



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 124107

(13) C2

(51) МПК

F16L 15/04 (2006.01)

E21B 17/02 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2019 00721	(72) Винахідник(и): Марута Сатосі (JP), Івамото Мітіхіко (JP)
(22) Дата подання заявки: 15.09.2017	(73) Володілець (володільці): НІППОН СТІЛ ЕНД СУМІТОМО МЕТАЛ КОРПОРЕЙШН, 6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071, Japan (JP), ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС, 54 rue Anatole France, Aulnoye-Aymeries 59620, France (FR)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.07.2021	(74) Представник: Бреус Наталія Володимирівна, реєстр. №167
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2016-181175	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2002/027363 A1, 07.03.2002 US 2016/130884 A1, 12.05.2016 GB 2146085 A1, 11.04.1985 US 5782503 A, 21.07.1998 US 6206436 B1, 27.03.2001 DE 3207180 C1, 28.07.1983 WO 2015/083382 A1, 11.06.2015 JP 2008-527256 A, 24.07.2008 JP 08-184392 A, 16.07.1996 JP 48-099717 A, 17.12.1973 JP 58-160687 A, 24.09.1983 JP 2002-524712 A, 06.08.2002 UA 71575 C2, 15.12.2004 UA 77473 C2, 15.12.2006 UA 96313 C2, 25.10.2011 UA 94640 C2, 25.05.2011
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 16.09.2016	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: JP	
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.06.2019, Бюл.№ 11	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.07.2021, Бюл.№ 29	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/JP2017/033565, 15.09.2017	

(54) НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ**(57) Реферат:**

Завданням даного винаходу є створення нарізного з'єднання, яке має широкий діапазон крутного моменту, при якому досягається задана характеристика. Нарізне з'єднання, згідно з даним винаходом, містить ніпель (1), який включає клиноподібну зовнішню нарізку (11), що має ділянку (11А) зі змінною шириною нарізки, і муфту (3), яка включає клиноподібну внутрішню нарізку (31), що має ділянку (11А) зі змінною шириною нарізки. Нарізне з'єднання виконане таким чином, що, коли обидві закладні сторони (111) і опорні сторони (112) зовнішньої нарізки (11) ніпеля (1) контактують з муфтою (3), заплечики (12) на ніпелі (1) не знаходяться в контакт з заплечиками (22) на ніпелі (2), а при додатковому обертанні, в напрямку згвинчування, заплечики (12) на ніпелі (1) здатні контактувати з заплечиками (22) на ніпелі (2) до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок (11) і (31)).

UA 124107 C2

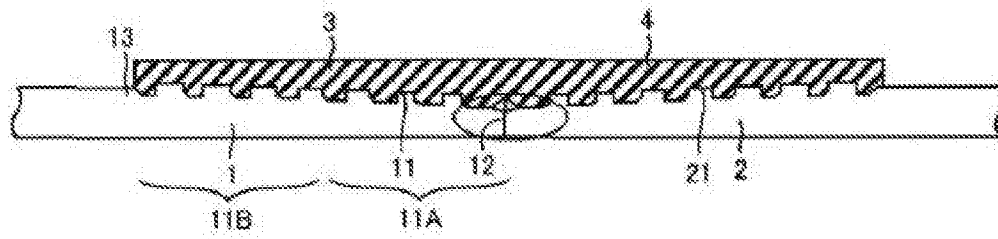


Fig. 2

Даний винахід стосується нарізного з'єднання.

Передумови до створення винаходу

У нафтовій свердловині, свердловині природного газу і т. д. (далі також спільно називаних як "нафтова свердловина"), труба нафтової свердловини, така як обсадна труба або труба, яка використовується, являє собою ряд сталевих труб, з'єднаних одна з одною за допомогою нарізних з'єднань.

В останні роки, особливо в сланцевих свердловинах, видобуток шляхом горизонтальної проходки став широко розповсюдженим для підвищення ефективності виробництва. Нарізне з'єднання для труб нафтової свердловини, використовуваних у таких застосуваннях, повинно мати високий крутний момент. Для збільшення характеристики крутного моменту нарізного з'єднання, патенти США № 6206436 і Японії № 2013-507596, наприклад, кожний, розкривають клиноподібну нарізку з шириною нарізки, яка поступово змінюється по всій довжині нарізки (наприклад, у ніпелі, ширина нарізки поступово зменшується до кінчика, а муфта має зворотну конструкцію). Додатково, публікація WO 2015/083382 A1 описує подібну технологію, де форма нарізки є трапецієподібною.

Суть винаходу

Як правило, нарізне з'єднання призначене для забезпечення необхідних характеристик (герметичність буде обговорюватися як приклад у подальшому описі), коли крутний момент знаходиться в заданому діапазоні. Тобто, якщо застосовується крутний момент, що перевищує відповідний діапазон, це може погіршити герметичність.

Через це, наприклад, нарізне з'єднання, що вимагає високого крутного моменту, як у Патентному документі 1, призначене для забезпечення відповідної герметичності при згвинчуванні з високим крутним моментом. Якщо таке нарізне з'єднання згвинчене з низьким крутним моментом, воно не буде мати відповідної герметичності. Додатково, у випадку трапецеїдальної форми нарізки, такої як форма в публікації WO 2015/083382 A1, коли з'єднання згвинчене з високим крутним моментом, сили прикладаються до зовнішньої і внутрішньої нарізок в таких напрямках, що вони відділяються одна від одної, і, таким чином, вони можуть бути легко від'єднані.

Варіанти здійснення забезпечують нарізні з'єднання з широким діапазоном крутного моменту, при якому досягається задана характеристика.

Згідно з варіантом здійснення, нарізне з'єднання являє собою нарізне з'єднання для з'єднання труб і містить ніпель, який включає клиноподібну зовнішню нарізку, що має ділянку зі змінною шириною нарізки, і муфту, яка включає клиноподібну внутрішню нарізку, що має ділянку зі змінною шириною нарізки. Зовнішня нарізка входить у зачеплення з внутрішньою нарізкою. Нарізне з'єднання виконане таким чином, що заплечики, передбачені на ніпелі, не знаходяться в контакті з заплечиками, передбаченими на іншому елементі, коли закладна сторона і опорна сторона зовнішньої нарізки контактують з закладною стороною і опорною стороною, відповідно, внутрішньої нарізки, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики, передбачені на ніпелі, здатні контактувати з заплечиками, передбаченими на іншому елементі, до пластичної деформації нарізок.

Нарізні з'єднання згідно з варіантами здійснення розширюють діапазон крутного моменту, при якому досягається задана характеристика. Це забезпечить більш широкий діапазон застосувань нарізних з'єднань.

