильному покритті для збільшення ефекту мастильного покриття, яке запобігає заклиненню і ржавінню. Верхня межа його вмісту в покритті становить 20% мас. Якщо цей вміст перевищує 20% мас., адгезія і міцність мастильного покриття можуть зменшуватися. Переважно вміст становить не більше ніж 15% мас. Не існує певної нижньої межі вмісту карбоксилату металу, але щоб з визначеністю забезпечувати описані вище ефекти вміст карбоксилату металу становить переважно щонайменше 2% мас.

Жирна кислота, яка утворює карбоксилат металу, являє собою переважно кислоту, що містить від 12 до 30 атомів вуглецю, з точки зору мастильних властивостей і запобігання ржавінню. Жирна кислота може бути насиченою або ненасиченою. Можна використовувати суміші жирних кислот, які одержують з натуральних олій або жирів, таких як яловичий жир, свинє сало, шерстний жир (ланолін), пальмова олія, рапсова олія і кокосова олія, а також індивідуальні сполуки, що являють собою карбонові кислоти, такі як лауринова кислота, тридеканова кислота, міристинова кислота, пальмітинова кислота, ланоопальмітинова кислота, стеаринова кислота, ізостеаринова кислота, олеїнова кислота, елаїдинова кислота, арахінова кислота, бегенова кислота, ерукова кислота, лігноцеринова кислота, ланоцеринова кислота, сульфенова кислота або саліцилова кислота. Сіль металу присутня переважно в формі солі кальцію, але вона може також являти собою сіль іншого лужноземельного металу або сіль цинку. Сіль може являти собою нейтральну сіль або основну сіль.

Подібно аліфатичним карбоксилатам металів, основні солі металів і ароматичних органічних кислот можуть також міститися в мастильному покритті, щоб збільшувати ефект запобігання заклиненню і ефект запобігання ржавінню, що мають мастильні покриття. Приклади основних солей металів і ароматичних органічних кислот являють собою основні сульфонати металів, основні саліцилати металів, основні феноляти металів і основні карбоксилати металів. Кожну з цих основних солей металів і ароматичних органічних кислот становлять ароматична органічна кислота і стехіометрична надлишкова кількість лугу (лужного металу або лужноземельного металу). При кімнатній температурі вони являють собою пластичну або напівтверду речовину, що містить надлишок лугу, диспергований в маслі у вигляді колоїдних мікрочастинок. Ці основні солі металів і ароматичних органічних кислот виявляють виражений потужний ефект запобігання корозії, і в той же час вони виконують мастильну дію за допомогою фізичної адсорбції надлишку солі металу в формі колоїдних мікрочастинок і за допомогою хімічної адсорбції груп органічних кислот.

Луг, який складає катіонну частину основної солі металу і ароматичної органічної кислоти, може являти собою лужний метал або лужноземельний метал, але переважно він являє собою лужноземельний метал, зокрема, кальцій, барій або магній. Незалежно від використовуваного металу, можна одержати однаковий ефект.

Чим вища основність основної солі металу і ароматичної органічної кислоти, тим більша кількість мікрочастинок солі металу, яка функціонує як твердий мастильний матеріал, і тим кращі мастильні властивості (стійкість до заклинення), які може надавати мастильне покриття. Коли основність перевищує певний рівень, сіль проводить ефект нейтралізації кислотних компонентів, і збільшується ефект мастильного покриття, що запобігає ржавінню. По цих причинах основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти переважно має лужне число, що визначається згідно зі стандартом JIS K 2501 (при використанні двох або більше солей обчислюють середньозважене лужне число солей, враховуючи їх масу), становить переважно щонайменше 50 мг КОН/м.

Однак якщо сіль має лужне число, що перевищує 500 мг КОН/г, вона збільшує гідрофільність покриття і погіршує його властивості захисту від корозії. Лужне число становить переважно від 100 до 500 мг КОН/г і більш переважно від 250 до 450 мг КОН/м.

Як указано вище, основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти присутня в формі пластичної або напівтвердої речовини, і вона може функціонувати як матриця мастильного покриття. Таким чином, її вміст в мастильному покритті може бути високим і становити аж до 65% мас. Переважний вміст становить від 10 до 60% мас., і більш переважний вміст становить від 40 до 55% мас.

У даному винаході для подавлення текучості мастильного покриття при високих температурах і додаткового підвищення стійкості до заклинення в мастильному покритті може міститися графіт як модифікатор тертя. Переважно використовувати як графіт аморфний (землистий) графіт, який не

створює значного зменшення коефіцієнта тертя покриття.

Вміст графіту в мастильному покритті становить переважно від 0,5 до 20% мас. Якщо він становить менше ніж 0,5% мас., ефект запобігання заклиненню іноді виявляється недостатнім. З іншого боку, якщо він перевищує 20% мас., графіт може впливати на здатність диспергування співполімерних частинок, а також впливати на тертя при високому тиску згинчування (що створює підвищене значення T_u).

Щоб підвищити однорідність твердих компонентів в мастильному покритті або поліпшити властивості або зовнішній вигляд мастильного покриття, мастильне покриття може включати й інші компоненти в доповнення до описаних вище, такі як один або більше компонентів, вибрані з органічних полімерів і різноманітних мастильних матеріалів і добавок, які звичайно використовують в мастильних маслах (такі як матеріали для гранично високого тиску). Мастильні матеріали являють собою мастильні компоненти, які є рідкими при кімнатній температурі, і які можна використовувати в мастильних маслах (включаючи в'язкі рідини, такі як мастило). Приклади мастильних матеріалів, які можна використовувати, включають синтетичні складні ефіри, натуральні олії і жири, а також мінеральні масла.

Органічний полімер і, зокрема, термопластичний полімер подавляє клейкість мастильного покриття і збільшує товщину покриття, і при його введенні на поверхні тертя він збільшує стійкість до заклинення і зменшує тертя між вступаючими в контакт металевими частинами навіть у випадку прикладання високого крутного моменту згинчування (високого тиску). Таким чином, він може міститися в мастильному покритті.

Приклади термопластичних полімерів являють собою поліетиленові полімери, поліпропіленові полімери, полістирольні полімери, полі(метилакрилатні) полімери, стиролакрилатні співполімери, поліамідні полімери і полібутенові (полібутиленові) полімери. Можна також використовувати співполімер або суміш цих полімерів або цих полімерів й інших термопластичних полімерів.

Переважно використовувати термопластичний полімер, густина якого згідно зі стандартом JIS K 7112 становить від 0,9 до 1,2. Крім того, враховуючи необхідність легкої деформації полімеру на поверхні тертя для вияву мастильних властивостей, температура термічної деформації (JIS K 7206) полімеру становить переважно від 50 до 150 °C. Переважний полімер являє собою полібутеновий полімер, оскільки він має високу в'язкість при високому тиску.

При введенні термопластичного полімеру в формі частинок в мастильне покриття полімер виявляє мастильну дію аналогічно твердому мастильному матеріалу при його нанесенні на поверхні тертя, і він є особливо ефективним для збільшення стійкості до заклинення. Таким чином, термопластичний полімер переважно присутній в мастильному покритті в формі порошку і, зокрема, порошку, що має сферичні частинки. У цьому випадку, якщо композиція, яка використовується для виготовлення мастильного покриття, містить органічний розчинник, вибирають термопластичний полімер, який не розчиняється в даному розчиннику. Порошок термопластичного полімеру можна диспергувати або суспендувати в розчиннику. Набухання полімеру в розчиннику не має значення.

