



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128272** (13) **C2**
(51) МПК (2024.01)
F16L 15/04 (2006.01)
E21B 17/042 (2006.01)
F16L 15/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2021 07483	(72) Винахідник(и):	Іносе Кеїта (JP), Сугіно Масаакі (JP), Угаї Сін (JP), Накано Хікарі (JP)
(22) Дата подання заявки:	07.08.2020	(73) Володілець (володільці):	НІППОН СТІЛ КОРПОРЕЙШН, 6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071, Japan (JP), ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ҐЕС ФРАНС, 54 rue Anatole France, Aulnoye-Aymeries 59620, France (FR)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	23.05.2024	(74) Представник:	Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2019-147926	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	JP 2015534614 A, 03.12.2015 JP 2013536339 A, 19.09.2013 US 2012/043756 A1, 23.02.2012 WO 2015/194160 A1, 23.12.2015 WO 2017/104282 A1, 22.06.2017 UA 112808 C2, 25.10.2016
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	09.08.2019		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	JP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	27.04.2022, Бюл.№ 17		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	22.05.2024, Бюл.№ 21		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/JP2020/030407, 07.08.2020		

(54) НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ ДЛЯ СТАЛЕВИХ ТРУБ

(57) Реферат:

Задачею даного винаходу є забезпечення хорошої герметичності в нарізному з'єднанні для сталевих труб з двоступінчастою конструкцією різі, що включає проміжне ущільнення і проміжні запличики.

Ніпель 2 включає ділянку 22 проміжного ущільнення, внутрішню ділянку 23 із зовнішньою різзю, проміжний запличик 24, ділянку 25 проміжного ущільнення, і зовнішню ділянку 26 із зовнішньою різзю. Муфта 3 включає ділянку 32 проміжного ущільнення, внутрішню ділянку 33 з внутрішньою різзю, проміжний запличик 34, ділянку 35 проміжного ущільнення, і зовнішню ділянку 36 з внутрішньою різзю. Ніпель 2 має проміжний критичний переріз PICCS ніпеля, розташований поруч з кінцем першої ділянки 23 із зовнішньою різзю. Муфта 3 має критичний переріз BCCS муфти, розташований поруч з кінцем першої ділянки 33 з внутрішньою різзю, і проміжний критичний переріз BICCS муфти, розташований поруч з кінцем другої ділянки 36 з внутрішньою різзю.

Ніпель 2 і муфта 3 задовольняють наступні співвідношення:

$PICCSA + BICCSA > BCCSA$, і
 $0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95$.

UA 128272 C2

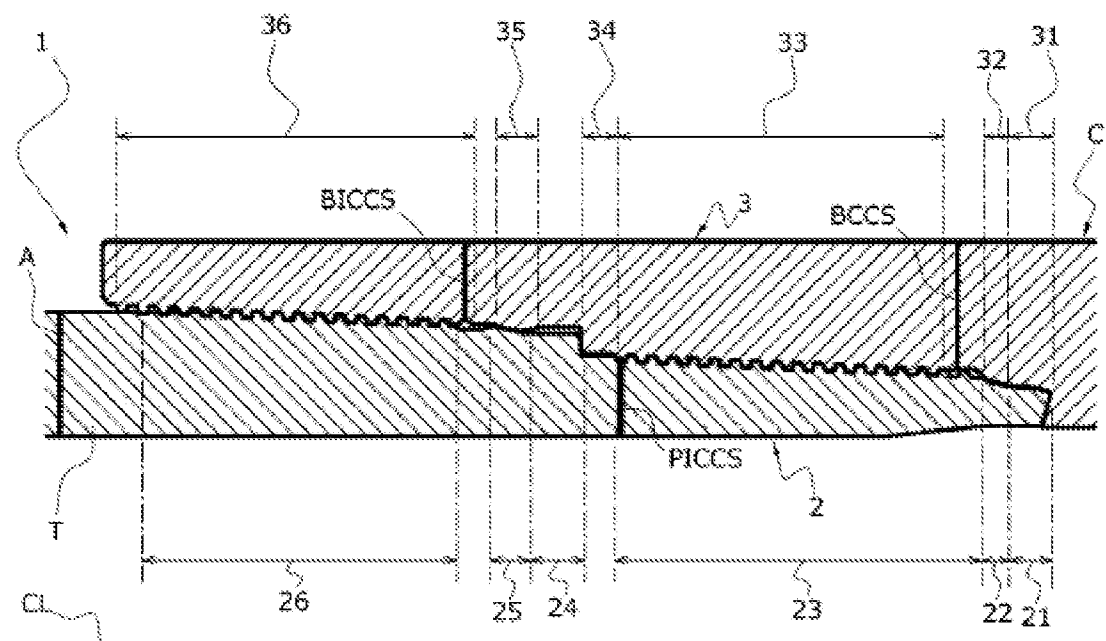


Fig. 1

Галузь техніки, до якої належить винахід

Даний винахід стосується нарізного з'єднання, що використовується для з'єднання сталевих труб.

Передумови до створення винаходу

У нафтових свердловинах, свердловинах природного газу і т. д. (які далі в сукупності називаються "нафтові свердловини" або тому подібне) підземні ресурси видобуваються з використанням обсадних труб, які утворюють множину стінок свердловини, які утворюють шари, і трубопроводи, розташовані всередині обсадної труби для видобутку нафти або газу. Такі обсадні труби і трубопроводи складаються шляхом послідовного з'єднання великої кількості сталевих труб, причому для з'єднання труб використовуються нарізні з'єднання. Сталеві труби, що використовуються в нафтових свердловинах, також називаються трубами для нафтових свердловин.

Нарізні з'єднання звичайно класифікуються як інтегрального типу і муфтового типу.

Інтегральне з'єднання напряму з'єднує труби нафтової свердловини. Зокрема, внутрішня різь передбачена на одному кінці труби для нафтової свердловини, в той час як зовнішня різь передбачена на іншому кінці, а зовнішня різь однієї труби для нафтової свердловини угвинчується у внутрішню різь іншої труби для нафтової свердловини так, щоб труби нафтової свердловини були з'єднані.

З'єднання муфтового типу з'єднує труби нафтової свердловини з використанням трубчастой муфти. Зокрема, внутрішня різь передбачена на кожному кінці муфтового з'єднання, в той час як зовнішня різь передбачена на кожному кінці кожної труби для нафтової свердловини. Потім одна зовнішня різь однієї труби нафтової свердловини угвинчується в одну внутрішню різь муфтового з'єднання, а одна зовнішня різь іншої труби нафтової свердловини угвинчується в іншу внутрішню різь муфтового з'єднання, так що труби нафтової свердловини з'єднуються. Тобто, з'єднання муфтового типу з'єднує пару труб, одна з яких є трубою нафтової свердловини, а інша є муфтовим з'єднанням.

Кінцева ділянка труби нафтової свердловини, на якій передбачена зовнішня різь, включає елемент, який повинен бути вставлений у внутрішню різь, передбачена на трубі нафтової свердловини або муфтовому з'єднанні, і таким чином, звичайно називається "ніпелем". Кінцева ділянка труби нафтової свердловини, на якій передбачена внутрішня різь, включає елемент для прийому зовнішньої різі, передбаченої на трубі нафтової свердловини, і таким чином, звичайно називається "муфтою".

У останні роки були розроблені глибокі свердловини з вищим тиском і вищими температурами. У глибоких свердловинах звичайно використовуються товстостінні труби нафтових свердловин з високим опором тиску. Додатково, оскільки комплексне розв'язання проблеми розподілу пластового тиску по глибині вимагає збільшення кількості шарів обсадної труби, можуть використовуватися нарізні з'єднання тонкого типу, максимальний зовнішній діаметр яких, по суті, дорівнює зовнішньому діаметру тіла труби нафтової свердловини. Такі товстостінні з'єднання або тонкі з'єднання не тільки повинні мати високу міцність і високу герметичність, але і мати жорсткі обмеження по зовнішньому діаметру, що накладаються для того, щоб дозволити розташувати декілька шарів труб нафтової свердловини.

Товстостінні з'єднання і тонкі з'єднання з жорсткими обмеженнями по розміру часто проектується з включенням поверхонь проміжного запличика і проміжного ущільнення в середині з'єднання, як визначено, вздовж осьового напрямку, і двоступінчастої нарізної системи із зовнішньою і внутрішньою різями, розташованими попереду і позаду проміжних запличиків/ущільнення, як розкрито в патенті [Японії № 5908905 (Патентний документ 1), публікації WO 2017/104282 (Патентний документ 2) і публікаціях WO 2015/194160 (Патентний документ 3)]. У нарізному з'єднанні з внутрішнім ущільненням на кінчику ніпеля, проміжне ущільнення в основному призначене для забезпечення герметичності проти зовнішнього тиску.