Короткий опис креслень

Фіг. 1 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання сталевої труби згідно з першим варіантом здійснення.

Фіг. 2 показує вигляди поздовжнього перерізу зовнішньої і внутрішньої нарізок, показаних на фіг. 1.

Фіг. 2A являє собою збільшений вигляд поздовжнього перерізу ділянки з постійною шириною нарізки, показаної на фіг. 2.

Фіг. 2B являє собою збільшений вигляд поздовжнього перерізу ділянки зі змінною шириною нарізки, показаної на фіг. 2.

Фіг. 2C являє собою збільшений вигляд поздовжнього перерізу заплечиків і оточуючих ділянок, показаних на фіг. 2, під час замкненого прилягання.

Фіг. 2D являє собою збільшений вигляд поздовжнього перерізу заплечиків і оточуючих ділянок, показаних на фіг. 2, з обертанням у напрямку згвинчування, починаючи з замкненого прилягання.

Фіг. 3 являє собою графік, що показує крок стабілізації і крок навантаження ніпеля і муфти.

Фіг. 4 являє собою діаграму крутного моменту для нарізного з'єднання, показаного на фіг. 1, під час згвинчування.

Фіг. 5 показує вигляди поздовжнього перерізу ділянок кінчика ніпелів нарізного з'єднання, що показують поведінку ніпелів, деформованих при продовженні згвинчування.

Фіг. 6А показує графік залежності між крутним моментом і числом витків без контакту заплечиків.

5 Фіг. 6В показує графік залежності між крутним моментом і числом витків з контактом заплечиків.

Фіг. 6С являє собою графік часу механічної обробки для зовнішньої нарізки залежно від того, чи існує ділянка з постійною шириною нарізки.

10 Фіг. 7 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Першого варіанта здійснення.

Фіг. 8 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Першого варіанта здійснення.

Фіг. 9 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Першого варіанта здійснення.

15 Фіг. 9А являє собою вигляд поздовжнього перерізу кінчиків ніпелів нарізного з'єднання згідно з четвертою варіацією Першого варіанта здійснення.

Фіг. 10 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Другим варіантом здійснення.

20 Фіг. 11 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Другого варіанта здійснення.

Фіг. 12 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Другого варіанта здійснення.

Фіг. 13 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Другого варіанта здійснення.

25 Фіг. 14 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Третім варіантом здійснення.

Фіг. 15А показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 14, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними заплечиками, що не знаходяться у контакті одні з одними.

30 Фіг. 15В показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 14, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними заплечиками, що знаходяться у контакті одні з одними.

Фіг. 16 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Третього варіанта здійснення.

35 Фіг. 17 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Третього варіанта здійснення.

Фіг. 18 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Третього варіанта здійснення.

40 Фіг. 19 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Четвертим варіантом здійснення.

Фіг. 20А показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 19, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними заплечиками, що не знаходяться у контакті одні з одними.

45 Фіг. 20В показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 19, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними заплечиками, що знаходяться у контакті одні з одними.

Фіг. 21 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Четвертого варіанта здійснення.

50 Фіг. 22 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Четвертого варіанта здійснення.

Фіг. 23 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Четвертого варіанта здійснення.

Фіг. 24 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з П'ятим варіантом здійснення.

55 Фіг. 25А показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 24, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними заплечиками, що не знаходяться у контакті одні з одними.

60 Фіг. 25В показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 24, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними заплечиками, що знаходяться у контакті одні з одними.

Фіг. 26 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією П'ятого варіанта здійснення.

Фіг. 27 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією П'ятого варіанта здійснення.

5 Фіг. 28 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією П'ятого варіанта здійснення.

Фіг. 29 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Шостим варіантом здійснення.

10 Фіг. 30А показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 29, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними запlechиками, що не знаходяться у контакті одні з одними.

Фіг. 30В показує вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання, показаного на фіг. 29, з крутним моментом посадки нарізки і з проміжними запlechиками, що знаходяться у контакті одні з одними.

15 Фіг. 31 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Шостого варіанта здійснення.

Фіг. 32 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Шостого варіанта здійснення.

20 Фіг. 33 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Шостого варіанта здійснення.

Фіг. 34 являє собою вигляд поздовжнього перерізу трапецеїдальної нарізки.

Фіг. 35А показує вигляд поздовжнього перерізу ділянки зі змінною шириною нарізки нарізного з'єднання на основі конструкції, показаної на фіг. 1, у якій використовується трапецеїдальна нарізка.

25 Фіг. 35В показує вигляд поздовжнього перерізу ділянки з постійною шириною нарізки на основі конструкції, показаної на фіг. 1, у якій використовується трапецеїдальна нарізка.

Варіанти Здійснення Винаходу

Пристрій 1

30 Згідно з варіантом здійснення, нарізне з'єднання являє собою нарізне з'єднання для з'єднання труб і містить ніпель, який включає клиноподібну зовнішню нарізку, що має ділянку зі змінною шириною нарізки, і муфту, яка включає клиноподібну внутрішню нарізку, що має ділянку зі змінною шириною нарізки. Зовнішня нарізка входить у зачеплення з внутрішньою нарізкою. Нарізне з'єднання виконане таким чином, що, коли закладна сторона і опорна сторона зовнішньої нарізки контактують з закладною стороною і опорною стороною, відповідно, 35 внутрішньої нарізки, запlechики, передбачені на ніпелі, не знаходяться в контакті з запlechиками, передбаченими на іншому елементі, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування запlechики, передбачені на ніпелі, здатні контактувати з запlechиками, передбаченими на іншому елементі, до пластичної деформації нарізок.

40 У пристрої 1, коли обидві закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, крутний момент збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту дотикання запlechиків, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки зіштовхуються з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, навіть коли запlechики, передбачені на ніпелі, не знаходяться в контакті з запlechиками, передбаченими на 45 іншому елементі, і при наступному обертанні в напрямку згинчування крутний момент додатково збільшується вище рівня крутного моменту дотикання запlechиків до пластичної деформації нарізки, коли запlechики, передбачені на ніпелі, контактують з запlechиками, передбаченими на іншому елементі. Додатково, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, 50 внутрішньої нарізки, забезпечується достатня ущільнювальна характеристика нарізок. Додатково, оскільки зовнішня і внутрішня нарізки мають клиноподібну форму, зовнішня нарізка ніпеля менш імовірно буде від'єднуватися від внутрішньої нарізки муфти, і, таким чином, крутний момент може легко збільшуватися.

55 Таким чином, у нарізному з'єднанні згідно з варіантом здійснення, діапазон крутного моменту, який забезпечує задану характеристику, може бути розширений.