Порошок термопластичного полімеру переважно містить частинки малого діаметра, беручи до уваги збільшення товщини покриття і підвищення стійкості до заклинення. Однак якщо діаметр частинок становить менше ніж 0,05 мкм, стає вираженням перетворення в гель утворюючої мастильне покриття композиції, і виявляється ускладненням виготовлення покриття, що має однорідну товщину. Якщо діаметр частинок перевищує 30 мкм, стає ускладненням введення полімерних частинок в поверхні тертя, і частинки легко відділяються за допомогою седиментації або флоатації в утворюючої мастильне покриття композиції, і стає ускладненням виготовлення однорідного покриття. Відповідно, діаметр полімерних частинок становить переважно від 0,05 до 30 мкм і більш переважно від 0,07 до 20 мкм.

Коли мастильне покриття містить термопластичний полімер, його вміст в покритті становить переважно не більше ніж 10% мас. і більш переважно від 0,1 до 5% мас. Сумарна кількість описаної вище речовини на основі каніфолі й термопластичного полімеру становить переважно не більше ніж 30% мас.

Приклади натуральних олій і жирів, які можна використовувати як мастильний матеріал, включають яловичий жир, свиняче сало, шерстний жир (ланолін), пальмову олію, рапсову олію і кокосову олію. Мінеральне масло (в тому числі синтетичне мінеральне масло), в'язкість якого при 40 °C становить від 10 до 300 сСт, можна також використовувати як мастильний матеріал.

Синтетичний складний ефір, який можна використовувати як мастильний матеріал, може збільшувати пластичність термопластичного полімеру, і в той же час він здатний збільшувати текучість мастильного покриття при впливі гідростатичного тиску. Крім того, синтетичний складний ефір, що має високу температуру плавлення можна використовувати для регулювання температури плавлення і жорсткості (м'якості) мастильного покриття. Приклади синтетичного складного ефіру являють собою складні моноєфіри жирних кислот, складні дієфіри жирних кислот, а також складний ефір жирних кислот і триметилпропану або пентаеритриту.

Приклади складних моноєфірів жирних кислот являють собою складні моноєфіри карбонової

кислоти, що містить від 12 до 24 атомів вуглецю, і вищого спирту, що містить від 8 до 20 атомів вуглецю. Приклади складних діефірів двоосновних кислот являють собою складні діефіри двоосновної кислоти, що містить від 6 до 10 атомів вуглецю, і вищого спирту, що містить від 8 до 20 атомів вуглецю. Приклади складного ефіру жирних кислот і триметилпропану або пентаеритриту являють собою складний ефір жирної кислоти, що містить від 8 до 18 атомів вуглецю.

Коли мастильне покриття містить щонайменше один з вищезазначених мастильних матеріалів, їх вміст становить переважно щонайменше 0,1% мас., щоб забезпечувати збільшення стійкості до заклинення. Даний вміст становить переважно не більше ніж 5% мас., щоб запобігати зменшенню міцності покриття.

Протизадирна речовина проводить ефект збільшення стійкості до заклинення при її додаванні в мастильне покриття в невеликій кількості. Необмежувальні приклади протизадирної речовини являють собою сульфовані олії, полісульфіди, фосфати, фосфіти, тіофосфати і солі металів і дитіофосфорної кислоти. Коли протизадирна речовина міститься в мастильному покритті, її вміст становить переважно від 0,05 до 5% мас.

Приклади переважних сульфованих олій являють собою сполуки, в яких вміст сірки становить від 5 до 30% мас., і які одержують введенням сірки в ненасичену тваринну або рослинну олію, таку як оливкова олія, рицинова олія, олія з рисових висівок, бавовняна олія, рапсова олія, соєва олія, кукурудзяна олія, яловичий жир або свиняче сало, і нагріванням суміші.

Приклади переважних полісульфідів являють собою полісульфіди формули $R_1-(S)_c-R_2$ (в якій R_1 і R_2 можуть бути однаковими або різними і позначають алкільну групу, арильну групу, алкіларильну групу, або арилалкільну групу, кожна з яких містить від 4 до 22 атомів вуглецю, і c являє собою ціле число від 2 до 5), і олефісульфіди, що містять від 2 до 5 з'єднаних атомів сірки на молекулу. Особливо переважними є дибензилдисульфід, ди-трет-додецилполісульфід і ди-трет-нонілполісульфід.

Фосфати, фосфіти, тіофосфати і солі металів і дитіофосфорної кислоти можуть мати наступні загальні формули:

фосфати: $(R_3O)(R_4O)P(=O)(OR_5)$

фосфіти: $(R_3O)(R_4O)P(OR_5)$

тіофосфати: $(R_3O)(R_4O)P(=S)(OR_5)$

солі металів і дитіофосфорної кислоти: $[(R_3O)(R_6O)P(=S)-S]_2M$.

У вищезазначених формулах R_3 і R_6 позначають алкільну групу, циклоалкільну групу, алкілциклоалкільну групу, арильну групу, алкіларильну групу або арилалкільну групу, кожна з яких містить аж до 24 атомів вуглецю, R_4 і R_5 позначають атом водню або алкільну групу, циклоалкільну групу, алкілциклоалкільну групу, арильну групу, алкіларильну групу або арилалкільну групу, кожна з яких містить аж до 24 атомів вуглецю, і M позначає молібден (Mo), цинк (Zn) або барій (Ba).

Особливо переважні приклади включають трикрезилфосфат і діоктилфосфат для фосфатів; тристеарилфосфат, тридецилфосфат і дилаурилгідрофосфат для фосфітів; триалкілтіофосфат, в якому кожний з R_3 , R_4 , і R_5 являє собою алкільну групу, що містить 12 або 13 атомів вуглецю, і алкілтрифенілтіофосфат для тіофосфатів; і діалкілдитіофосфат цинку, в якому кожний з R_3 і R_6 являє собою первинну або вторинну алкільну групу, що містить від 3 до 20 атомів вуглецю, для солей металів і дитіофосфорної кислоти.

Мастильне покриття утворюють, виготовляючи суміш складових інгредієнтів покриття в рідкій формі шляхом додавання розчинника і/або шляхом нагрівання і потім наносячи одержану в результаті рідину на контактну поверхню щонайменше однієї деталі (ніпеля або муфти) нарізного з'єднання, і, якщо це необхідно, висушуючи покриття.

Нанесення після нагрівання можна здійснювати, використовуючи так званий спосіб покриття з горячого розплаву. Суміш складових інгредієнтів мастильного покриття нагрівають, щоб одержати в'язкість, придану для нанесення, і розпилюють на поверхню, що покривається, використовуючи розбризкувач, який має підтримуючий температуру механізм. Поверхню, яка покривається, переважно підігрівають приблизно до такої ж температури, яку має покривна композиція.

Коли нанесення здійснюють при кімнатній температурі, утворюючи мастильне покриття композицію виготовляють, додаючи леткий розчинник в суміш складових інгредієнтів мастильного покриття. Леткий розчинник випаровується під час утворення покриття, і практично ніякого розчинника не залишається в мастильному покритті. Термін «леткий» означає, що розчинник виявляє схильність до випаровування, коли він присутній в складі покриття при температурі від кімнатної температури до 150 °С. Однак, оскільки мастильне покриття згідно з даним винаходом може являти собою в'язку рідину або напівтвердий матеріал, допустима невелика залишкова кількість розчинника в покритті.

Відносно типу розчинника не існує певного обмеження. Приклади летких розчинників, які є придатними для використання в даному винаході, являють собою одержані з нафти розчинники, такі як розчинник і уайт-спірит, який стосується промислового бензину згідно зі стандартом JIS K 2201, ароматична бензинолігроїнова фракція, ксилол і целозольв. Можна використовувати в поєднанні два або більше з даних розчинників. Переважним є розчинник, у якого температура запалення становить

щонайменше 30 °С, температура початку кипіння становить 150 °С або вище, і температура закінчення кипіння становить 210 °С або нижче, тому що з ним відносно легко поводитися, і він швидко випаровується, в результаті чого потрібний короткий час висихання.