Нарізне з'єднання, розроблене таким чином, має критичні перерізи (PICCS і BICCS) в середині з'єднання, як розкрито в Патентному документі 1.

Критичний переріз (CCS) являє собою переріз з'єднання з мінімальною площею для витримування розтягуювального навантаження, коли з'єднання згвинчене. При прикладенні надмірного розтягуювального навантаження, висока імовірність розриву з'єднання в критичному перерізі.

У з'єднанні із зовнішньою і внутрішньою різями загальної одноступінчастої конструкції різі, критичний переріз являє собою переріз муфти вздовж заглиблення внутрішнього різі, розташованої на цьому одному з кінців зачеплення між зовнішньою і внутрішньою різями, коли з'єднання згвинчене, яке знаходиться ближче до кінчика зовнішнього різі. Відношення площі критичного перерізу (CCSA) до площі А перерізу тіла труби для труби нафтової свердловини,

CCSA/A, є відомим як ефективність з'єднання, і широко використовується як індикатор міцності на розтягнення з'єднання відносно міцності на розтягнення тіла труби для труби нафтової свердловини. Нарізне з'єднання муфтового типу звичайно проектується таким чином, щоб площа критичного перерізу CCSA муфти була більшою площі A перерізу тіла труби для труби нафтової свердловини і меншою 110 % площі A перерізу тіла труби.

З іншого боку, в нарізному з'єднанні з двоступінчастою нарізною конструкцією, переріз тільки з невеликою площею для сприйняття розтягувального навантаження також присутній в середині з'єднання, як визначено, в осьовому напрямку, як обговорювалося вище, і цей переріз є відомим як проміжний критичний переріз (ICCS).

Суть винаходу

Проблеми, які вирішуються винаходом

У нарізному з'єднанні двоступінчастої конструкції різі з поверхнями проміжного заплечика і проміжним ущільненням, зміни в площі проміжного критичного перерізу ніпеля (PICCS), що називається PICCSA (площа проміжного критичного перерізу ніпеля), і площі проміжного критичного перерізу муфти (BICCS), що називається BICCSA (площа проміжного критичного перерізу муфти), приводять до змін в співвідношенні навантажень, розподілених між різними критичними перерізами, коли діють різні складні навантаження, таким чином, змінюючи поведінку ділянок з'єднання в критичних перерізах і поблизу них під час деформації розтягнення або деформації вигину. Це впливає на герметичність проміжного ущільнення між критичними перерізами ніпеля і муфти.

У схемах, де PICCSA+BICCSA є постійною, якщо PICCSA є дуже великою, це означає, що BICCSA є дуже маленькою, що означає, що при прикладенні розтягувального навантаження, наприклад, величина деформації розтягнення ділянок муфти біля BICCS є великою. У результаті ущільнювальна поверхня проміжного ущільнення ніпеля і ущільнювальна поверхня проміжного ущільнення муфти зміщені одна від одної в осьовому напрямку, зменшуючи ефективну величину взаємного ущільнення і, таким чином, зменшуючи силу контакту між ущільнювальними поверхнями, що знижують герметичність. Додатково, якщо BICCSA є маленькою, це означає, що ділянки муфти поруч з кінцями муфти мають меншу товщину, ніж проміжний заплечик муфти, тобто жорсткість ділянок на проміжному ущільненні і поруч з ним є маленькою, що збільшує імовірність згинальної деформації і т. д. муфти при складному навантаженні.

З іншого боку, якщо PICCSA дуже мала, величина деформації розтягнення ділянок ніпеля поблизу PICCS буде великою. У результаті ущільнювальна поверхня проміжного ущільнення ніпеля і ущільнювальна поверхня проміжного ущільнення муфти зміщені одна від одної в осьовому напрямку, зменшуючи ефективну величину взаємного ущільнення і, таким чином, зменшуючи силу контакту між ущільнювальними поверхнями, що знижують герметичність.

Таким чином, герметичність варіюється залежно не тільки від загальної площі PICCS і BICCS, але також від розподілу площі між PICCS і BICCS.

Патентний документ 1, розглянутий вище, розкриває нарізне з'єднання, в якому площа заплечика максимізована для забезпечення підвищеного опору крутного моменту, і в той же час площа CCS зберігається в межах $\pm 5\%$ відносно загальної площі PICCS і BICCS для підтримки балансу між ефективністю чотирьох критичних перерізів, щоб максимізувати ефективність з'єднання і забезпечити певні осьові характеристики з'єднання.

Патентний документ 2, розглянутий вище, розкриває забезпечення відповідної величини взаємовпливу між поверхнями проміжного заплечика ніпеля і муфти для забезпечення герметичності і запобігання щілинній корозії.

Патентний документ 3, розглянутий вище, розкриває ніпель, що включає носову частину, яка безпосередньо продовжується від внутрішньої ущільнювальної поверхні і розташована між поверхнею внутрішнього заплечика на кінчику ніпеля і внутрішньою ущільнювальною поверхнею, щоб гарантувати, що пружне відновлення носової частини посилює контактний тиск між внутрішніми ущільнювальними поверхнями, тим самим, забезпечуючи високу герметичність, головним чином, проти внутрішнього тиску.

Однак, жоден з патентних документів 1-3 не розкриває вплив співвідношення між площами PICCS і BICCS на герметичність нарізного з'єднання.

Задачею даного винаходу є забезпечення хорошої герметичності в нарізному з'єднанні для сталевих труб з двоступінчастою конструкцією різі, що включає проміжне ущільнення і проміжні заплечики.

Засіб розв'язання проблем

Нарізне з'єднання для сталевих труб згідно з даним винаходом являє собою нарізне з'єднання для сталевих труб, що включає трубчастий ніпель і трубчасту муфту, при цьому

ніпель і муфта згвинчуються, коли ніпель угвинчується в муфту. Ніпель може включати, по порядку від кінчика ніпеля до основи ніпеля: першу ділянку із зовнішньою різью; ділянку проміжного ущільнення; і другу ділянку із зовнішньою різью. Ніпель може додатково включати поверхню проміжного заплечика, передбачену між першою ділянкою із зовнішньою різью і ділянкою проміжного ущільнення ніпеля, поверненою до кінчика. Муфта може включати в себе, по порядку від внутрішньої частини муфти і далі: першу ділянку з внутрішньою різью, виконану таким чином, що перша ділянка ніпеля із зовнішньою різью вставляється в неї, коли з'єднання згвинчується; ділянка проміжного ущільнення, виконана так, що ділянка проміжного ущільнення ніпеля встановлюється на неї, коли з'єднання згвинчене; і друга ділянка з внутрішньою різью, виконана так, що друга ділянка із зовнішньою різью ніпеля вставляється в неї, коли з'єднання згвинчене. Муфта може додатково включати поверхню проміжного заплечика, передбачену між першою ділянкою з внутрішньою різью і ділянкою проміжного ущільнення муфти. Поверхня проміжного заплечика муфти повернена до поверхні проміжного заплечика ніпеля, і поверхні цих заплечиків повернені одна до одної в осьовому напрямку нарізного з'єднання. Ніпель може мати проміжний критичний переріз ніпеля, розташований поруч з кінцем першої ділянки із зовнішньою різью, який розташований ближче до основи (тобто кінця, протилежного кінцю, зв'язаному з кінчиком). Муфта може мати критичний переріз муфти, розташований поруч з кінцем першої ділянки з внутрішньою різью, який розташований далі до внутрішньої частини; і проміжний критичний переріз муфти, розташований поруч з кінцем другої ділянки з внутрішньою різью, який розташований далі до внутрішньої частини.

Переважно, ніпель і муфта задовольняють наступні співвідношення:

$$PICCSA + BICCSA > BCCSA, \text{ і}$$

$$0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95,$$

де PICCSA являє собою площу проміжного критичного перерізу ніпеля, знайдену, коли ніпель і муфта не згвинчені, BICCSA являє собою площу проміжного критичного перерізу муфти, коли ніпель і муфта не згвинчені, а BCCSA являє собою площу критичного перерізу муфти, коли ніпель і муфта не згвинчені.

Переваги винаходу

Даний винахід забезпечує хорошу герметичність в нарізному з'єднанні для сталевих труб з двоступінчастою конструкцією різі, що включає проміжне ущільнення і проміжні заплечики.

Короткий опис креслень

Фіг. 1 являє собою вигляд подовжного перерізу нарізного з'єднання для сталевих труб згідно з варіантом здійснення.

Фіг. 2 показує графік відношень між площею проміжного критичного перерізу ніпеля до площі проміжного критичного перерізу муфти, з одного боку, і оцінену герметичність, з іншого.