Пристрій 2

60 Починаючи з пристрою 1, у ділянці зі змінною шириною нарізки, закладна сторона, вершина і опорна сторона зовнішньої нарізки контактують з закладною стороною, заглибленням і опорною стороною, відповідно, внутрішньої нарізки, для забезпечення герметичності в нарізному з'єднанні.

У пристрої 2, достатня ущільнювальна характеристика може бути забезпечена в нарізках.

Пристрій 3

Починаючи з пристрою 1 або 2, нарізне з'єднання скріплює пару труб з використанням з'єднання. Ніпель передбачений на кінці труби кожної пари труб і містить заплечики на його кінчику. Муфта передбачена на кожному кінці з'єднання. Нарізне з'єднання виконане таким чином, що, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішніх нарізок ніпелів пари труб контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішніх нарізок муфти, заплечики ніпелів пари труб не знаходяться у контакті одні з одними, і при наступному обертанні в напрямку згвинчування заплечики ніпелів пари труб здатні контактувати одні з одними до пластичної деформації нарізок.

У пристрої 3, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішніх нарізок ніпелів, передбачених на кінцях труби пари труб, контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішніх нарізок муфти, закладні сторони і опорні сторони зовнішніх нарізок зіштовхуються з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішніх нарізок, так що крутний момент збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту дотикання заплечиків. Потім, з подальшим обертанням у напрямку згвинчування, коли заплечики ніпелів пари труб контактують одні з одними до пластичної деформації нарізок, крутний момент додатково збільшується вище рівня крутного моменту дотикання заплечиків.

Таким чином, у нарізному з'єднанні муфтового типу, діапазон крутного моменту, який забезпечує задану характеристику, може бути розширений.

Пристрій 4

У варіанті 3 один з ніпелів пари труб додатково містить охоплювальну ущільнювальну поверхню ніпеля, передбачену на внутрішній периферії його кінчика. Інший ніпель додатково включає охоплювану ущільнювальну поверхню ніпеля, передбачену на зовнішній периферії його кінчика. Охоплювальна ущільнювальна поверхня ніпеля герметично контактує з охоплюваною ущільнювальною поверхнею ніпеля.

У пристрої 4, ущільнення за допомогою добре пригнаної адгезії охоплюваної ущільнювальної поверхні ніпеля до охоплювальної ущільнювальної поверхні ніпеля забезпечує більш високу герметичність, ніж нарізне з'єднання без такої ущільнювальної поверхні, зокрема, від внутрішнього тиску.

Пристрій 5

Починаючи з пристрою 1 або 2, на кінчику ніпеля передбачені заплечики. Заплечики передбачені на муфті, щоб відповідати заплечикам ніпеля. Нарізне з'єднання виконане таким чином, що, коли закладна сторона і опорна сторона зовнішньої нарізки контактують з закладною стороною і опорною стороною, відповідно, внутрішньої нарізки, заплечики ніпеля не знаходяться в контакті з заплечиками муфти, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики ніпеля здатні контактувати з заплечиками муфти до пластичної деформації нарізок.

У пристрої 5, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки ніпеля контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки зіштовхуються з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, так що крутний момент збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту дотикання заплечиків. З додатковим обертанням у напрямку згвинчування, коли заплечики ніпеля контактують з заплечиками муфти до пластичної деформації нарізок, крутний момент додатково збільшується вище рівня крутного моменту дотикання заплечиків.

Таким чином, у нарізному з'єднанні інтегрального типу, діапазон крутного моменту, який забезпечує задану характеристику, може бути розширений.

Пристрій 6

Починаючи з пристрою 1 або 2, ніпель містить множину виступів зовнішньої нарізки і проміжні заплечики, передбачені між множиною виступів зовнішньої нарізки. Муфта містить множину виступів внутрішньої нарізки і проміжні заплечики, передбачені між множиною виступів внутрішньої нарізки, щоб відповідати проміжним заплечикам ніпеля. Нарізне з'єднання виконане таким чином, що, коли закладна сторона і опорна сторона зовнішньої нарізки ніпеля, передбаченого на кінці труби однієї з пари труб, контактують з закладною стороною і опорною стороною, відповідно, внутрішньої нарізки, проміжні заплечики ніпеля і муфти не знаходяться у контакті одні з одними, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування проміжні заплечики ніпеля і муфти здатні контактувати одні з одними до пластичної деформації нарізок.

У пристрої 6, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки ніпеля,

передбаченого на кінці труби однієї труби, контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки зіштовхуються з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, так що крутний момент збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту дотикання заплечиків, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування крутний момент додатково збільшується вище рівня крутного моменту дотикання заплечиків, коли проміжні заплечики ніпеля і муфти контактують одні з одними до пластичної деформації нарізок.

Таким чином, у нарізному з'єднанні з множиною виступів нарізки, діапазон крутного моменту, який забезпечує задану характеристику, може бути розширений.

Пристрій 7

Починаючи з пристрою 1 або 2, заплечики передбачені на кінчику муфти і заплечики передбачені на ніпелі, щоб відповідати заплечикам муфти. Нарізне з'єднання виконане таким чином, що, коли закладна сторона і опорна сторона зовнішньої нарізки контактують з закладною і опорною стороною, відповідно, внутрішньої нарізки, заплечики муфти і ніпеля не знаходяться у контакті одні з одними, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики муфти і ніпеля здатні контактувати одні з одними до пластичної деформації нарізок.

У пристрої 7, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки зіштовхуються з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, так що крутний момент збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту дотикання заплечиків, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування, коли заплечики муфти і ніпеля контактують одні з одними до пластичної деформації нарізок, заплечики зіштовхуються одні з одними так, що крутний момент додатково збільшується вище рівня дотикання заплечиків.

Таким чином, у нарізному з'єднанні, у якому заплечики ніпеля можуть контактувати з заплечиками, передбаченими на кінчику муфти, діапазон крутного моменту, який забезпечує задану характеристику, може бути розширений.

Пристрій 8

Виходячи з одного з пристроїв з 1 по 7, ніпель містить ущільнювальну поверхню ніпеля, розташовану ближче до кінця труби і/або тіла труби, ніж зовнішня нарізка, як визначено уздовж напрямку осі труби, а муфта містить ущільнювальну поверхню муфти, щоб відповідати ущільнювальній поверхні ніпеля. Ущільнювальна поверхня ніпеля герметично контактує з ущільнювальною поверхнею муфти.

У пристрої 8, ущільнювальна поверхня ніпеля і ущільнювальна поверхня муфти контактують одна з одною, коли ніпель угвинчується усередину, і після того, як замкнене прилягання досягнуто, відбувається добре пригнана адгезія з утворенням ущільнення через контакт метал-метал.