У доповнення до описаних вище компонентів композиція, яка утворює мастильне покриття, може містити добавки, такі як антиоксидант, консервант і фарбувальна речовина.

В'язкість утворюючої мастильного покриття композиції (кінематична в'язкість, виражена в сантистоксах і виміряна віскозиметром Брукфілда (Brookfield)) може бути вибрана належним чином згідно зі способом нанесення покриття. В'язкість становить переважно не більше ніж 4000 сСт при 40 °С у випадку нанесення покриття шляхом розпилення або занурення при кімнатній температурі або не більше ніж 1000 сСт при 60 °С у випадку нанесення покриття пензликом.

Утворюючу мастильне покриття композицію можна виготовляти, нагріваючи спочатку компоненти, такі як віск, високов'язкої матриці, в яку дисперговані співполімерні частинки, до температури, що становить щонайменше їх температуру плавлення, щоб їх розплавити, і потім змішуючи розплав з іншими компонентами. Як альтернатива, композицію можна виготовляти, розчиняючи або диспергуючи всі компоненти в органічному розчиннику без розплавлювання воску.

Товщина мастильного покриття становить переважно від 10 до 500 мкм з наступних причин. Мастильне покриття переважно має достатню товщину, щоб покривати найдрібніші проміжки площі контактної поверхні, такі як проміжки між різью. Якщо товщина покриття є надмірно малою, можна більше не чекати ефектів введення компонентів, таких як речовина на основі каніфолі, віск, карбоксилат металу, основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти, і графіт, на поверхню тертя з інших проміжків внаслідок гідростатичного тиску, що утворюється під час згинчування. З цієї причини товщина мастильного покриття становить переважно щонайменше 10 мкм.

Під час здійснення згинчування, для якого потрібне змащування, контактні поверхні муфти і ніпеля вступають в контакт одна з одною. Таким чином, з точки зору змащування виявляється достатнім виготовляти мастильне покриття на контактній поверхні тільки однієї деталі з ніпеля і муфти. Однак з точки зору запобігання ржавінню ніпеля і муфти при впливі на них атмосфери під час зберігання виявляється переважним виготовляти мастильне покриття на контактних поверхнях обох деталей (ніпеля і муфти). Мінімальна товщина покриття, яка необхідна для запобігання ржавінню, також становить 10 мкм. Відповідно, коли не використовують окремі засоби захисту для запобігання ржавінню (наприклад, попереднє з'єднання ніпеля і муфти одне з одним або встановлення протектора), покриття, що має товщину, яка становить щонайменше 10 мкм, переважно виготовляють на контактних поверхнях обох деталей (ніпеля і муфти).

З іншого боку, якщо мастильне покриття має надмірну товщину, це не тільки приводить до недоцільного витрачання мастильного матеріалу, але також перешкоджає запобіганню забрудненню оточуючого середовища, яке являє собою одну з цілей даного винаходу. З цієї точки зору, товщина мастильного покриття переважно має верхню межу, що становить приблизно 500 мкм. Переважна товщина мастильного покриття становить від 15 до 200 мкм. Однак, як роз'яснюється нижче, коли збільшується поверхнева шорсткість контактної поверхні (підкладки), яка лежить нижче, товщина мастильного покриття становить переважно більше ніж R_{max} підкладки. Коли підкладка має шорстку поверхню, товщина мастильного покриття являє собою середнє значення товщини всього покриття, яку можна обчислити, знаючи площу поверхні, масу і щільність покриття.

Як загальна тенденція, коли мастильне покриття містить більше ніж визначена кількість мастильного матеріалу, воно перетворюється у в'язку рідину, в той час як у випадку малої кількості мастильного матеріалу або повної відсутності мастильного матеріалу воно стає напівтвердим.

Підготовка поверхнева обробка

Якщо нарізне з'єднання труб, що має мастильне покриття, яке виготовляють на контактних поверхнях ніпеля і/або муфти згідно з даним винаходом, піддається підготовчій поверхневій обробці для створення поверхневої шорсткості контактних поверхонь, на які наносять покриття, таким чином, що ця поверхнева шорсткість перевищує поверхневу шорсткість, яка одержується за допомогою механічної обробки (від 3 до 5 мкм), стійкість до заклинення часто збільшується. Відповідно, перед виготовленням мастильного покриття переважно здійснювати підготовчу поверхневу обробку для створення поверхневої шорсткості на контактній поверхні, на яку буде нанесене мастильне покриття.

Приклади такої підготовчої обробки являють собою струминну обробку при впливі матеріалу для струминної обробки, такого як сферичний дріб або кутасті піщинки, і травлення зануренням в розчин сильної кислоти, такий як сірчана кислота, хлористоводнева кислота, азотна кислота або фтористоводнева кислота, для надання поверхневої шорсткості, хімічна конверсійна обробка, така як фосфатна обробка, оксалатна обробка або боратна обробка (шорсткість кристалічної поверхні збільшується по мірі розвитку утворюваних кристалів), електролітичне нанесення покриття з металу, такого як Cu, Fe, Sn, Zn або їх сплав (селективно покриваються виступи, в результаті чого поверхня стає трохи шорсткішою), і розпилювальне нанесення покриття, яким можна виготовляти пористе напилене покриття. Нанесення композитного електролітичного покриття, яке являє собою електролітичне покриття, що містить найдрібніші тверді частинки, дисперговані в металі, можна також

використовувати як спосіб одержання шорсткої поверхні, тому що ці найдрібніші тверді частинки виступають з нанесеного покриття.

Незалежно від способу підготовчої поверхневої обробки, який використовують для контактних поверхонь, поверхнева шорсткість R_{max} в результаті створення поверхневої шорсткості шляхом підготовчої поверхневої обробки становить переважно від 5 до 40 мкм. Якщо R_{max} становить менше ніж 5 мкм, адгезія у утримання мастильного покриття можуть ставати недостатніми. З іншого боку, якщо R_{max} перевищує 40 мкм, тертя збільшується, і покриття може виявитися нездатним витримувати сили зсуву і сили стиснення при прикладанні високого тиску, в результаті чого покриття легко руйнується або відшаровується. Можна використовувати два або більше типи підготовчої поверхневої обробки для створення поверхневої шорсткості. Обробку можна здійснювати традиційним способом.

З точки зору адгезії мастильного покриття, переважною є підготовча поверхнева обробка, яка здатна утворювати пористе покриття, а саме, хімічна конверсійна обробка і розпилювальне нанесення покриття. При використанні цих способів для виготовлення пористого покриття, у якого R_{max} становить щонайменше 5 мкм, товщина покриття переважно становить щонайменше 5 мкм. Не існує певної верхньої межі товщини покриття, але, як правило, достатньою є товщина, що становить не більше ніж 50 мкм і переважно не більше ніж 40 мкм. Утворення мастильного покриття зверху пористого покриття, яке було виготовлене шляхом підготовчої поверхневої обробки, може збільшувати адгезію мастильного покриття за допомогою так званого «канкерного ефекту». У результаті стає ускладненим виникнення відшарування твердого мастильного покриття при повторному згинчуванні і розгинчуванні, ефективно запобігається контакт між металевими деталями, і додатково підвищуються стійкість до заклинення, газонепроникність і корозійна стійкість.