Фіг. 3 показує відношення між сумою відношення площі проміжного критичного перерізу ніпеля і відношення площі проміжного критичного перерізу муфти до площі перерізу тіла труби сталеві труби, з одного боку, і оцінену герметичність, з іншого.

Варіанти здійснення винаходу

Нарізне з'єднання для сталевих труб згідно з даним варіантом здійснення включає трубчастий ніпель і трубчасту муфту. Ніпель і муфта згвинчуються, коли ніпель угвинчується в муфту. Ніпель може бути передбачений на кінці сталеві труби, такої як труба для нафтової свердловини. Муфта може бути передбачена на кінці муфтового з'єднання або на кінці іншої сталеві труби.

Ніпель може включати, по порядку від свого кінчика уперед, носову ділянку, ділянку внутрішнього ущільнення, внутрішню ділянку із зовнішньою різью, ділянку проміжного заплечика, ділянку проміжного ущільнення і зовнішню ділянку із зовнішньою різью. Як альтернатива, така носова частина і/або ділянка внутрішнього ущільнення можуть бути відсутніми. Додатково, поверхня кінчика ніпеля утворює внутрішню поверхню заплечика. Якщо присутня носова ділянка, поверхня кінчика носові ділянки утворює внутрішню поверхню заплечика. У реалізаціях, де така носова ділянка відсутня, і ділянка кінчика ніпеля утворена ділянкою внутрішнього ущільнення, поверхня кінчика ділянки внутрішнього ущільнення утворює поверхню внутрішнього заплечика. Якщо ні така носова частина, ні така внутрішня ділянка ущільнення не присутні, поверхня кінчика внутрішньої ділянки із зовнішньою різью або поверхня кінчика іншої ділянки, що продовжується від внутрішньої ділянки із зовнішньою різью додатково в напрямку кінчика, може утворювати поверхню внутрішнього заплечика. Поверхня внутрішнього заплечика ніпеля повернена в осьовому напрямку кінчика.

Внутрішня ділянка із зовнішньою різью передбачена між ділянкою внутрішнього ущільнення і ділянкою проміжного заплечика. Внутрішня ділянка із зовнішньою різью може мати зовнішню периферію, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до кінчика. Звукувана різь, діаметр

якої поступово зменшується у напрямку до кінчика, може бути передбачена на зовнішній периферії внутрішньої ділянки із зовнішньою різью.

Ділянка проміжного заплечика передбачена між внутрішньою ділянкою із зовнішньою різью і ділянкою проміжного ущільнення. Ділянка проміжного заплечика може включати поверхню проміжного заплечика, яка є перпендикулярною осьовому напрямку ніпеля або є звужуваною за формою. Поверхня проміжного заплечика може бути повернена в осьовому напрямку кінчика.

Ділянка проміжного ущільнення передбачена між ділянкою проміжного заплечика і зовнішньою ділянкою із зовнішньою різью.

Зовнішня ділянка із зовнішньою різью може включати в себе зовнішню периферію, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до кінчика, і в якій зовнішній діаметр кінця, більш близького до кінчика, більший, ніж зовнішній діаметр кінця внутрішньої ділянки із зовнішньою різью, більш близького до основи. Звужувана різь, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до кінчика, може бути передбачена на зовнішній периферії зовнішньої ділянки із зовнішньою різью.

Муфта може включати, по порядку від її внутрішньої частини уперед, ділянку виточки, яка відповідає носовій ділянці ніпеля, ділянку внутрішнього ущільнення, яка відповідає ділянці внутрішнього ущільнення ніпеля, внутрішню ділянку з внутрішньою різью, яка відповідає внутрішній ділянці із зовнішньою різью ніпеля, ділянку проміжного заплечика, яка відповідає ділянці проміжного заплечика ніпеля, ділянку проміжного ущільнення, яка відповідає ділянці проміжного ущільнення ніпеля, і зовнішню ділянку з внутрішньою різью, яка відповідає зовнішній ділянці із зовнішньою різью ніпеля. Ділянка виточки може бути сконструйована таким чином, що носова ділянка може бути вставлена в неї, коли з'єднання згвинчене, і між носовою частиною і ділянками виточки утворюється зазор. У цьому випадку, внутрішня кінцева поверхня ділянки виточки може утворювати поверхню внутрішнього заплечика. У реалізації, де ніпель не включає в себе носову ділянку, переважно, щоб така виточка була відсутня. Додатково, в реалізаціях, в яких ніпель не містить ділянку внутрішнього ущільнення, переважно, щоб муфта також не містила ділянки внутрішнього ущільнення.

Внутрішня ділянка із зовнішньою різью передбачена між ділянкою внутрішнього ущільнення і ділянкою проміжного заплечика. Внутрішня ділянка з внутрішньою різью може мати конструкцію, яка доповнює конструкцію внутрішньої ділянки із зовнішньою різью ніпеля, і мати внутрішню периферію, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до внутрішньої частини муфти. Звужувана різь, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до внутрішньої частини муфти, може бути передбачений на внутрішній периферії внутрішньої ділянки з внутрішньою різью.

Ділянка проміжного заплечика передбачена між внутрішньою ділянкою з внутрішньою різью і ділянкою проміжного ущільнення. Ділянка проміжного заплечика може включати поверхню проміжного заплечика, яка є перпендикулярною осьовому напрямку муфти або є конічною за формою. Ця поверхня проміжного заплечика повернена до поверхні проміжного заплечика ніпеля, і ці поверхні повернені одна до одної в осьовому напрямку нарізного з'єднання.

Ділянка проміжного ущільнення передбачена між ділянкою проміжного заплечика і зовнішньою ділянкою з внутрішньою різью.

Зовнішня ділянка з внутрішньою різью може мати конструкцію, яка доповнює конструкцію зовнішньої ділянки із зовнішньою різью ніпеля, і поступово зменшується в діаметрі у напрямку до внутрішньої частини муфти, і мати внутрішню периферію, на якій зовнішній діаметр кінця, розташованого далі до внутрішньої частини, має більший зовнішній діаметр, ніж кінець внутрішньої ділянки з внутрішньою різью, розташований далі до зовнішньої сторони. Звужувана різь, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до внутрішньої частини муфти, може бути передбачена на внутрішній периферії зовнішньої ділянки з внутрішньою різью.

Коли з'єднання згвинчене, носова ділянка ніпеля вставляється в ділянку виточки муфти. Коли з'єднання згвинчене, ділянка внутрішнього ущільнення ніпеля встановлюється в ділянку внутрішнього ущільнення муфти за допомогою посадки з натягом. Коли з'єднання згвинчене, внутрішня ділянка із зовнішньою різью ніпеля угвинчуванням чином встановлюється у внутрішню ділянку з внутрішньою різью муфти. Коли з'єднання згвинчене, поверхня проміжної заплечика ділянки проміжного заплечика ніпеля повернена до поверхні проміжної заплечика ділянки проміжного заплечика муфти, і ці поверхні повернені одна до одної в осьовому напрямку. Переважно, коли з'єднання згвинчене, поверхня проміжного заплечика проміжного заплечика ніпеля знаходиться в контакт з поверхнею проміжного заплечика проміжного заплечика муфти. Коли з'єднання згвинчене, ділянка проміжного ущільнення ніпеля встановлюється до ділянки проміжного ущільнення муфти за допомогою посадки з натягом. Коли з'єднання згвинчене, зовнішня ділянка із зовнішньою різью ніпеля угвинчуванням чином встановлюється у зовнішню ділянку з внутрішньою різью муфти. Переважно, коли з'єднання згвинчене, поверхня

внутрішнього заплечика ніпеля знаходиться в контакті з поверхнею внутрішнього заплечика муфти.

Ніпель має проміжний критичний переріз ніпеля, розташований поруч з кінцем звужуваної внутрішньої ділянки із зовнішньою різью з великим діаметром. Положення проміжного критичного перерізу ніпеля являє собою положення поруч з кінцем внутрішньої ділянки із зовнішньою різью з великим діаметром, який має найменшу площу перерізу. Як правило, проміжний критичний переріз ніпеля являє собою такий переріз ніпеля, на якому опорні сторони внутрішніх ділянок із зовнішньою і внутрішньою різьами виходять з контакту, коли з'єднання згвинчене.