Таким чином, у нарізному з'єднанні, ущільнення за допомогою добре пригнаної адгезії між ущільнювальною поверхнею ніпеля і ущільнювальною поверхнею муфти забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання без ущільнювальної поверхні.

Пристрій 9

В одному з пристроїв з 1 по 8 кожна з зовнішньої нарізки і внутрішньої нарізки додатково містить ділянку з постійною шириною нарізки.

На фіг. 9, час циклу для виготовлення нарізок може бути зменшений.

Додатково, область, де закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки, є менше, ніж у звичайного нарізного з'єднання, яке включає тільки ділянку зі змінною шириною нарізки, тим самим потенційно поліпшуючи ущільнювальну характеристику за рахунок збільшення тиску на поверхню замка нарізки.

Варіанти здійснення будуть докладно описані з посиланням на креслення. Однакові або відповідні ділянки на кресленнях позначені однаковими посилальними символами, і один і той же опис не буде повторюватися.

Перший варіант здійснення

Фіг. 1 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Першим варіантом здійснення. Фіг. 1 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 1, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 1, нарізне з'єднання 10 згідно з Першим варіантом здійснення містить ніпелі 1 і 2 і муфти 3 і 4.

Нарізне з'єднання 10 являє собою нарізне з'єднання муфтового типу.

Ніпелі 1 і 2 передбачені на кінцях труб пари труб 6 і 7, які з'єднані одна з одною.

Муфти 3 і 4 передбачені на кінцях, як визначено уздовж напрямку CL осі труби, з'єднання 5, що з'єднує труби 6 і 7.

5 Ніпель 1 містить, починаючи з кінчика труби 6 уперед, заплечики 12 і зовнішню нарізку 11. Заплечики 12 розташовані на кінчику ніпеля 1. Зовнішня нарізка 11 розташована між заплечиками 12 і основою 13 ніпеля 1 і є конусоподібною. Наприклад, конусність становить 1/16. Зовнішня нарізка 11 включає скошені поверхні 11с.

10 Ніпель 2 містить, починаючи з кінчика труби 7 уперед, заплечики 22 і зовнішню нарізку 21. Заплечики 22 розташовані на кінчику ніпеля 2. Зовнішня нарізка 21 розташована між заплечиками 22 і основою 23 ніпеля 2 і є конусоподібною. Наприклад, конусність становить 1/16. Зовнішня нарізка 21 включає скошені поверхні 21с.

15 Муфта 3 містить внутрішню нарізку 31. Муфта 4 містить внутрішню нарізку 41. Внутрішня нарізка 31 є конусоподібною від кінчика муфти 3 усередину. Внутрішня нарізка 41 є конусоподібною від кінчика муфти 4 усередину.

Внутрішня нарізка 31 включає скошені поверхні 31с, відповідні скошеним поверхням 11с зовнішньої нарізки 11. Внутрішня нарізка 41 включає скошені поверхні 41с, відповідні скошеним поверхням 21с зовнішньої нарізки 21.

20 Зовнішня нарізка 11 ніпеля 1 і внутрішня нарізка 31 муфти 3 угвинчуються одна в одну і, таким чином, згвинчуються, і зовнішня нарізка 21 ніпеля 2 і внутрішня нарізка 41 муфти 4 угвинчуються одна в одну і таким чином згвинчуються.

25 Під час "замкненого прилягання", обговорюваного додатково нижче, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) не знаходиться в контакт з кінчиком ніпеля 2 (тобто з заплечиками 22). Коли з цього стану додаткове обертання прикладається в напрямку згвинчування, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) контактує з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22) до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої нарізки 11 і внутрішньої нарізки 31) (див. праву частину фіг. 2, обговорювану додатково нижче).

Кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) і кінчик ніпеля 2 (тобто заплечики 22) переважно мають форму, перпендикулярну напрямку CL осі труби.

30 Використовуваний тут термін "крутний момент дотикання заплечиків" означає крутний момент у момент, коли кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) контактує з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22) і кінчик (тобто заплечики 12) починає зіштовхуватися з кінчиком (тобто заплечиками 22).

35 Фіг. 2 показує збільшені вигляди поздовжнього перерізу зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31, показаних на фіг. 1. Посилаючись на фіг. 2, зовнішня і внутрішня нарізки 11 і 31 містять ділянку 11А зі змінною шириною нарізки і ділянку 11В з постійною шириною нарізки. Ділянка 11А зі змінною шириною нарізки розташована прилегло до заплечиків 12 ніпеля 1. Ділянка 11В з постійною шириною нарізки розташована прилегло до основи 13 ніпеля 1. Довжина ділянки 11А зі змінною шириною нарізки, виміряна в напрямку CL осі труби, дорівнює довжині ділянки 11В з постійною шириною нарізки, виміряній в напрямку CL осі труби. Альтернативно, довжина ділянки 11А зі змінною шириною нарізки, виміряна в напрямку CL осі труби, може відрізнятися від довжини ділянки 11В з постійною шириною нарізки, виміряної в напрямку CL осі труби.

Ділянка 11В з постійною шириною нарізки може починатися, наприклад, з п'ятого витка, відлічуваного від кінчика ніпеля 1.

45 У зовнішній нарізці 11, ділянка 11В з постійною шириною нарізки являє собою область з постійною шириною канавки нарізки. Ділянка 11А зі змінною шириною нарізки являє собою область, що має ширину канавки нарізки, яка дорівнює ширині канавки нарізки ділянки 11В з постійною шириною нарізки або більше, і поступово збільшується від ділянки 11В з постійною шириною нарізки до кінчика ніпеля 1. З іншого боку, у внутрішній нарізці 31, ділянка 11В з постійною шириною нарізки являє собою область з постійною шириною нарізки. Ділянка 11А зі змінною шириною нарізки являє собою область з шириною нарізки, яка дорівнює ширині нарізки ділянки 11В з постійною шириною нарізки або більше, і поступово збільшується від ділянки 11В з постійною шириною нарізки до центру муфти 4 (тобто ділянки, відповідної кінчику ніпеля 1). Тобто в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки, крок d_s стабілізації для закладних сторін 111 відрізняється від кроку d_i навантаження для опорних сторін 112. З іншого боку, у ділянці 11В з постійною шириною нарізки, крок d_s стабілізації для закладних сторін 111 дорівнює кроку d_i навантаження для опорних сторін 112. Крок d_s стабілізації і крок d_i навантаження будуть описані докладно додатково нижче.