Особливо переважні типи підготовчої поверхневої обробки для виготовлення пористого покриття являють собою фосфатну обробку (обробка фосфатом марганцю, фосфатом цинку, подвійним фосфатом заліза і марганцю або подвійним фосфатом цинку і кальцію) і розпилювальне нанесення покриття для виготовлення покриття з цинку або сплаву цинку і заліза у вигляді пористого металевого електролітичного покриття. Покриття, яке містить фосфат марганцю, є переважним з точки зору адгезії, і з точки зору корозійної стійкості, можна чекати, що переважним є покриття, яке містить цинк або сплав цинку і заліза, що має ефект захисної корозії зумовленим цинком.

Фосфатну обробку можна здійснювати шляхом занурення або розпилення традиційним способом. Можна використовувати кислий фосфатний розчин, який звичайно використовують для оцинкованих сталевих матеріалів. Наприклад, можна використовувати розчин фосфату цинку, що містить від 1 до 150 г/л фосфату-іонів, від 3 до 70 г/л іонів цинку, від 1 до 100 г/л нітрату-іонів і від 0 до 30 г/л іонів нікелю. Можна також використовувати розчин фосфату марганцю, який звичайно використовують для нарізних з'єднань. Температура розчину може становити від кімнатної температури до 100 °C, і тривалість обробки може становити аж до 15 хвилин залежно від бажаної товщини покриття. Щоб сприяти утворенню покриття, перед фосфатною обробкою, водний розчин для обробки поверхні, який містить колоїдний титан, можна наносити на поверхню, що підлягає обробці. Після фосфатної обробки переважно здійснюють промивання холодною або теплою водою, а потім висушування.

Розпилювальне нанесення покриття можна здійснювати механічним нанесенням покриття, в якому частинки розпилюють на матеріал, що покривається, розташований всередині обертового барабана або струминним нанесенням покриття, в якому частинки розпилюють на матеріал, що покривається, використовуючи пристрій для струминної обробки. У даному винаході, оскільки достатньо покривати тільки контактну поверхню, переважно використовувати струминне нанесення покриття, яке можна здійснювати локалізованим нанесенням покриття.

Наприклад, матеріал для струминної обробки в формі частинок, що мають залізну серцевину, покриті цинком або цинковим сплавом (таким як сплав цинку і заліза), спрямовують на контактну поверхню, що підлягає покриттю. Вміст цинку або цинкового сплаву в частинках становить переважно від 20 до 60% мас., і діаметр частинок становить переважно від 0,2 до 1,5 мм. Струминна обробка частинками примушує тільки цинк або цинковий сплав, який являє собою покривний шар частинок, прикріплюватися до контактної поверхні, і пористе покриття, що складається з частинок цинку або цинкового сплаву, утворюється на контактній поверхні. Використовуючи розпилювальне нанесення покриття, можна виготовляти покриття, що має хорошу адгезію до сталевій поверхні, незалежно від складу сталі.

Беручи до уваги як корозійну стійкість, так і адгезію, товщина шару з цинку або цинкового сплаву, що утворюється шляхом розпилювального нанесення покриття, становить переважно від 5 до 40 мкм. Якщо вона становить менше ніж 5 мкм, неможливо одержати достатню корозійну стійкість, в той час як якщо вона перевищує 40 мкм, це може приводити до зменшення адгезії утвореного мастильного покриття. Аналогічним чином, товщина фосфатного покриття становить переважно від 5 до 40 мкм.

Можна поєднувати два або більше з описаних вище типів підготовчої поверхневої обробки.

Як наступні типи підготовчої поверхневої обробки, хоча вони не надають майже ніякої поверхневої шорсткості, визначені типи електролітичного нанесення покриття, що має один або більше шарів, здатні поліпшувати адгезію мастильного покриття до підкладки, а також можуть підвищувати стійкість

до заклинення нарізного з'єднання труб.

Приклад такої підготовчої поверхневої обробки для мастильного покриття являє собою електролітичне нанесення покриття Cu, Sn, Ni або сплавів цих металів. Нанесення покриття може являти собою нанесення одношарового покриття або нанесення багатошарового покриття, що складається з двох або більше шарів. Конкретні приклади цих типів електролітичного нанесення покриття являють собою нанесення одношарового покриття Cu, Sn, Ni, сплаву Cu і Sn, як описано в японському патенті JP 2003-74763 А, і сплаву Cu, Sn і Zn, нанесення двошарового електролітичного покриття, що включає шар Cu і шар Sn, і нанесення тришарового електролітичного покриття, що включає шар Ni, шар Cu і шар Sn. У випадку нарізного з'єднання труб, виготовлених зі сталі з вмістом Cr, що перевищує 5%, яке у високій мірі схильне до заклинення, переважно здійснювати підготовчу поверхневу обробку в формі нанесення одношарового електролітичного покриття сплаву Cu і Sn або сплаву Cu, Sn і Zn або нанесення багатошарового електролітичного покриття, що включає два або більше шарів металів, вибраних з даних сплавів, Cu, Sn і Ni (наприклад, нанесення двошарового електролітичного покриття, що включає шар Cu і шар Sn, нанесення двошарового електролітичного покриття, що включає шар Ni і шар Sn, нанесення двошарового електролітичного покриття, що включає шар Ni і шар сплаву Cu, Sn і Zn, і нанесення тришарового електролітичного покриття, що включає шар Ni, шар Cu і шар Sn).

Ці типи нанесення електролітичного покриття можна здійснювати способом, описаним в японському патенті JP 2003-74763 А. У випадку нанесення багатошарового електролітичного покриття найнижчий шар (звичайно Ni) переважно являє собою гранично тонкий з нанесених шарів, його товщина становить менше ніж 1 мкм, і його одержують, використовуючи так зване ударне нанесення електролітичного покриття. Товщина нанесеного покриття (сумарна товщина у випадку нанесення багатошарового покриття) становить переважно від 5 до 15 мкм.

Можна також виготовляти тверде протикорозійне покриття як ще один тип підготовчої поверхневої обробки.

Верхнє сухе покриття

Поверхня описаного вище мастильного покриття іноді має деяку клейкість. У цьому випадку, зокрема, коли нафтопромисловий трубний виріб розташований вертикально, частинки залишкової іржі на внутрішній поверхні, або частинки для струминної обробки, які розпилюють для видалення іржі, падають і можуть прикріплюватися до мастильного покриття і впроваджуватися в мастильне покриття. Чужорідний матеріал, який виявляється впровадженням в покриття, неможливо повністю видалити струменем повітря, і він погіршує мастильні властивості покриття. Щоб усунути цю проблему, тонке сухе тверде покриття можна наносити зверху мастильного покриття. Це сухе тверде покриття може являти собою звичайне покриття з полімеру, такого як епоксидний полімер, поліамідний полімер, поліамідімідний полімер або вініловий полімер, і його можна виготовляти, використовуючи композицію на водній основі або композицію на основі органічного розчинника. Дане покриття може також містити невелику кількість воску.

Поверхнева обробка протилежної деталі

Коли мастильне покриття згідно з даним винаходом виготовляють на контактній поверхні тільки однієї деталі (наприклад, муфти) нарізного з'єднання труб, контактна поверхня іншої деталі (наприклад, ніпеля), на яку не нанесене мастильне покриття, може залишатися необробленою, але переважно їй надають шорсткість, використовуючи описану вище підготовчу поверхневу обробку для створення поверхневої шорсткості. Таким чином, поверхневу шорсткість можна створювати шляхом струминної обробки; травлення; хімічної конверсійної обробки, такої як фосфатна, оксалатна або боратна; електролітичного нанесення покриття, нанесення композитного покриття для виготовлення покриття, що містить найдрібніші тверді частинки; і поєднання двох або більше з цих способів. В результаті цього, коли іншу деталь приєднують до деталі, що має мастильне покриття згідно з даним винаходом, контактна поверхня іншої деталі, яка не містить мастильного покриття, виявляє хороше утримання мастильного покриття внаслідок анкерного ефекту, що створюється поверхневою шорсткістю, і підвищується стійкість до заклинення нарізного з'єднання труб.