Муфта має критичний переріз муфти, розташований поруч з кінцем звужуваної внутрішньої ділянки з внутрішньою різью з меншим діаметром (тобто далі у напрямку до внутрішньої частини муфти), і проміжний критичний переріз муфти, розташований поруч з кінцем звужуваної зовнішньої ділянки з внутрішньою різью з меншим діаметром. Положення критичного перерізу муфти являє собою положення поруч з кінцем внутрішньої ділянки з внутрішньою різью з меншим діаметром, що має найменшу площу перерізу. Як правило, критичний переріз муфти являє собою такий переріз муфти, на якому опорні сторони внутрішніх ділянок із зовнішньою і внутрішньою різьами виходять з контакту, коли з'єднання згвинчене. Положення проміжного критичного перерізу муфти являє собою положення поруч з кінцем зовнішньої ділянки з внутрішньою різью з меншим діаметром, що має найменшу площу перерізу. Як правило, проміжний критичний переріз муфти являє собою такий переріз муфти, на якому опорні сторони зовнішніх ділянок із зовнішньою і внутрішньою різьами виходять з контакту, коли з'єднання згвинчене.

Переважно, ніпель і муфта задовольняють наступне співвідношення:

$PICCSA + BICCSA > BCCSA$, і

$0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95$,

де $PICCSA$ являє собою площу ділянки проміжного критичного перерізу ніпеля, знайдену, коли ніпель і муфта не згвинчені, $BICCSA$ являє собою площу ділянки проміжного критичного перерізу муфти, коли ніпель і муфта не згвинчені, а $BCCSA$ являє собою площу ділянки критичного перерізу муфти, знайдену, коли ніпель і муфта не згвинчені.

У контексті даного винаходу, різні критичні перерізи не включають перерізу самих різей різних ділянок зі звужуваною різью, а площа критичного перерізу визначається як площа перерізу ніпеля або муфти, виміряна в місці за межами різі в ідеальних і незавершених областях різі ділянки зі звужуваною різью.

Додатково, внутрішня периферія ніпеля може мати внутрішній діаметр, який є, по суті, сталим від носової ділянки до ділянки внутрішнього ущільнення, внутрішньої ділянки із зовнішньою різью, проміжного заплечика, ділянки проміжного ущільнення і до зовнішньої ділянки із зовнішньою різью. Кожна з ділянок внутрішнього ущільнення і носової частини може мати внутрішню периферію, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до кінчика.

Внутрішня периферія муфти може мати зовнішній діаметр, який є, по суті, сталим від ділянки внутрішнього ущільнення до внутрішньої ділянки з внутрішньою різью, проміжного заплечика, ділянки проміжного ущільнення і в межах зовнішньої ділянки з внутрішньою різью.

$PICCSA / BICCSA$ більш переважно становить не менше ніж 0,73, а ще більш переважно, не менше ніж 0,75.

$PICCSA / BICCSA$ більш переважно становить не більше ніж 0,91, а ще більш переважно, не більше ніж 0,90.

Згідно з варіантом здійснення, осьова відстань між проміжним критичним перерізом ніпеля і проміжним ущільненням ніпеля більша, ніж осьова відстань між проміжним критичним перерізом муфти і ділянкою проміжного ущільнення муфти. Це знизить ступінь деформації через зменшення діаметра ділянки проміжного ущільнення муфти, викликане впливаючим на неї зовнішнім тиском, що, як очікується, поліпшить герметичність проміжного ущільнення проти зовнішнього тиску.

Переважно, ніпель передбачений на кінці сталеві труби, а муфта передбачена на муфтовому з'єднанні. Більш конкретно, сталева труба включає в себе тіло труби, а ніпель продовжується від кінця тіла труби в осьовому напрямку. Тіло труби означає ділянки труби, які не знаходяться в муфті при вставці, коли з'єднання згвинчене. У таких реалізаціях, переважно, щоб площа критичного перерізу муфти муфтового з'єднання, $BCCSA$, була більшою площі перерізу тіла сталеві труби, A . Це забезпечить межу міцності на розрив нарізного з'єднання, який дорівнює межі міцності на розрив сталеві труби або перевищує його. Даний винахід може бути відповідним чином реалізований у вигляді нарізного з'єднання для сталевих труб, тіло яких має товщину не тонше 20 мм. У цьому випадку товщина не тонше 20 мм означає, що

мінімальна товщина тіла труби складає не тонше 20 мм.

Конструкція нарізного з'єднання для сталевих труб

Посилаючись до Фіг. 1, нарізне з'єднання для сталевих труб 1 згідно з даним варіантом здійснення являє собою нарізне з'єднання муфтового типу, яке включає трубчастий ніпель 2 і трубчасту муфту 3, адаптовану щоб бути нагвинченою на ніпель 2, коли ніпель 2 укручується всередину. У показаній реалізації, ніпель 2 передбачений на кінці труби Т для нафтової свердловини, а муфта 3 передбачена на кінці муфтового з'єднання С.

Ніпель 2 продовжується в осьовому напрямку від кінця тіла труби для труби Т нафтової свердловини до кінчика. Ніпель 2 включає носову ділянку 21 (що далі називається "носова частина"), ділянку 22 внутрішнього ущільнення, звужувану внутрішню ділянку 23 із зовнішньою різью, ділянку 24 проміжного заплечика, ділянку 25 проміжного ущільнення, і звужувану зовнішню ділянку 26 із зовнішньою різью. Кожна з ділянок 21-26 має трубчасту або кільцеву форму.

Носова частина 21 розташована далі в напрямку кінчика, ніж ділянка 22 внутрішнього ущільнення, і утворює ділянку кінчика ніпеля 2. Зовнішня периферія носової частини 21 продовжується до кінчика відразу від внутрішньої ущільнювальної поверхні, передбаченої на зовнішній периферії ділянки 22 внутрішнього ущільнення. Зовнішня периферія носової частини 21 може бути звужуваною поверхнею, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до кінчика. Як альтернатива, зовнішня периферія носової частини 21 може мати форму, отриману об'єднанням такої звужуваної поверхні і зовнішньої периферії тіла обертання, отриманої обертанням кривої, такої як дуга, навколо осі CL труби. Поверхня кінчика носової частини 21 утворює поверхню внутрішнього заплечика ніпеля 2. Ця поверхня заплечика являє собою кільцеву поверхню, по суті, перпендикулярну осі CL труби, але може бути злегка похилою, так що її зовнішня периферія розташована далі у напрямку до кінчика ніпеля 2.

Ділянка 22 внутрішнього ущільнення розташована ближче до кінчика, ніж внутрішня ділянка 23 із зовнішньою різью. Ділянка 22 внутрішнього ущільнення ніпеля розташована між носовою частиною 21 і внутрішньою ділянкою 23 із зовнішньою різью. На зовнішній периферії ділянки 22 внутрішнього ущільнення передбачена внутрішня ущільнювальна поверхня, діаметр якої зменшується у напрямку до кінчика. Форма подовжного перерізу цієї ущільнювальної поверхні може бути прямою лінією або дугою, або поєднанням прямої лінії і дуги.

Внутрішня ділянка 23 із зовнішньою різью передбачена між ділянкою 22 внутрішнього ущільнення і ділянкою 24 проміжного заплечика. На зовнішній периферії внутрішньої ділянки 23 із зовнішньою різью передбачена звужувана різь, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до кінчика.

Ділянка 24 проміжного заплечика передбачена між внутрішньою ділянкою 23 із зовнішньою різью і ділянкою 25 проміжного ущільнення, і в конструкції, показаній на Фіг. 1, розташована поблизу середини ніпеля 2, як визначено, вздовж осьового напрямку. Ділянка 24 проміжного заплечика включає в себе поверхню проміжного заплечика, по суті, перпендикулярну осі CL труби. Поверхня проміжного заплечика сконструйована ступінчастою ділянкою, передбаченою на зовнішній периферії ніпеля 2 і розташованою між внутрішньою ділянкою 23 із зовнішньою різью і ділянкою 25 проміжного ущільнення. Поверхня проміжного заплечика повернена до кінчика. Поверхня проміжного заплечика може бути злегка похилою, так що зовнішня або внутрішня периферія розташована далі у напрямку до кінчика ніпеля 2.

Ділянка 25 проміжного ущільнення передбачена між ділянкою 24 проміжного заплечика і зовнішньою ділянкою 26 із зовнішньою різью. На зовнішній периферії ділянки 25 проміжного ущільнення передбачена проміжна ущільнювальна поверхня, діаметр якої зменшується у напрямку до кінчика. Форма подовжного перерізу цієї ущільнювальної поверхні може бути прямою лінією або дугою, або поєднанням прямої лінії і дуги.

На зовнішній периферії зовнішньої ділянки 26 із зовнішньою різью передбачена звужувана різь, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до кінчика. Зовнішній і внутрішній діаметри кінця зовнішньої ділянки 26 із зовнішньою різью, розташованого ближче до основи, по суті, дорівнюють зовнішньому і внутрішньому діаметрам тіла труби для труби Т нафтової свердловини.