60 У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки, закладна сторона 111 і опорна сторона 112 зовнішньої нарізки 11 повернуті до закладної сторони 311 і опорної сторони 312, відповідно,

внутрішньої нарізки 31, а вершина 113 нарізки зовнішньої нарізки 11 повернута до заглиблення 313 нарізки внутрішньої нарізки 31.

Під час замкненого прилягання, закладна сторона 111 і опорна сторона 112 зовнішньої нарізки 11 знаходяться у контакті з закладною стороною 311 і опорною стороною 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31, а вершина 113 нарізки зовнішньої нарізки 11 знаходиться в контакті з заглибленням 313 нарізки внутрішньої нарізки 31. Таким чином, під час замкненого прилягання, зовнішня нарізка 11 ділянки 11А зі змінною шириною нарізки знаходиться в контакті з внутрішньою нарізкою 31 без зазору відносно внутрішньої нарізки 31. Ця конструкція забезпечує достатню ущільнювальну характеристику в нарізках.

У ділянці 11В з постійною шириною нарізки, закладна сторона 111 і опорна сторона 112 зовнішньої нарізки 11 повернуті до закладної сторони 311 і опорної сторони 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31, а вершина 113 нарізки зовнішньої нарізки 11 повернута до заглиблення 313 нарізки внутрішньої нарізки 31.

Під час замкненого прилягання, закладна сторона 111 зовнішньої нарізки 11 має зазор 20 відносно закладної сторони 311 внутрішньої нарізки 31, опорна сторона 112 зовнішньої нарізки 11 знаходиться в контакті з опорною стороною 312 внутрішньої нарізки 31, а вершина 113 нарізки зовнішньої нарізки 11 знаходиться в контакті з заглибленням 311 нарізки внутрішньої нарізки 31. Таким чином, під час замкненого прилягання, зовнішня нарізка 11 у ділянці 11В з постійною шириною нарізки має зазор 20 відносно внутрішньої нарізки 31 на закладних сторонах 111.

У цій конструкції, область нарізного з'єднання 10, у якій закладні сторони 111 і опорні сторони 112 знаходяться у контакті з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно (також називана "областю замикання нарізки"), є менше, ніж у звичайному нарізному з'єднанні, що має тільки ділянку зі змінною шириною нарізки. Таким чином, поверхневий тиск на область замикання нарізки більше, ніж у нарізного з'єднання, що має тільки ділянку зі змінною шириною нарізки. Це може потенційно поліпшити ущільнювальну характеристику в нарізках.

Додатково, оскільки нарізне з'єднання 10 містить ділянку 11А зі змінною шириною нарізки і ділянку 11В з постійною шириною нарізки, час циклу під час виготовлення може бути коротше, ніж для нарізного з'єднання, що має тільки ділянку зі змінною шириною нарізки. Додатково, оскільки передбачена ділянка 11А зі змінною шириною нарізки і ділянка 11В з постійною шириною нарізки, різниця між мінімальною шириною нарізки і максимальною шириною нарізки в кожній зовнішній нарізці і внутрішній нарізці менше, ніж у нарізному з'єднанні тільки з ділянкою зі змінною шириною нарізки. Це запобігає виникненню руйнування при зміщенні в основі нарізки, що має найменшу ширину нарізки в кожній з зовнішньої і внутрішньої нарізок.

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки і ділянці 11В з постійною шириною нарізки кут нахилу закладних сторін 111 і кут нахилу опорних сторін 112 є негативними кутами, тобто забезпечують клиноподібні нарізки. Кут нахилу являє собою кут між площиною, перпендикулярною напрямку CL осі труби, і поверхнею закладної сторони 111 (або поверхнею опорної сторони 112). У зв'язку з кутом нахилу закладної сторони 111, напрямок проти годинникової стрілки є позитивним напрямком, а, у зв'язку з кутом нахилу опорних сторін 112, напрямок за годинниковою стрілкою є позитивним напрямком. Наприклад, негативний кут може становити від -1° до -10° . Кут нахилу закладних сторін 111 може дорівнювати або відрізнятися від кута нахилу опорних сторін 112.

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки і ділянці 11В з постійною шириною нарізки, кожне з вершини 113 нарізки зовнішньої нарізки 11 і заглиблення 313 нарізки внутрішньої нарізки 31 має форму поверхні, відповідну периферії циліндра, що має центральну вісь, вирівняну з віссю CL труби. Альтернативно, вершина 113 нарізки зовнішньої нарізки 11 і заглиблення 313 нарізки внутрішньої нарізки 31 можуть мати форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, що має центральну вісь, вирівняну з віссю CL труби.

Зовнішня нарізка 11 включає скошені поверхні 11с. Скошені поверхні 11с являють собою похилу поверхню, що з'єднує закладну сторону 111 і заглиблення зовнішньої нарізки 11. Внутрішня нарізка 31 переважно включає скошені поверхні 31с, відповідні скошеним поверхням 11с зовнішньої нарізки 11.

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки під час замкненого прилягання, скошена поверхня 11с зовнішньої нарізки 11 знаходиться в контакті зі скошеною поверхнею 31с внутрішньої нарізки 31. З іншого боку, у ділянці 11В з постійною шириною нарізка під час замкненого прилягання, скошена поверхня 11с зовнішньої нарізки 11 не знаходиться в контакті зі скошеною поверхнею 31с внутрішньої нарізки 31.

Забезпечення скошених поверхонь полегшує вставляння ніпеля і поліпшує герметичність у нарізках. Кут скошених поверхонь 11с, відповідно, знаходиться в діапазоні від 30° до 60°

відносно заглиблення зовнішньої нарізки 11.

Зовнішня нарізка 21 ніпеля 2 і внутрішня нарізка 41 муфти 4 мають таку ж конструкцію, як зовнішня нарізка 11 ніпеля 1 і внутрішня нарізка 31 муфти 3, відповідно.

Фіг. 3 являє собою графік, що показує крок стабілізації і крок навантаження ніпеля і муфти. На графіку, показаному на фіг. 3, вертикальна вісь представляє величину кроку, тоді як горизонтальна вісь представляє кількість числа витків, відлічуваних від кінчика ніпеля або центру муфти.

Крок стабілізації ніпеля являє собою відстань між суміжними закладними сторонами 111 зовнішньої нарізки 11, виміряну в напрямку CL осі труби, як показано на фігурах 2A і 2B. Крок навантаження ніпеля являє собою відстань між суміжними опорними сторонами 112 зовнішньої нарізки 11, виміряну в напрямку CL осі труби, як показано на фігурах 2A і 2B. Крок стабілізації муфти являє собою відстань між суміжними закладними сторонами 311 внутрішньої нарізки 31, виміряну в напрямку CL осі труби. Крок навантаження муфти являє собою відстань між суміжними опорними сторонами 312 внутрішньої нарізки 31, виміряну в напрямку CL осі труби.