Якщо це бажано, для надання властивостей захисту від корозії відоме протикорозійне покриття, таке як покриття з отвердженого ультрафіолетовим випромінюванням полімеру або термореактивного полімеру, яке можна наносити на поверхню, одержану шляхом підготовчої поверхневої обробки. Протикорозійне покриття запобігає впливу атмосфери на контактну поверхню. Таким чином, навіть якщо вода утворюється внаслідок конденсації під час зберігання нарізного з'єднання і вступає в контакт із з'єднанням, це покриття перешкоджає розвитку іржі на контактній поверхні з'єднання.

Не існує певних обмежень відносно поверхневої обробки контактної поверхні протилежної деталі нарізного з'єднання, і можна здійснювати поверхневу обробку іншим способом, ніж описано вище. Наприклад, на контактну поверхню протилежної деталі можна наносити мастильне покриття, відмінне від покриття згідно з даним винаходом.

ПРИКЛАДИ

Ефекти даного винаходу будуть проілюстровані наступними прикладами і порівняльними прикладами. У наступному описі контактна поверхня ніпеля, що включає зовнішню різь і ненарізану металеву контактну частину, буде називатися «поверхня ніпеля», і контактна поверхня муфти, що включає внутрішню різь і ненарізану металеву контактну частину, буде називатися «поверхня муфти». Поверхнева шорсткість мастильного покриття позначена як R_{max} .

Поверхня ніпеля і поверхня муфти (кожна з яких має різь, ущільнювальну частину і виступаючу частину) спеціального нарізного з'єднання (зовнішній діаметр 17,78 см (7 дюймів), товщина стінки 1,036 см (0,408 дюймів), виготовленого з вуглецевої сталі А, хромомолібденової сталі В або сталі С, що містить 13% хрому, які представлені в таблиці 1 (легкість заклинення збільшувалася в порядку від сталі А до сталі С), піддавали підготовчій поверхневій обробці, представленій в таблиці 2. Поверхнева шорсткість R поверхні, яку одержували за допомогою підготовчої поверхневої обробки, представленій в таблиці 2, становила середнє значення висоти неоднорідностей в десяти точках.

Мастильне покриття, склад якого представлений в таблиці 3, наносили шляхом розпилення утворюючої мастильне покриття композиції на поверхню ніпеля і поверхню муфти, які були піддані підготовчій поверхневій обробці. Для мастильних покриттів прикладу 4 і порівняльного прикладу 3, які були твердими при кімнатній температурі, згідно зі способом нанесення гарячого розплаву, утворюючу мастильне покриття композицію, що не містить розчинник (що має такий же склад, як мастильне покриття) нагрівали до 130 °С під час використання, підлягаючу покриттю поверхню ніпеля або поверхню муфти підігрівали до 130 °С шляхом індукційного нагрівання, і утворюючу мастильне покриття композицію наносили, використовуючи розбризкувач, що має підтримуючий температуру механізм. У цьому випадку мастильне покриття утворювалося при охолодженні. В інших прикладах виготовляли утворюючу мастильне покриття композицію, розбавлену летким органічним розчинником (уайт-спірит) і наносили шляхом розпилення при кімнатній температурі. Після нанесення леткий розчинник випаровувався при висушуванні на повітрі, утворюючи мастильне покриття.

Вміст компонентів в кожному мастильному покритті, описаному в таблиці 3, являє собою масову частку відносно сумарної кількості нелетких компонентів (за винятком леткого розчинника) в утворюючій мастильне покриття композиції. Мастильне покриття, що має однаковий склад, наносили на поверхню ніпеля і поверхню муфти.

У числі компонентів, представлених в таблиці 3, сферичні співполімерні частинки являли собою акрилові кремнійорганічні співполімерні частинки Chaline R-170S (виробник Nissin Chemical Industry Co., Ltd., середній діаметр частинок 30 мкм), які мати низьку в'язкість. У числі компонентів, що використовуються для виготовлення високов'язкої матриці, речовина на основі каніфолі являла собою гідрований складний ефір каніфолі Gum H (виробник Arakawa Chemical Industries, Ltd.), віск являв собою парафіновий віск (виробник Nippon Seiro Co., Ltd.), карбоксилат металу являв собою стеарат кальцію (виробник DIC Corporation), і основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти являла собою Calcinate C-400CLR (виробник Crompton Corporation, високоосновний сульфонат кальцію, що має лужне число 400 мг KOH/g). Модифікатор тертя являв собою аморфний графіт Blue P (виробник Nippon Графіт Industries, Ltd.). Леткий органічний розчинник, що використовується для розбавлення у випадку розпилення покриття при кімнатній температурі, являв собою уайт-спірит Cleansol (виробник Nippon Oil Corporation).

Випробування, в якому згвинчування і розгвинчування повторювали аж до 10 разів, здійснювали для нарізного з'єднання труб, що має мастильне покриття, виготовлене описаним вище способом на поверхні ніпеля і поверхні муфти, щоб оцінити стійкість до заклинення.

У випробуванні з повторним згвинчуванням і розгвинчуванням згвинчування нарізного з'єднання здійснювали, використовуючи швидкість згвинчування 10 об/хв і крутний момент згвинчування 20 кН•м, і після розгвинчування візуально оцінювали стан заїдання поверхні ніпеля і поверхні муфти. Коли спостерігалось викликане заїданням пошкодження, але воно було невеликим і таким, що підлягає ремонту, здійснювали ремонт і продовжували згвинчування і розгвинчування. Результати випробування на згвинчування і розгвинчування представлені в таблиці 4.

Окремо від вищезазначеного випробування, зразок нарізного з'єднання виготовляли при таких же умовах, і шляхом здійснення згвинчування з високим крутним моментом одержували графік крутного моменту, такий як подано на фіг. 2, і за даним графіком крутного моменту визначали значення T_s (крутний момент з'єднання виступу), T_u (крутний момент на межі текучості) і $\Delta T = T_u - T_s$ (опір крутного моменту на виступі). T_s являв собою крутний момент на початку взаємодії виступаючих частин. Зокрема, T_s являв собою крутний момент, коли зміна крутного моменту, виникаюча після взаємодії виступаючих частин, починала входити в лінійну область (область пружної деформації). T_u являв собою крутний момент на початку пластичної деформації. Зокрема, T_u являв собою крутний момент, коли зміна крутного моменту після досягнення T_s починала втрачати лінійність при продовженні обертання.

Таблиця 4 представляє відносне значення ΔT ($=T_u - T_s$), коли значення ΔT , одержане у випадку традиційного композитного мастила, представленого в порівняльному прикладі 1 таблиці 3, прийнято за 100. Значення ΔT , яке становить більше ніж 100, показує, що ΔT було більшим, ніж у випадку

використання композитного мастила, і, відповідно, виявлялося можливим здійснення згинчування без пластичної деформації виступаючих частин і без виникнення заклинення навіть при високому крутному моменті згинчування. Це означає, що заклинення можна придушувати навіть в жорстких умовах, таких як умови, які виникають під час нестійких операцій по пристосуванню свердловин в морі.