Муфта 3 включає в себе ділянку 31 виточки (яка далі називається "виточкою"), яка відповідає носовій частині 21, ділянку 32 внутрішнього ущільнення, яка відповідає ділянці 22 внутрішнього ущільнення, звужувану внутрішню ділянку 33 з внутрішньою різью, яка відповідає внутрішній ділянці 23 із зовнішньою різью, ділянку 34 проміжного заплечика, яка відповідає ділянці 24 проміжного заплечика, ділянку 35 проміжного ущільнення, яка відповідає ділянці 25 проміжного ущільнення, і зовнішню ділянку 36 з внутрішньою різью, яка відповідає зовнішній ділянці 26 із зовнішньою різью. Кожна з ділянок 31-35 має трубчасту або кільцеву форму.

Виточка 31 розташована далі у напрямку до внутрішньої частини, ніж ділянка 22 внутрішнього ущільнення. Тобто, виточка 31 розташована в найбільш внутрішній області в муфті 3. Коли з'єднання згвинчене, носова частина 21 ніпеля вставлена у виточку 31 муфти. Коли з'єднання згвинчене, внутрішня торцева поверхня виточки 31 функціонує як поверхня внутрішнього заплечика, з якою контактує поверхню внутрішнього заплечика ніпеля 2. Як альтернатива, коли з'єднання згвинчене, поверхня внутрішнього заплечика ніпеля 2 і поверхня внутрішнього заплечика муфти 3 можуть не контактувати одна з одною, і між ними може бути утворений зазор.

Ділянка 32 внутрішнього ущільнення розташована далі у напрямку до внутрішньої частини, ніж внутрішня ділянка 33 із зовнішньою різью. Ділянка 32 внутрішнього ущільнення розташована між виточкою 31 і внутрішньою ділянкою 33 з внутрішньою різью. На внутрішній периферії ділянки 32 внутрішнього ущільнення передбачена поверхня внутрішнього ущільнення, діаметр якої зменшується у напрямку до внутрішньої частини муфти (іншими словами, у напрямку до кінчика ніпеля). Форма подовжного перерізу цієї ущільнювальної поверхні може бути прямою лінією або дугою, або поєднанням прямої лінії і дуги.

Внутрішня ділянка 33 з внутрішньою різью передбачена між ділянкою 32 внутрішнього ущільнення і ділянкою 34 проміжного заплечика. На внутрішній периферії внутрішньої ділянки 33 з внутрішньою різью передбачена звужувана різь, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до внутрішньої частини муфти.

Ділянка 34 проміжного заплечика передбачена між внутрішньою ділянкою 33 з внутрішньою різью і ділянкою 35 проміжного ущільнення і, в конструкції, показаній на Фіг. 1, розташована поруч з серединою муфти 3, як визначено, в осьовому напрямку. Коли з'єднання згвинчене, ділянка 34 проміжного заплечика розташована ближче до кінчика, ніж ділянка 24 проміжного заплечика ніпеля 2. Ділянка 34 проміжного заплечика включає в себе поверхню проміжного заплечика, по суті, перпендикулярну осі CL труби. Ця поверхня проміжного заплечика сконструйована ступінчастою ділянкою, передбаченою на внутрішній периферії муфти 3 і розташованою між внутрішньою ділянкою 33 з внутрішньою різью і ділянкою 35 проміжного ущільнення. Ця поверхня проміжного заплечика повернена до поверхні проміжного заплечика ніпеля 2, і ці поверхні стикаються в осьовому напрямку. У показаній реалізації, осьова довжина ділянки 24 проміжного заплечика ніпеля 2 більша, ніж осьова довжина ділянки 34 проміжного заплечика муфти 3. Альтернативно, осьова довжина ділянки 34 проміжного заплечика муфти 3 може бути більшою, ніж осьова довжина ділянки 24 проміжного заплечика ніпеля 2.

Ділянка 35 проміжного ущільнення передбачена між ділянкою 34 проміжного заплечика і зовнішньою ділянкою 36 з внутрішньою різью. На внутрішній периферії ділянки 35 проміжного ущільнення передбачена проміжна ущільнювальна поверхня, діаметр якої зменшується у напрямку до внутрішньої частини муфти. Форма подовжного перерізу цієї ущільнювальної поверхні може бути прямою лінією або дугою, або поєднанням прямої лінії і дуги.

На зовнішній периферії зовнішньої ділянки 36 з внутрішньою різью передбачена звужувана різь, діаметр якої поступово зменшується у напрямку до внутрішньої частини муфти.

Внутрішня ділянка 33 з внутрішньою різью сконструйована так, що внутрішня ділянка 23 із зовнішньою різью може бути угвинчена в неї, і, коли з'єднання згвинчене, вони знаходяться в щільно прилеглому контакті одна з одною за допомогою посадки з натягом. Зовнішня ділянка 36 з внутрішньою різью сконструйована таким чином, що зовнішня ділянка 26 із зовнішньою різью може бути угвинчена в неї, і, коли з'єднання згвинчене, вони знаходяться в щільно прилеглому контакті одна з одною за допомогою посадки з натягом. Коли ніпель 2 угвинчується, ділянки 22 і 32 внутрішнього ущільнення входять в контакт одна з одною, і, коли з'єднання згвинчене, вони знаходяться в щільному прилеглому контакті одна з одною за допомогою посадки з натягом. Коли ніпель 2 угвинчується, ділянки 25 і 35 проміжного ущільнення також входять в контакт одна з одною, і, коли з'єднання згвинчене, вони знаходяться в щільному прилеглому контакті одна з одною за допомогою посадки з натягом. Таким чином, внутрішні ущільнювальні поверхні ділянок 22 і 32 внутрішнього ущільнення, а також проміжні ущільнювальні поверхні ділянок 25 і 35 проміжного ущільнення сильно притискаються одна до одної з утворенням металевих ущільнень. У нарізному з'єднанні цієї конструкції, щільний прилеглий контакт між ділянками 22 і 32 внутрішнього ущільнення забезпечує герметичність, головним чином, проти внутрішнього тиску. Щільний прилеглий контакт між ділянками 25 і 35 проміжного ущільнення забезпечує герметичність, головним чином, проти зовнішнього тиску.

Коли ніпель 2 угвинчується, поверхні заплечиків на кінчиках ніпеля 2 і муфти 3, а також поверхні проміжних заплечиків ніпеля 2 і муфти 3 входять в контакт і притискаються одна до одної, щоб служити упорами для обмеження вгвинчування ніпеля 2. Як альтернатива, з'єднання може бути сконструйоване таким чином, щоб жодна з поверхні заплечика кінчика і поверхні

проміжного заплечика ніпеля 2 не контактувала з муфтою 3.

Коли з'єднання згвинчене, між зовнішньою периферією носової частини 21 ніпелі 2 і внутрішньою периферією виточки 31 муфти 3 утвориться зазор. Таким чином, навіть коли додається надмірне розтягувальне навантаження, так що внутрішні ущільнювальні поверхні ніпеля 2 і муфти 3 дещо переміщуються одна відносно одної в осьовому напрямку з тим, щоб ослабити контактний тиск між цими внутрішніми ущільнювальними поверхнями, контактний тиск між внутрішніми ущільнювальними поверхнями ніпеля 2 і муфти 3 не зменшуються, оскільки внутрішня ущільнювальна поверхня ніпеля 2 працює разом з носовою частиною 21 для пружного відновлення.

Як показано на Фіг. 1, ніпель 2 додатково включає проміжний критичний переріз (PICCS) ніпеля, розташований поруч з тим кінцем звужуваної внутрішньої ділянки 23 із зовнішньою різью, що має більший діаметр (тобто ближче до основи). Муфта 3 додатково включає критичний переріз (BCCS) муфти, розташований поруч з кінцем внутрішньої звужуваної ділянки 33 з внутрішньою різью, що має менший діаметр (тобто ближнього до внутрішньої частини муфти), і проміжний критичний переріз (BICCS) муфти, розташований поруч з кінцем зовнішньої звужуваної ділянки 36 з внутрішньою різью, що має менший діаметр (тобто ближнього до внутрішньої частини муфти). Ніпель 2 і муфта 3 сконструйовані таким чином, що площі цих критичних перерізів задовольняють наступні вирази.

Вирази

$$\text{PICCSA} + \text{BICCSA} > \text{BCCSA}, \text{ і } 0,70 \leq \text{PICCSA} / \text{BICCSA} \leq 0,95.$$

У цих виразах PICCSA являє собою площу PICCS, BICCSA являє собою площу BICCS, а BCCSA являє собою площу BCCS.