Як показано на фіг. 3, у ділянці кінчика ніпеля 1, тобто ділянці 11A зі змінною шириною нарізки (фіг. 2B) зовнішньої нарізки 11, крок навантаження більше, ніж крок стабілізації. Аналогічно, у центральній ділянці муфти, тобто ділянці зі змінною шириною нарізки (тобто ділянці, відповідній ділянці 11A зі змінною шириною нарізки зовнішньої нарізки 11) внутрішньої нарізки 31, крок навантаження більше, ніж крок стабілізації.

У ділянці основи ніпеля 1, тобто ділянці 11B (фіг. 2A) з постійною шириною нарізки зовнішньої нарізки 11, крок стабілізації дорівнює кроку навантаження. Аналогічно, у кінцевій ділянці муфти 3, тобто ділянці з постійною шириною нарізки (тобто ділянці, відповідній ділянці 11B з постійною шириною нарізки зовнішньої нарізки 11) внутрішньої нарізки 31, крок стабілізації дорівнює кроку навантаження.

Кроки навантаження ніпеля і муфти є постійними по всій довжині нарізки. З іншого боку, кроки стабілізації, як ніпеля, так і муфти, міняються. Тобто, у кожному ніпелі і муфті, крок стабілізації збільшується на переході від ділянки зі змінною шириною нарізки до ділянки з постійною шириною нарізки.

Як буде очевидно з фіг. 3, положення переходу в ніпелі від ділянки зі змінною шириною нарізки до ділянки з постійною шириною нарізки не зовсім збігається з положенням переходу в муфті від ділянки зі змінною шириною нарізки до ділянки з постійною шириною нарізки. Це пов'язано з тим, що вгвинчування ніпеля в муфту було б важким, якби ці положення в ніпелі і муфті були точно однаковими.

Фіг. 4 являє собою діаграму крутного моменту для нарізного з'єднання 10, показаного на фіг. 1, під час згвинчування. На фіг. 4 вертикальна вісь представляє крутний момент, тоді як горизонтальна вісь являє собою виток (тобто число витків).

З посиланням на фіг. 4, діаграма крутного моменту для нарізного з'єднання 10 під час згвинчування буде описана передбачаючи, що зовнішня нарізка 21 ніпеля 2 угвинчується у внутрішню нарізку 41 муфти 4 і кінчик ніпеля 2 (тобто заплечики 22) розташований у центрі з'єднання 5, як визначено уздовж напрямку CL осі труби.

Посилаючись на фіг. 4, у міру того, як відбувається стягування (тобто згвинчування) труб, спочатку зовнішня нарізка 11 ніпеля 1 і внутрішня нарізка 31 муфти 3 контактують одна з одною, і крутний момент поступово збільшується уздовж прямої лінії k1. Після цього, коли в ділянці 11A зі змінною шириною нарізки ніпеля 1 закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312 внутрішньої нарізки 31 муфти 3, крутний момент досягає рівня T_{Lf} крутного моменту замкненого прилягання.

Як використовується тут, замкнене прилягання означає час, при якому закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312 внутрішньої нарізки 31 муфти 3.

Оскільки стягування (тобто згвинчування) труб додатково продовжується від замкненого прилягання, зовнішня нарізка 11 зіштовхується з внутрішньою нарізкою 31, і крутний момент швидко збільшується уздовж прямої лінії k2.

У цей час у нарізному з'єднанні, у якому кінчик ніпеля не контактує з кінчиком іншого ніпеля, нарізки починають пластичну деформацію, коли крутний момент досягає рівня T_u крутного моменту для пластичної деформації нарізки (далі також називаного як "рівень крутного моменту пластичної деформації").

З іншого боку, у нарізному з'єднанні 10, перш ніж крутний момент досягне рівня T_u крутного моменту пластичної деформації, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) контактує з кінчиком ніпеля 2 (заплечиками 22), і кінчик (тобто заплечики 12) і кінчик (заплечики 22) починають

зіштовхуватися один з одним (тобто крутний момент досягає рівня T_{sh} крутного моменту дотикання заплечиків). Після цього, у міру того, як відбувається стягування (згвинчування) труб, крутний момент додатково швидко зростає уздовж кривої k_3 .

У нарізному з'єднанні 10 в області REG1 від рівня T_{Lf} крутного моменту замкненого прилягання до рівня T_{sh} крутного моменту дотикання заплечиків, крутний момент збільшується, коли зовнішня нарізка 11 ніпеля 1 зіштовхується з внутрішньою нарізкою 31 муфти 3 у ділянці 11A зі змінною шириною нарізки, а в області REG2 вище рівня T_{sh} крутного моменту дотикання заплечиків, крутний момент збільшується, коли кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) зіштовхується з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22) до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 10 досягає високих характеристик крутних моментів, коли кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) контактує з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22) до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31), і кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) зіштовхується з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22).

Як обговорювалося вище, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) і кінчик ніпеля 2 (тобто заплечики 22) мають форму, перпендикулярну напрямку CL осі труби, так що кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) належним чином зіштовхується з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиком 22), тим самим досягаючи високих характеристик крутного моменту.

Крутний момент в області REG1 буде далі також позначатися як "крутний момент зіткнення нарізки", а крутний момент в області REG2 "крутним моментом зіткнення заплечиків".

Фіг. 5 показує вигляди поздовжнього перерізу ділянок кінчиків ніпелів 1 і 2 нарізного з'єднання 10, що показують поведінку ніпелів 1 і 2, деформованих при продовженні згвинчування. Посилаючись на верхню частину фіг. 5, коли крутний момент знаходиться в області REG1, показаний на фіг. 4, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) нарізного з'єднання 10 не знаходиться в контакті з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22). Крутний момент генерується, коли зовнішня нарізка 11 ніпеля 1 зіштовхується з внутрішньою нарізкою 31 муфти 3. У цей момент кінчики ніпелів 1 і 2 стискаються вниз через взаємодію нарізки (див. верхню частину фіг. 5).

Оскільки стягування додатково продовжується, і ніпель 1 контактує з ніпелем 2, тобто, коли крутний момент знаходиться в області REG2, показаний на фіг. 4, крутний момент генерується, коли зовнішня нарізка 11 ніпеля 1 зіштовхується з внутрішньою нарізкою 31 муфти 3 і, крім того, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) зіштовхується з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22). У цей момент, взаємодія між заплечиками 12 і 22 генерує силу реакції проти стиснення вниз через взаємодію нарізки (див. середню частину фіг. 5).