Окремо коефіцієнт тертя при прикладеному тиску, що становить 0,3 ГПа і 1 ГПа, вимірювали вищезазначеним способом FALOX, використовуючи ніпель і дві призми, виготовлені згідно зі стандартами ASTM D-2670, D-2625, D-3233 і D-5620. Ніпель, що має діаметр 6,35 мм (1/4 дюйма), виготовляли з такої ж сталі, як випробовуване нарізне з'єднання і піддавали такій же підготовчій поверхневій обробці і нанесенню мастильного покриття, як поверхня ніпеля з'єднання. Кожну призму, що має клиноподібний паз з кутом 96° і шириною 6,35 мм (1/4 дюйма), виготовляли з такої ж сталі, як випробовуване нарізне з'єднання і піддавали такій же підготовчій поверхневій обробці і нанесенню мастильного покриття, як поверхня муфти з'єднання. Значення $\Delta\mu$ (мк), яке являє собою різницю, обчислену відніманням коефіцієнта тертя при низькому тиску (0,3 ГПа) з коефіцієнта тертя при високому тиску (1 ГПа), представлено в таблиці 3. Негативне значення $\Delta\mu$ показує, що коефіцієнт тертя, виміряний при високому тиску, нижчий коефіцієнта тертя, виміряного при низькому тиску.

Таблиця 1

Склад сталі нарізних з'єднань (% мас., іншу масу становлять Fe і домішки)

Тип сталі	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	0,24	0,3	1,3	0,02	0,01	0,04	0,07	0,17	0,04
B	0,25	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,05	0,95	0,18
C	0,19	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,1	13	0,04

Таблиця 2

№	Підготовча поверхнева обробка		Тип сталі
	Ніпель	Муфта	
Приклад 1	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом цинку (R=8)(t=12)	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом марганцю (R=12)(t=15)	A
Приклад 2	Піскоструминна обробка (R=10)	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Ударне нікелювання + оміднення (t=12)(R=3)	C
Приклад 3	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом цинку (R=8)(t=12)	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Ударне нікелювання + покриття сплавом Cu-Sn-Zn (t=7)(R=2)	B
Приклад 4	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом цинку (R=8)(t=12)	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Ударне нікелювання + покриття сплавом Cu-Sn-Zn (t=7)(R=2)	B
Порівняльний Приклад 1	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом цинку (R=8)(t=12)	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом марганцю (R=12)(t=15)	A
Порівняльний Приклад 2	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом цинку (R=8)(t=12)	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом марганцю (R=10)(t=12)	B
Порівняльний Приклад 3	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом цинку (R=8)(t=12)	1. Кінцеве шліфування (R=3) 2. Обробка фосфатом марганцю (R=12)(t=15)	A

R: поверхнева шорсткість (мкм), t: товщина покриття (мкм)

Таблиця 3

№	Склад мастильного покриття (значення в дужках показують склад в % мас.)			Кількість органічного	$\Delta\mu$ 1)
	Сферичні	Склад високов'язкої матриці	Моди-		

	співполімерні частинки	Речовина на основі каніфолі	Віск	Карбоксилат металу	Основна сіль металу і ароматичної органічної кислоти	Комплексна в'язкість при 25°C (Па·с)	фікатор тертя	розчинника на 100 ч. мас. твердих матеріалів	
Приклад 1	Частинки акрилового кремнієорганічного співполімеру (5)	Складний ефір каніфолі (18)	Парафіновий віск (8)	Стеарат кальцію (18)	Високоосновний сульфонат кальцію (51)	3920	Відсутній	30 частин	0,05
Приклад 2	Частинки акрилового кремнієорганічного співполімеру (5)	Складний ефір каніфолі (17)	Парафіновий віск (8)	Стеарат кальцію (17)	Високоосновний сульфонат кальцію (48)	5580	Графіт (5)	30 частин	0,03
Приклад 3	Частинки акрилового кремнієорганічного співполімеру (10)	Складний ефір каніфолі (16)	Парафіновий віск (8)	Стеарат кальцію (16)	Високоосновний сульфонат кальцію (45)	5280	Графіт (5)	30 частин	0,08
Приклад 4	Частинки акрилового кремнієорганічного співполімеру (10)	Складний ефір каніфолі (15)	Парафіновий віск (8)	Стеарат кальцію (15)	Високоосновний сульфонат кальцію (42)	6130	Графіт (10)	Відсутній	0,07
Порівняльний Приклад 1	Композитне мастило згідно з бюлетенем API 5A2 (містить важкі метали, такі як свинець, шкідливі для людини і оточуючого середовища, але має хороші мастильні властивості)								0,02
Порівняльний Приклад 2	Відсутній	Складний ефір каніфолі (15)	Парафіновий віск (10)	Стеарат кальцію (17)	Високоосновний сульфонат кальцію (48)	5880	Графіт (10)	30 частин	-0,05
Порівняльний Приклад 3	Відсутній	Складний ефір каніфолі (15)	Парафіновий віск (10)	Стеарат кальцію (17)	Високоосновний сульфонат кальцію (48)	5880	Графіт (10)	Відсутній	-0,06
1)Др означає різницю коефіцієнта тертя при 1 ГПа і коефіцієнта тертя при 0,3 ГПа; негативне значення Др показує, що коефіцієнт тертя при 1 ГПа (при високому тиску) нижчий, ніж коефіцієнт тертя при 0,3 ГПа (при низькому тиску).									

Таблиця 4

№	Результати випробування на згинчування і розгинчування ¹⁾		Відношення ΔT ($=T_y - T_s$) (%) ²⁾
Приклад	1	10 разів	117
	2	10 разів	110
	3	10 разів	130
	4	10 разів	128
Порівняльний приклад	1	10 разів	100
	2	10 разів	50
	3	10 разів	52

1)Кількість циклів без проблем.

2)Значення ΔT наведено відносно ΔT в порівняному прикладі 1, яке прийнято таким, що дорівнює 100.

Приклад 1

Наступну поверхневу обробку здійснювали, використовуючи спеціальне нарізне з'єднання, виготовлене з вуглецевої сталі, що має склад А, представлений в таблиці 1.

Поверхню муфти, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість 3 мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату марганцю при температурі від 80 до 95 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат марганцю, що має товщину 15 мкм (поверхнева шорсткість становила 12 мкм). Мастильну покривну композицію прикладу 1, представлену в таблиці 3 (100 частин вказаної композиції розбавляли 30 частинами органічного розчинника), наносили шляхом розпилення на поверхню муфти. Після випаровування розчинника одержували мастильне покриття, що має товщину 50 мкм. В даних прикладах всі частини являють собою масові частини, якщо не визначені інші умови.

Поверхню ніпеля, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат цинку, що має товщину 12 мкм (поверхнева шорсткість становила 8 мкм). Мастильне покриття, яке було ідентичне покриттю на поверхні муфти, одержували

на поверхні ніпеля.

Значення $\Delta\mu$, яке становить 0,05, було більшим ніж у випадку традиційного композитного мастила (0,02 в порівняльному прикладі 1), показуючи, що коефіцієнт тертя при високому тиску стає значно вищим, ніж при низькому тиску.

Значення ΔT у випробуванні при високому крутному моменті (показане нижче як співвідношення ΔT) становило 117 % значення ΔT в порівняльному прикладі 1, яке було прийняте таким, що дорівнює 100. Співвідношення ΔT значно збільшувалося в порівнянні з співвідношенням ΔT , що становить приблизно 50 % для порівняльних прикладів 2 і 3, де були відсутні антифрикційні сферичні частинки (акрилові кремнієорганічні співполімерні частинки). Крім того, було виявлено, що ΔT в прикладі 1 було більшим, ніж для традиційного композитного мастила (порівняльний приклад 1). Відповідно, було визначено, що дане нарізне з'єднання можна згвинчувати з високим крутним моментом без виникнення пластичної деформації виступаючих частин. Крім того, у випробуванні на згвинчування і розгвинчування згвинчування і розгвинчування можна було здійснювати 10 разів без виникнення заклинення.