Додатково, в нарізному з'єднанні за даним варіантом здійснення, осьова відстань між проміжним критичним перерізом (PICCS) і ділянкою 25 проміжного ущільнення ніпеля 2 більша, ніж осьова відстань між проміжним критичним перерізом (BICCS) і ділянкою 35 проміжного ущільнення муфти 3. Більш переважно, осьова відстань між проміжним критичним перерізом (PICCS) ніпеля і ділянкою 25 проміжного ущільнення може бути більшою, ніж осьова відстань між поверхнею проміжного заплечика і ділянкою 25 проміжного ущільнення. У реалізаціях, де проміжні ущільнювальні поверхні ділянок 25 і 35 проміжних ущільнення входять в поверхневий контакт, положення на кожній з цих поверхонь, що використовується для вимірювання цих осьових відстаней, може бути середньою точкою діапазону поверхневого контакту, як визначено, в осьовому напрямку.

Додатково, критичний переріз BCCSA муфти муфтового з'єднання С більший, ніж площа А перерізу тіла труби для труби Т нафтової свердловини.

Ефекти нарізного з'єднання для сталевих труб

Даний варіант здійснення забезпечує хорошу герметичність в нарізному з'єднанні для сталевих труб з двоступінчастою конструкцією різі, що включає проміжне ущільнення і проміжні заплечики. Причина цього буде описана детально нижче.

Оскільки загальна площа проміжного критичного перерізу (PICCS) ніпеля і проміжного критичного перерізу (BICCS) муфти, $\text{PICCSA} + \text{BICCSA}$, більша, ніж площа критичного перерізу (CCS) муфти, BCCSA, забезпечується певна межа міцності на розрив ділянок 25 і 35 проміжного ущільнення і сусідніх ділянок нарізного з'єднання 1.

Додатково, хоча проміжний критичний переріз PICCSA ніпеля менший, ніж проміжний критичний переріз BICCSA муфти, наявність ділянки 25 проміжного ущільнення ніпеля 2 між ділянкою 24 проміжного заплечика і зовнішньою ділянкою 26 із зовнішньою різью забезпечує, що ділянка 25 проміжного ущільнення має більшу площу перерізу, тим самим зменшуючи деформацію через зменшення діаметра ділянки 25 проміжного ущільнення, яка виникає при прикладенні великого зовнішнього тиску.

Додатково, оскільки відношення площі проміжного критичного перерізу (PICCS) ніпеля до площі проміжного критичного перерізу (BICCS) муфти, $\text{PICCSA} / \text{BICCSA}$, становить не менше 0,70 і не більше 0,95, величина розширення ділянок ніпеля 2 в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ними, що виникає при прикладенні розтягувального навантаження, по суті, дорівнює величині розширення ділянок муфти 3 в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з ними, тим самим, запобігаючи зміщенню проміжної ущільнювальної поверхні ніпеля 2 і проміжної ущільнювальної поверхні муфти 3 одна від одної, як визначено, в осьовому напрямку, і запобігаючи деформації вигину ділянок на ущільнювальних поверхнях і поблизу них для підтримки ефективної величини взаємного впливу ущільнення, що запобігає зниженню герметичності.

Даний винахід може застосовуватися не тільки до нарізних з'єднань муфтового типу, але

також і до нарізних з'єднань інтегрального типу. Додатково, носова частина може не бути передбачена на кінчику ніпеля. Додатково, хоча на фіг. 1 показаний варіант здійснення, в якому звужувані різі різних нарізних ділянок є трапецієвидними різями, звужувані різі можуть бути круглими API різями, упорними API різями або клиновидними різями. Даний винахід не обмежений вище ілюстрованими варіантами здійснення, і можливі інші різні модифікації без відхилення від суті даного винаходу.

Приклади

Для підтвердження ефектів нарізного з'єднання для сталевих труб згідно з даним варіантом здійснення, чисельний імітаційний аналіз проводився пружнопластичним методом кінцевих елементів.

<Умови випробування>

Для нарізного з'єднання муфтового типу для труби нафтової свердловини була створена множина зразків для випробувань (моделей аналізу) з різними значеннями співвідношення площ PICCS і BICCS, тобто PICCSA/BICCSA, і аналіз пружнопластичного методу кінцевих елементів був проведений для кожного випробуваного зразка, щоб порівняти їхні характеристики. Кожний випробовуваний зразок являв собою нарізне з'єднання муфтового типу, що має базову конфігурацію, показану на Фіг. 1. Загальні умови випробувань передбачені нижче:

(1) Аналіз моделей

Створені моделі аналізу являли собою двовимірні вісесиметричні моделі. Тобто, нарізні ділянки 23, 26, 33 і 36 не мали конструкції спіральної різі; замість цього були створені двовимірні вісесиметричні моделі, які включали виступаючі ділянки в формі кільця з таким же кроком і такою ж формою перерізу, як і у різей передбачуваних реальних виробів, причому виступаючі ділянки були розділені на однакову відстань. Різні трактати і інші публікації доводять, що значення герметичності за результатами аналізу МКЕ, ґрунтованого на таких двовимірних вісесиметричних моделях, можуть розглядатися як еквівалентні значенням герметичності передбачуваних реальних виробів.

(2) Розміри сталевих труб

7-5/8 [дюйма] × 1,06 [дюйма] (із зовнішнім діаметром 193,7 [мм] і товщиною стінки 27,0 [мм]).

(3) Сорт сталі сталевих труб

P110 відповідно до стандартів API (вуглецева сталь з номінальною межею плинності 110 [тис. фунтів/кв.дюйм])

Для здійснення аналізу методом кінцевих елементів, кожний зразок для випробувань моделювався таким чином, щоб матеріал являв собою пружнопластичний об'єкт з ізотропним зміцненням; коефіцієнт пружності 210 [ГПа]; і межа плинності була 110 [тис. фунтів/кв.дюйм] (758,3 [МПа]) для 0,2 % умовної межі плинності.

(4) Розміри різі, прийняті в двовимірних вісесиметричних моделях:

крок різі: 5,08 мм

кут нахилу опорної сторони різі: -3°

кут нахилу закладної сторони різі: 10°

зазор закладної сторони: 0,15 мм

(5) Площа критичного перерізу (BCCSA) муфти 106 % площі A перерізу тіла труби сталевих труб.

<Спосіб оцінки>

Для кожного випробовуваного зразка, затягування різей моделювалося для аналізу перед повторним складним навантаженням, що імітує випробування ISO 13679 2011 Серії A, до моделі, яка була виготовлена, для оцінки герметичності. Герметичність оцінювалася на основі найменшого зі значень, отриманих шляхом ділення на прикладений внутрішній тиск контактної сили на одиницю довжини, виміряне в обводному напрямку внутрішніх ущільнювальних поверхонь ніпеля і муфти під час частин циклу внутрішнього тиску історії повторних навантажень (тобто квадранти I і II), а також була оцінена на основі найменшого зі значень, отриманих шляхом ділення на прикладений зовнішній тиск контактної сили на одиницю довжини, виміряне в обводному напрямку проміжних ущільнювальних поверхонь ніпеля і муфти під час частин циклу зовнішнього тиску історії повторних навантажень (тобто квадранти III і IV). Вищі значення означають кращу герметичність ущільнювальних поверхонь.

Герметичність оцінювалася з використанням наступних двох рівнів відносно характеристик випробовуваного зразка № 9 (відношення площі PICCS до площі BICCS, тобто PICCSA/BICCSA, яке дорівнює 1) під час внутрішнього і зовнішнього частин циклу, які представлені 1,000:

- ○ : герметичність відносно внутрішнього тиску була не нижчою 1,000, і герметичність відносно зовнішнього тиску була не нижчою 1.100; а також

- ✖ : герметичність відносно внутрішнього тиску була нижчою 1,000 або герметичність відносно зовнішнього тиску була нижчою 1,100.

Таблиця 1 являє собою зведення умов випробування і обчислень для різних випробовуваних зразків.