У міру подальшого продовження стягування, заплечики 12 ніпеля 1 і заплечики 22 ніпеля 2 пластично деформуються через стиснення заплечиків (див. нижню частину фіг. 5). Для деяких конструкцій нарізного з'єднання, нарізки можуть пластично деформуватися до пластичної деформації заплечиків 12 і 22.

Як можна бачити з фігур 6A і 6B, для забезпечення високого крутного моменту переважно мати конструкцію, у якій кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) контактує з кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22) після того, як крутний момент, що виникає через взаємодію між зовнішньою і внутрішньою нарізками, стає настільки великим, наскільки це можливо. Наприклад, якщо нарізне з'єднання використовується в трубі нафтової свердловини з зовнішнім діаметром 5-1/2 дюйма, відстань d між кінчиком ніпеля 1 (тобто заплечиками 12) і кінчиком ніпеля 2 (тобто заплечиками 22), виявлена при досягненні рівня T_{Lf} крутного моменту замкненого прилягання, переважно знаходиться в діапазоні від 1,15 до 1,55 мм.

Винахідницький приклад 1

Сталеві труби використовувалися для експериментального виготовлення нарізних з'єднань з конструкцією, показаною на фіг. 1, тобто, коли кінчики ніпелів не знаходяться у контакті один з одним під час замкненого прилягання, а при додатковому обертанні кінчики ніпелів контактують один з одним до пластичної деформації нарізок (далі називане як "з контактом ніпеля"), і був виміряний взаємозв'язок між крутним моментом і числом витків під час згвинчування. Для порівняння, було експериментально встановлене нарізне з'єднання, де кінчик ніпеля трохи коротше, і кінчики ніпелів не знаходяться у контакті до пластичної деформації нарізок (надалі називане як "без контакту ніпеля"), і аналогічне вимірювання було проведене. Результати показані на фігурах 6A і 6B.

Фігури 6A і 6B показують графіки залежності між крутним моментом і числом витків, один з контактом заплечиків, а інший без контакту заплечиків. На кожній з фігур 6A і 6B, вертикальна вісь представляє крутний момент, а горизонтальна вісь представляє кількість витків.

Фіг. 6A показує залежність між крутним моментом і числом витків у з'єднанні без контакту

ніпеля порівняльного прикладу 1. Фіг. 6В показує залежність між крутним моментом і числом витків у з'єднанні з контактом ніпеля винахідницького прикладу 1.

Без контакту ніпеля, крутний момент у нарізному з'єднанні швидко збільшувався, коли число витків ставало вище визначеного значення. Коли число витків ще більше збільшилося, швидкість збільшення крутного моменту зменшилася (див. Фіг. 6А).

З іншого боку, з контактом ніпеля, аналогічним фіг. 6А, крутний момент у нарізному з'єднанні швидко збільшувався, коли число витків ставало вище визначеного значення, і, коли число витків ще більше збільшувалося, швидкість збільшення крутного моменту зменшилася. Рівень крутного моменту, при якому швидкість збільшення крутного моменту почала зменшуватися, був вдвічі більше, ніж без контакту ніпеля, або більше (див. Фіг. 6В).

Винахідницький приклад 2

Механічна обробка виконувалася для виготовлення зовнішньої нарізки 11 нарізного з'єднання, показаного на фіг. 1, і вимірювався час механічної обробки. У нарізному з'єднанні згідно з винахідницьким прикладом 2 ділянка 11А зі змінною шириною нарізки і ділянка 11В з постійною шириною нарізки були виготовлені для представлення зовнішньої нарізки 11. Ділянка 11А зі змінною шириною нарізки і ділянка 11В з постійною шириною нарізки мали однакову довжину, виміряну в напрямку осі труби. Тобто половина зовнішньої нарізки 11 була ділянкою 11В з постійною шириною нарізки. У результаті, у зовнішній нарізці 11 максимальна ширина канавки нарізки була у два рази більше мінімальної ширини канавки нарізки.

Механічна обробка для виготовлення зовнішньої нарізки 11 виконувалася з використанням різального інструменту з розміром, відповідним мінімальній ширині канавки нарізки. Як обговорювалося вище, у зовнішній нарізці 11 максимальна ширина канавки нарізки була у два рази більше мінімальної ширини канавки нарізки. Отже, коли кількість різальних проходів у напрямку осі труби для канавки нарізки, що має мінімальну ширину канавки нарізки, представляється як 1, число різальних проходів у напрямку осі труби для канавки нарізки, що має максимальну ширину канавки нарізки (тобто максимальна кількість різальних проходів), становило два. Загальне число різальних проходів у напрямку осі труби становило 14.

Для порівняння, виконувалася механічна обробка для виготовлення зовнішньої нарізки, відмінної від описаної вище, і вимірювався час обробки. У нарізному з'єднанні з Порівняльного прикладу 2, тільки ділянка зі змінною шириною нарізки була виготовлена для представлення зовнішньої нарізки, і не була передбачена ділянка з постійною шириною нарізки. Довжина зовнішньої нарізки з Порівняльного прикладу 2, виміряна в напрямку осі труби, дорівнювала, по суті, довжині, виміряній в напрямку осі труби зовнішньої нарізки 11 згідно з Винахідницьким прикладом 2. Ширина канавки нарізки зовнішньої нарізки з Порівняльного прикладу 2 змінювалася, по суті, з тим же показником, що і ширина канавки нарізки ділянки 11А зі змінною шириною нарізки згідно з Винахідницьким прикладом 2. У результаті, у зовнішній нарізці, максимальна ширина канавки нарізки була в чотири рази більше мінімальної ширини канавки нарізки.

Механічна обробка для виготовлення зовнішньої нарізки виконувалася з використанням різального інструменту з розміром, відповідним мінімальній ширині канавки нарізки. У зовнішній нарізці, максимальна ширина канавки нарізки була в чотири рази більше мінімальної ширини канавки нарізки і, таким чином, максимальна кількість різальних проходів була чотири. Загальне число різальних проходів у напрямку осі труби становило 28.

(Оцінка)

Фіг. 6С показує графік часу механічної обробки для кожного з нарізних з'єднань згідно з Винахідницьким прикладом 2 і Порівняльним прикладом 2. Максимальна кількість різальних проходів і загальна кількість різальних проходів для зовнішньої нарізки 11 згідно з Винахідницьким прикладом 2 становили половину максимальної кількості різальних проходів і загальної кількості різальних проходів для зовнішньої нарізки за Порівняльним прикладом 2. Отже, як показано на фіг. 11, час механічної обробки для зовнішньої нарізки 11 згідно з Винахідницьким прикладом 2 становить приблизно половину часу механічної обробки для зовнішньої нарізки за Порівняльним прикладом 2.