Приклад 2

Наступну поверхневу обробку здійснювали на спеціальному нарізному з'єднанні, виготовленому зі сталі, що містить 13 % хрому, який має склад С, представлений в таблиці 1.

На поверхню муфти, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм), наносили електролітичне покриття, включаючи спочатку ударне нікелювання і потім оміднення, одержуючи сумарну товщину покриття, що становить 12 мкм. Утворюючи мастильне покриття композицію прикладу 2, представлену в таблиці 3 (100 частин вказаної композиції розбавляли 30 частинами органічного розчинника), наносили шляхом розпилення на поверхню муфти, одержуючи мастильне покриття, що має товщину 52 мкм після випаровування розчинника.

На поверхні ніпеля створювали поверхневу шорсткість, що становить 10 мкм, шляхом піскоструминної обробки піском з розміром частинок 80 меш (0,178 мм), і наносили на поверхню ніпеля таку ж композицію, яку використовували на поверхні муфти, щоб одержати мастильне покриття, що має товщину 50 мкм.

Значення $\Delta\mu$ становило 0,03. У випробуванні при високому крутному моменті співвідношення ΔT становило 110 %, і було підтверджено, що вищий відносний крутний момент, ніж в будь-якому з порівняльних прикладів, був одержаний таким же способом, як в прикладі 1. Зрозуміло, згвинчування і розгвинчування можна було здійснювати 10 разів у випробуванні на згвинчування і розгвинчування без яких-небудь проблем.

Приклад 3

Наступну поверхневу обробку здійснювали на спеціальному нарізному з'єднанні, виготовленому з хромомолібденової сталі, що має склад В, представлений в таблиці 1.

На поверхню муфти, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм) наносили електролітичне покриття, включаючи спочатку ударне нікелювання і потім нанесення сплаву Cu, Sn і Zn, щоб одержати покриття, що має сумарну товщину 7 мкм. На поверхню муфти утворюючи мастильне покриття композицію прикладу 3, представлену в таблиці 3 (100 частин вказаної композиції розбавляли 30 частинами органічного розчинника), наносили шляхом розпилення. Після випаровування розчинника одержували мастильне покриття, що має товщину 100 мкм.

Поверхню ніпеля, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат цинку, що має товщину 12 мкм (поверхнева шорсткість становила 8 мкм). Мастильне покриття, що має товщину 100 мкм, наносили на поверхню ніпеля точно таким же способом, як на поверхню муфти.

Значення $\Delta\mu$ було високим і становило 0,08. У випробуванні при високому крутному моменті було підтверджено, що співвідношення ΔT становило 130 %, що було вищим, ніж в будь-якому з порівняльних прикладів. У випробуванні на згвинчування і розгвинчування згвинчування і розгвинчування можна було здійснювати 10 разів без будь-яких проблем.

Приклад 4

Наступну поверхневу обробку здійснювали на спеціальному нарізному з'єднанні, виготовленому з хромомолібденової сталі, що має склад В, представлений в таблиці 1.

На поверхню муфти, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм) наносили електролітичне покриття, включаючи спочатку ударне нікелювання і потім нанесення сплаву Cu, Sn і Zn, щоб одержати покриття, що має сумарну товщину 7 мкм. Поверхню муфти, яку піддавали цій підготовчій поверхневій обробці, потім підігрівали до 130 °С, використовуючи індукційне нагрівання, і утворюючи мастильне покриття композицію прикладу 4, представлену в таблиці 3, яку нагрівали до 130 °С, наносили на підігріту поверхню муфти, використовуючи розбризкувач, що має підтримуючий температуру механізм. Після охолодження одержували мастильне покриття, що має товщину 50 мкм.

Поверхню ніпеля, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3

мкм) витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат цинку, що має товщину 12 мкм (поверхнева шорсткість становила 8 мкм). Мастильне покриття, що має товщину 50 мкм, наносили на поверхню ніпелі точно таким же способом, як на поверхню муфти.

Значення $\Delta\mu$ було високим і становило 0,07. У випробуванні при високому крутному моменті співвідношення ΔT становило 128 %, і було підтверджено, що співвідношення ΔT було вищим, ніж в будь-якому з порівняльних прикладів. У випробуванні на згинчування і розгинчування згинчування і розгинчування можна було здійснювати 10 разів без яких-небудь проблем.

Як можна бачити з представлених вище результатів, існує кореляція між значеннями $\Delta\mu$ і ΔT . Таким чином, спостерігається тенденція, що чим більше $\Delta\mu$, тим більше ΔT . Іншими словами, вимірюючи $\Delta\mu$ методом FALEX, наприклад, використовуючи малі досліджувані зразки, можна прогнозувати значення ΔT нарізного з'єднання і, отже, його характеристики при згинчуванні з високим крутним моментом.

Порівняльний приклад 1

Наступну поверхневу обробку здійснювали на спеціальному нарізному з'єднанні, виготовленому з вуглецевої сталі, що має склад А, представлений в таблиці 1.

Поверхню муфти, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату марганцю при температурі від 80 до 95 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат марганцю, що має товщину 15 мкм (поверхнева шорсткість становила 12 мкм). В'язке рідке композитне мастило згідно зі стандартами API наносили на поверхню муфти, одержуючи мастильне покриття (сумарна маса покриття на ніпелі і муфті становила 50 г, і сумарна площа покриття становила приблизно 1400 см²).

Поверхню ніпеля, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат цинку, що має товщину 12 мкм (поверхнева шорсткість становила 8 мкм), і потім описане вище композитне мастило наносили на поверхню ніпеля в описаній вище кількості.

Значення $\Delta\mu$ становило 0,02. Як представлено в таблиці 4, у випробуванні на згинчування і розгинчування після 10 циклів згинчування і розгинчування не спостерігали очевидного виникнення заклинення аж до десятого циклу. Однак композитне мастило в даному прикладі містило порошок важкого металу, такого як свинець, таким чином, його можна було вважати шкідливою для людини і оточуючого середовища. У випробуванні при високому крутному моменті набували високого значення Ту без виникнення пластичної деформації виступаючих частин, навіть коли згинчування здійснювали з високим крутним моментом, а також спостерігали високе значення ΔT . У цьому випадку значення ΔT вважали таким, що дорівнює 100 для порівняння з ним значень ΔT , одержаних в інших прикладах.

Порівняльний приклад 2

Наступну поверхневу обробку здійснювали на спеціальному нарізному з'єднанні, виготовленому з хромомолібденової сталі, що має склад В, представлений в таблиці 1.

Поверхню муфти, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм) витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату марганцю при температурі від 80 до 95 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат марганцю, що має товщину 12 мкм (поверхнева шорсткість становила 10 мкм). Утворюючи мастильне покриття композицію порівняльного прикладу 2 в таблиці 3 (виготовлену розбавленням 100 частин вказаної композиції 30 частинами органічного розчинника), в якій містився аморфний графіт, але не містилися акрилові кремнієорганічні співполімерні частинки, наносили на поверхню муфти шляхом розпилення. Після випаровування розчинника одержували мастильне покриття, що має товщину 80 мкм.

Поверхню ніпеля, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат цинку, що має товщину 12 мкм (поверхнева шорсткість становила 8 мкм), і таку ж композицію, як для поверхні муфти, розпилювали на поверхні ніпеля таким же способом, як на поверхні муфти, одержуючи мастильне покриття, що має товщину 80 мкм.