5

Таблиця 1

		ICCSA [мм ²]	Відношення ICCSA	Відношення PICCSA+ BICCSA	PICCSA/ BICCSA	Цикл наванта- ження	Герметичн.	Оцінка
#№1	Ніпель	7727,224	0,546	1,19	0,84	зовнішнє	1,144	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутрішнє	1,009	
#№2	Ніпель	7427,757	0,525	1,17	0,81	зовнішнє	1,135	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутрішнє	1,009	
#№3	Ніпель	7075,942	0,500	1,15	0,77	зовнішнє	1,135	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутрішнє	1,009	
#№4	Ніпель	6720,343	0,475	1,12	0,73	зовнішнє	1,135	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутрішнє	1,018	
#№5	Ніпель	6366,752	0,450	1,10	0,70	зовнішнє	1,117	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутрішнє	1,018	
#№6	Ніпель	7727,224	0,546	1,17	0,87	зовнішнє	1,144	○
	Муфта	8843,869	0,625			внутрішнє	1,009	
#№7	Ніпель	7727,224	0,546	1,15	0,91	зовнішнє	1,126	○
	Муфта	8488,780	0,600			внутрішнє	1,009	
#№8	Ніпель	7727,224	0,546	1,12	0,95	зовнішнє	1,126	○
	Муфта	8136,267	0,575			внутрішнє	1,009	
#№9	Ніпель	7727,224	0,546	1,10	0,99	зовнішнє	1,000	✖
	Муфта	7782,341	0,550			внутрішнє	1,000	
#№10	Ніпель	5499,800	0,389	1,04	0,60	зовнішнє	1,045	✖
	Муфта	9158,889	0,647			внутрішнє	1,018	

Випробовувані зразки від №1 до №8 є прикладами згідно з даним винаходом, тоді як зразки для випробувань №9 і №10 є порівняльними прикладами. Випробовувані зразки № 2 - № 5 і № 10 мають одну і ту ж муфту з випробовуваним зразком № 1, але мають різні розміри ніпеля. Випробовувані зразки № 6 - №9 мають один і той же ніпель, що і випробовуваний зразок № 1, але мають різні розміри муфти. Терміни в таблиці визначені таким чином:

"Pin": ніпель; "Box": муфта; "ICCSA": площа проміжного критичного перерізу ніпеля і муфти; "Ratio of ICCSA": відношення площі проміжного критичного перерізу до площі А перерізу тіла сталеві труби; "Ratio of PICCSA+BICCSA": сума відношення площі проміжного критичного перерізу ніпеля і відношення площі проміжного критичного перерізу муфти кожного випробовуваного зразка; "PICCSA/BICCSA": відношення площі проміжного критичного перерізу ніпеля до площі проміжного критичного перерізу муфти кожного випробовуваного зразка; "Load Cycle": тип частини циклу навантаження; "External": частина циклу зовнішнього тиску; "Internal": частина циклу внутрішнього тиску; "Sealability": герметичність; і "Eval.": результати оцінки.

Значення площ перерізу і співвідношень площ в таблиці 1 були отримані, коли ніпель і муфта не були згвинчені.

На основі результатів випробувань, показаних в таблиці 1, Фіг. 2 графічно показує взаємозв'язок між відношенням площі проміжного критичного перерізу ніпеля до площі проміжного критичного перерізу муфти, з одного боку, і герметичністю, з іншого. Фіг. 3 показує співвідношення між сумою відношень площ проміжного критичного перерізу ніпеля і муфти, з одного боку, і герметичністю, з іншого.

Як буде зрозуміло з Фіг. 2, коли PICCSA/BICCSA було не нижчим 0,70 і не вищим 0,95, герметичність проти зовнішнього тиску збільшувалася до 1,10 і вище, що означає значне поліпшення; зокрема, герметичність проти зовнішнього тиску підтримувалася на рівні 1,13 або вище, коли PICCSA/BICCSA було не нижчим 0,73 і не вищим 0,91. Така висока герметичність проти зовнішнього тиску була забезпечена лише випробовуваними зразками № 1 - № 8, в яких сума PICCSA і BICCSA була більшою, ніж площа критичного перерізу муфти (106 % площі А перерізу тіла труби сталеві труби, як обговорювалося вище), і PICCSA/BICCSA не нижче 0,7 і не вище 0,95, що, приблизно, є причиною того, що ступінь деформації на проміжних

ущільненнях і поруч з ними був невеликим, що забезпечувало хорошу герметичність.

Для випробовуваного зразка № 9 PICCSA+BICCSA була більшою, ніж площа критичного перерізу муфти, але PICCSA/BICCSA була більшою 0,95, що, ймовірно, є причиною того, що величина деформації в проміжному ущільненні і поруч з ним була великої і хорошої герметичності отримано не було.

Для випробовуваного зразка № 10 PICCSA+BICCSA була меншою, ніж площа критичного перерізу муфти, і PICCSA/BICCSA була меншою 0,7, що є причиною того, що величина деформації в проміжному ущільненні і поруч з ним була великою і хорошої герметичності отримано не було.

Ці результати демонструють, що даний винахід забезпечує хорошу герметичність проти внутрішнього і зовнішнього тиску в нарізному з'єднанні для сталевих труб з двоступінчастою конструкцією різі, що включає проміжне ущільнення.

Перелік посилованих позицій:

2: ніпель;

21: носова частина;

22: перша ділянка ущільнення;

23: перша ділянка із зовнішньою різьєю;

24: ділянка проміжного заплечика;

25: друга ділянка ущільнення;

26: друга ділянка із зовнішньою різьєю;

3: муфта;

31: виточка;

32: третє ущільнення;

33: перша ділянка з внутрішньою різьєю;

34: ділянка проміжного заплечика;

35: четверта ділянка ущільнення;

36: друга ділянка з внутрішньою різьєю;

PICCS: проміжний критичний переріз ніпеля;

PICCSA: площа проміжного критичного перерізу ніпеля;

BICCS: проміжний критичний переріз муфти;

BICCSA: площа проміжного критичного перерізу муфти;

BCCS: критичний переріз муфти;

BCCSA: площа критичного перерізу муфти;

A: площа перерізу тіла труби сталеві труби.

Документи попереднього рівня техніки:

Патентні документи:

Патентний документ 1 патент Японії JP 095908905 B

Патентний документ 2 публікація WO 2017/104282 A1

Патентний документ 3 публікація WO 2015/194160 A1

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

1. Нарізне з'єднання для сталевих труб, яке містить трубчастий ніпель і трубчасту муфту, при цьому ніпель і муфта згвинчуються, коли ніпель угвинчується в муфту, при цьому:

ніпель включає, по порядку від кінчика ніпеля до основи ніпеля: першу ділянку із зовнішньою різьєю; ділянку проміжного ущільнення; і другу ділянку із зовнішньою різьєю;

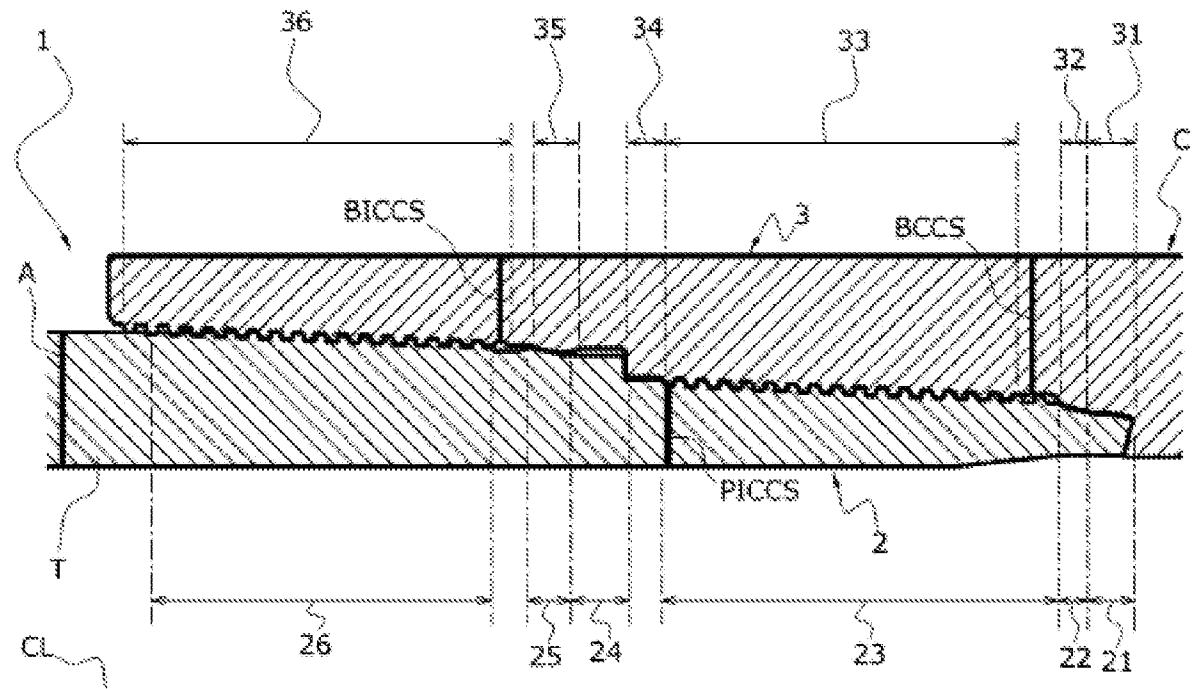
ніпель додатково включає поверхню проміжного заплечика, передбачену між першою ділянкою із зовнішньою різьєю і ділянкою проміжного ущільнення ніпеля, повернену до кінчика;

муфта включає, по порядку від внутрішньої частини муфти і далі: першу ділянку з внутрішньою різьєю, виконану таким чином, що перша ділянка ніпеля із зовнішньою різьєю вставляється в неї, коли з'єднання згвинчується; ділянку проміжного ущільнення, виконану так, що ділянка проміжного ущільнення ніпеля встановлюється на неї, коли з'єднання згвинчується; і другу ділянку з внутрішньою різьєю, виконану так, що друга ділянка із зовнішньою різьєю ніпеля вставляється в неї, коли з'єднання згвинчується;

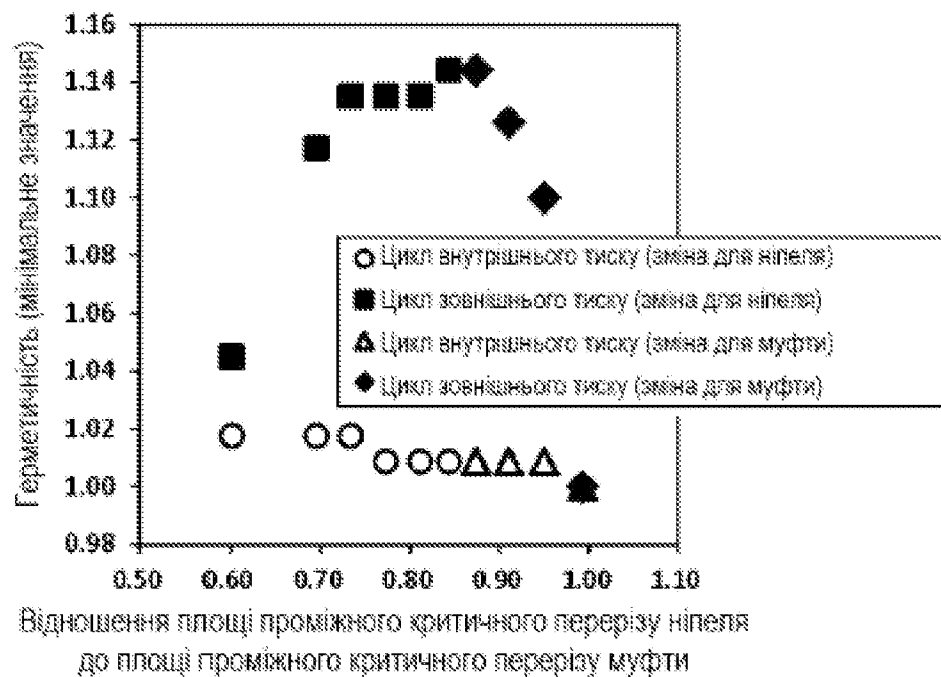
муфта додатково включає поверхню проміжного заплечика, передбачену між першою ділянкою з внутрішньою різьєю і ділянкою проміжного ущільнення муфти, при цьому поверхня проміжного заплечика муфти повернена до поверхні проміжного заплечика ніпеля, причому поверхні цих заплечиків повернені одна до одної в осьовому напрямку нарізного з'єднання;

ніпель має проміжний критичний переріз ніпеля, розташований поруч з кінцем першої ділянки із

- зовнішньою різзю, який розташований ближче до основи;
 муфта має критичний переріз муфти, розташований поруч з кінцем першої ділянки з внутрішньою різзю, який розташований далі до внутрішньої частини; і проміжний критичний переріз муфти, розташований поруч з кінцем другої ділянки з внутрішньою різзю, який
- 5 розташований далі до внутрішньої частини; і
 ніпель і муфта задовольняють наступні співвідношення:
 $PICCSA + BICCSA > BCCSA$, і
 $0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95$,
 де $PICCSA$ являє собою площу проміжного критичного перерізу ніпеля, знайдену, коли ніпель і
- 10 муфта не згвинчені, $BICCSA$ являє собою площу проміжного критичного перерізу муфти, коли ніпель і муфта не згвинчені, а $BCCSA$ являє собою площу критичного перерізу муфти, коли ніпель і муфта не згвинчені.
2. Нарізне з'єднання для сталевих труб за п. 1, в якому $PICCSA / BICCSA$ становить не менше ніж 0,73.
- 15 3. Нарізне з'єднання для сталевих труб за п. 1 або 2, в якому $PICCSA / BICCSA$ становить не більше ніж 0,91.
4. Нарізне з'єднання для сталевих труб за будь-яким з пп. 1-3, в якому ніпель додатково включає в себе ділянку внутрішнього ущільнення, розташовану ближче до кінчика, ніж перша ділянка із зовнішньою різзю, муфта додатково включає в себе ділянку внутрішнього ущільнення,
- 20 розташовану далі у напрямку до внутрішньої частини, ніж перша ділянка із зовнішньою різзю, і ділянка внутрішнього ущільнення ніпеля встановлюється до ділянки внутрішнього ущільнення муфти, коли з'єднання згвинчується.
5. Нарізне з'єднання для сталевих труб за п. 4, в якому ніпель додатково включає в себе носову частину, розташовану ближче до кінчика, ніж ділянка внутрішнього ущільнення ніпеля, муфта
- 25 додатково включає в себе виточку, розташовану далі до внутрішньої частини, ніж ділянка внутрішнього ущільнення муфти, а носова ділянка вставляється в ділянку виточки, коли з'єднання згвинчується.
6. Нарізне з'єднання для сталевих труб за будь-яким з пп. 1-5, в якому ніпель додатково включає поверхню внутрішнього запличика, утворену поверхнею кінчика ніпеля, а муфта
- 30 додатково включає поверхню внутрішнього запличика, розташовану так, щоб бути поверненою до поверхні внутрішнього запличика ніпеля, причому ці поверхні повернені одна до одної в осьовому напрямку.
7. Нарізне з'єднання для сталевих труб за будь-яким з пп. 1-6, в якому ніпель продовжується від кінця тіла сталевих труби в осьовому напрямку до кінчика, а муфта передбачена в муфтовому
- 35 з'єднанні.
8. Нарізне з'єднання для сталевих труб за п. 7, в якому площа критичного перерізу $BCCSA$ муфти для муфтового з'єднання є більшою, ніж площа A перерізу тіла сталевих труби.
9. Нарізне з'єднання для сталевих труб за п. 7 або 8, в якому тіло труби має товщину не менше ніж 20 мм.



Фиг. 1



Фиг. 2

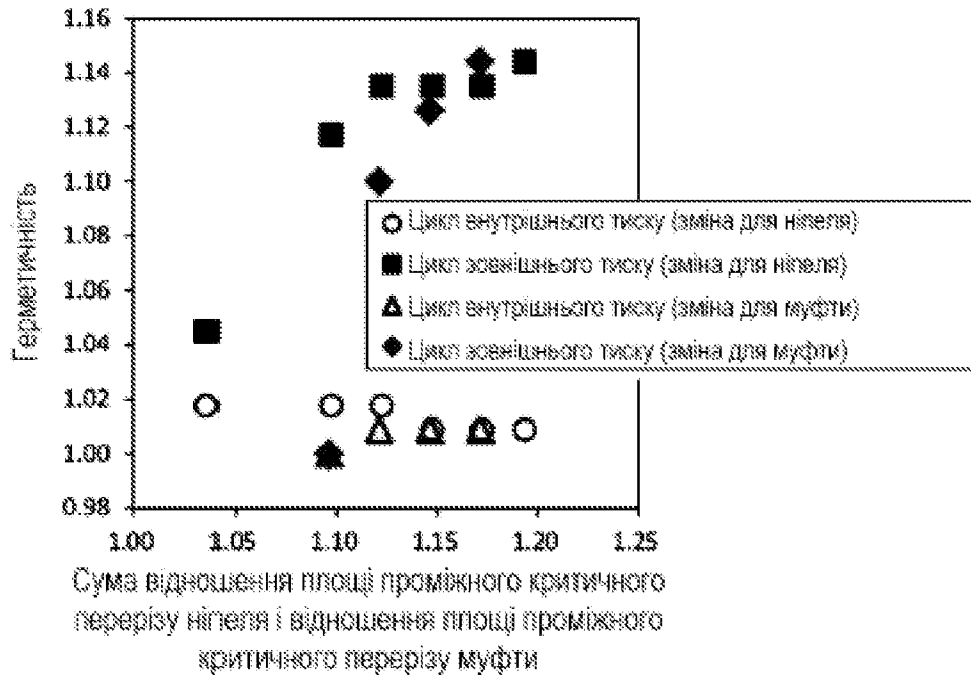


Fig. 3