Значення $\Delta\mu$ становило -0,05, показуючи, що коефіцієнт тертя при високому тиску нижче, ніж при низькому тиску. Як представлено в таблиці 4, у випробуванні на згинчування і розгинчування був відсутній виникнення заклинення в 10 циклах згинчування і розгинчування, і результати були надто високими. Однак у випробуванні при високому крутному моменті співвідношення ΔT приймало гранично низьке значення, що становить 50 %, в порівнянні з традиційним композитним мастилом. Таким чином, було підтверджено, що співвідношення ΔT абсолютно не поліпшувалося при використанні покриття, що складається тільки з високов'язкої матриці і графіту.

Порівняльний приклад 3

Наступну поверхневу обробку здійснювали на спеціальному нарізному з'єднанні, виготовленому з вуглецевої сталі, що має склад А, представлений в таблиці 1.

Поверхню муфти, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3

мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату марганцю при температурі від 80 до 95 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат марганцю, що має товщину 15 мкм (поверхнева шорсткість становила 12 мкм). Поверхню муфти підігрівали до 130 °С, використовуючи індукційне нагрівання, і утворюючи мастильне покриття композицію порівняльного прикладу 3, представлену в таблиці 3, яку нагрівали до 130 °С, наносили на підігріту поверхню муфти, використовуючи розбризкувач, що має підтримуючий температуру механізм. Після охолодження одержували мастильне покриття, що має товщину 50 мкм.

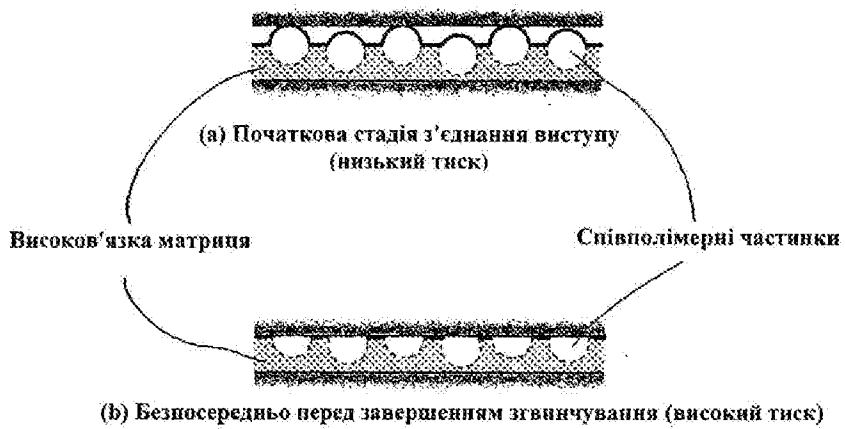
Поверхню ніпеля, яку обробляли механічним шліфуванням (поверхнева шорсткість становила 3 мкм), витримували протягом 10 хвилин в розчині фосфату цинку при температурі від 75 до 85 °С, щоб одержати покриття, яке містить фосфат цинку, що має товщину 12 мкм (поверхнева шорсткість становила 8 мкм). Таку ж композицію, як для поверхні муфти, потім наносили на поверхню ніпеля таким же способом, як на поверхню муфти, щоб одержати мастильне покриття, що має товщину 50 мкм.

Значення $\Delta\mu$ становило -0,06, показуючи, що коефіцієнт тертя при високому тиску нижчий, ніж при низькому тиску. Як представлено в таблиці 4, у випробуванні на згвинчування і розгвинчування не спостерігали виникнення заклинення протягом 10 циклів згвинчування і розгвинчування, і результати були надто хорошими. Однак у випробуванні при високому крутному моменті співвідношення ΔT приймало гранично низьке значення, що становить 52 %, в порівнянні з традиційним композитним мастилом.

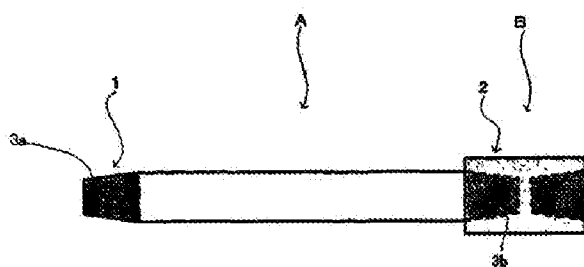
Щоб оцінити властивості захисту від корозії, які є необхідними для нарізного з'єднання труб, минулу таку ж підготовчу поверхневу обробку покриття і мастильне покриття, як покриття у випадку муфти, представлені в таблицях 2 і 3, одержували на окремо виготовленій смужці досліджуваного зразка (70 мм × 150 мм × товщина 1,0 мм). Досліджуваний зразок піддавалися корозійному випробуванню в сольовому тумані (згідно зі стандартом JIS Z 2371, який відповідає стандарту ISO 9227) при температурі 35 °С протягом 1000 годин і випробуванню у вологій камері (згідно зі стандартом JIS K 5600-7-2, який відповідає стандарту ISO 6270) при температурі 50 °С і відносній вологості 98 % протягом 200 годин, і досліджували виникнення ржавіння. Було підтверджено, що виникнення іржі було відсутнє протягом всього періоду будь-якого з цих випробувань нарізних з'єднань у вищезазначених прикладах.

Крім того, коли нарізні з'єднання труб кожного з прикладів піддавалися випробуванню газонепроникності і випробуванню в реальних умовах експлуатації в діючому пристрої, було підтверджено, що одержане чудове мастильне покриття, що має вище значення ΔT , ніж у випадку традиційно використовуваного композитного мастила.

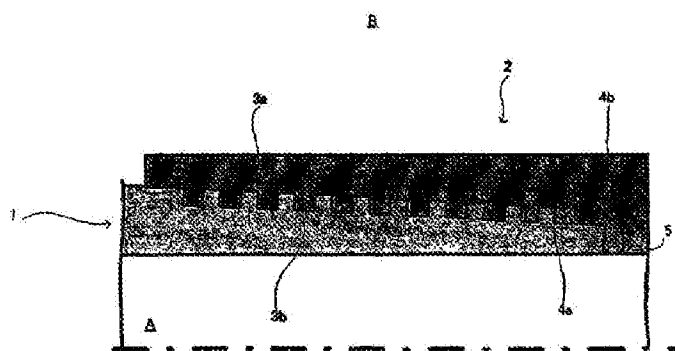
Даний винахід роз'яснений вище відносно варіантів здійснення, які вважаються переважними в цей час, але даний винахід не обмежено описаними вище варіантами здійснення. Можливі й інші варіанти, які не суперечать ідеї даного винаходу, згідно з тлумаченням формули винаходу і загального опису, і нарізне з'єднання, яке включає такі варіанти, потрібно розуміти як таке, що входить в технічний об'єм даного винаходу.



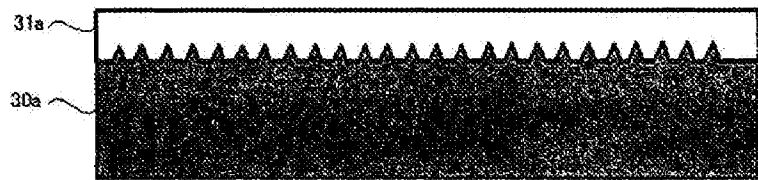
Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5



(b)

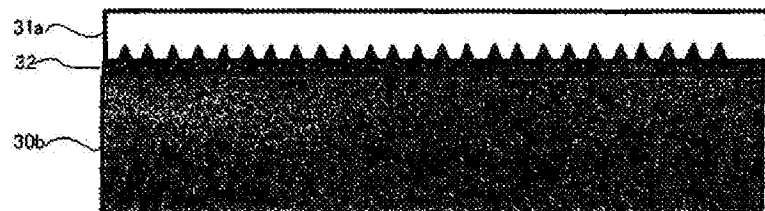


Fig. 6