Таким чином, було підтверджено, що забезпечення ділянки 11В з постійною шириною нарізки на зовнішній нарізці 11 зменшує час механічної обробки зовнішньої нарізки в порівнянні з зовнішньою нарізкою без ділянки з постійною шириною нарізки. Такий же ефект очікується від внутрішньої нарізки 31, яка має конструкцію, що відповідає конструкції зовнішньої нарізки 11.

Фіг. 7 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Першого варіанта здійснення. Фіг. 7 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 7, відносно осі CL труби, знаходиться нижче

осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 7, нарізне з'єднання 10А згідно з першою варіацією Першого варіанта здійснення містить ніпель 1А і 2А і муфти 3А і 4А.

Пара труб 6А і 7А повинна бути з'єднана, і ніпель 1А передбачений на кінці труби однієї труби 6А. Ніпель 2А передбачений на кінці труби іншої труби 7А.

Муфта 3А передбачена на одному кінці з'єднання 5А, яке з'єднує труби 6А і 7А, а муфта 4А передбачена на іншому кінці з'єднання 5А.

Ніпель 1А має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 15 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 1. Ущільнювальна поверхня 15 розташована між зовнішньою нарізкою 11 і заплечиками 12. Ущільнювальна поверхня 15 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 15 має форму поверхні, відповідної периферії зрізаного конуса (тобто прямої лінії в поздовжньому перерізі, показаному на фіг. 7), або форму поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби (тобто кривої на вигляді в поздовжньому перерізі), або їх комбінації.

Ніпель 2А має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 25 до ніпеля 2. Ущільнювальна поверхня 25 розташована між зовнішньою нарізкою 21 і заплечиками 22. Ущільнювальна поверхня 25 є конічною. Точніше, ущільнювальна поверхня 25 має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації.

Муфта 3А має конструкцію, одержану додаванням до муфти 3 ущільнювальної поверхні 32 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), відповідної ущільнювальній поверхні 15 ніпеля 1А. Ущільнювальна поверхня 32 розташована усередині внутрішньої нарізки 31 відносно з'єднання 5А. Ущільнювальна поверхня 32 є конічною. Точніше, ущільнювальна поверхня 32 має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації. Ущільнювальна поверхня 32 муфти може мати ту ж форму, що і ущільнювальна поверхня 15 ніпеля, або може мати іншу форму. Як обговорювалося вище, кожна з ущільнювальної поверхні 15 ніпеля і ущільнювальної поверхні 32 муфти може мати три форми і, отже, існує дев'ять можливих комбінацій.

Муфта 4А має конструкцію, одержану додаванням до муфти 4 ущільнювальної поверхні 42 для відповідності ущільнювальній поверхні 25 ніпеля 2А. Ущільнювальна поверхня 42 розташована усередині внутрішньої нарізки 41 відносно з'єднання 5А. Ущільнювальна поверхня 42 є конічною. Точніше, ущільнювальна поверхня 42 має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації. Ущільнювальна поверхня 42 муфти може мати ту ж форму, що і ущільнювальна поверхня 25 ніпеля, або може мати іншу форму. Як обговорювалося вище, кожна з ущільнювальної поверхні 25 ніпеля і ущільнювальної поверхні 42 муфти може мати три форми і, отже, існує дев'ять можливих комбінацій.

Коли ніпель 1А вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 15 і 32 контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною, утворюючи ущільнення через контакт метал-метал.

Коли ніпель 2А вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 25 і 42 контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 10А також виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1А контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3А, заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1А не знаходяться в контакт з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2А, а при додатковому обертанні у напрямку згвинчування заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1А здатні контактувати з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2А до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 10А також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 10А забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 10, оскільки воно містить ряд ущільнень. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 10.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 10А можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином,

діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 10.

Фіг. 8 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Першого варіанта здійснення. Фіг. 8 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 8, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 8, нарізне з'єднання 10В згідно з другою варіацією Першого варіанта здійснення містить ніпелі 1В і 2В і муфти 3В і 4В.

Пара труб 6В і 7В повинна бути з'єднана, і ніпель 1В передбачений на кінці труби однієї труби 6В. Ніпель 2В передбачений на кінці труби іншої труби 7В.

Муфта 3В передбачена на одному кінці з'єднання 5В, яке з'єднує труби 6В і 7В, а муфта 4В передбачена на іншому кінці з'єднання 5В.

Ніпель 1В має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 16 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 1. Ущільнювальна поверхня 16 розташована між внутрішньою нарізкою 11 і основою 13. Ущільнювальна поверхня 16 є конічною. Точніше, ущільнювальна поверхня 16 має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації.

Ніпель 2В має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 26 до ніпеля 2. Ущільнювальна поверхня 26 розташована між внутрішньою нарізкою 21 і основою 23. Ущільнювальна поверхня 26 є конічною. Точніше, ущільнювальна поверхня 26 має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації.

Муфта 3В має конструкцію, одержану додаванням до муфти 3 ущільнювальної поверхні 33 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), відповідної ущільнювальній поверхні 16 ніпеля 1В. Ущільнювальна поверхня 33 розташована ближче до відповідного кінчика муфти 3В, ніж розташована внутрішня нарізка 31. Ущільнювальна поверхня 33 є конічною. Точніше, ущільнювальна поверхня 33 має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації. Ущільнювальна поверхня 33 муфти може мати ту ж форму, що і ущільнювальна поверхня 16 ніпеля, або може мати іншу форму. Як обговорювалося вище, кожна з ущільнювальної поверхні 16 ніпеля і ущільнювальної поверхні 33 муфти може приймати три форми і, таким чином, існує дев'ять можливих комбінацій.

Муфта 4В має конструкцію, одержану додаванням до муфти 4 ущільнювальної поверхні 43 для відповідності ущільнювальній поверхні 26 ніпеля 2В. Ущільнювальна поверхня 43 розташована ближче до відповідного кінчика муфти 4В, ніж розташована внутрішня нарізка 41. Ущільнювальна поверхня 43 є конічною. Точніше, ущільнювальна поверхня 43 має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації. Ущільнювальна поверхня 43 муфти може мати ту ж форму, що і ущільнювальна поверхня 26 ніпеля, або може мати іншу форму. Як обговорювалося вище, кожна з ущільнювальної поверхні 26 ніпеля і ущільнювальної поверхні 43 муфти може мати три форми і, отже, існує дев'ять можливих комбінацій.

Коли ніпель 1В угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 16 і 33 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Коли ніпель 2В угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 26 і 43 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 10В також виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1В контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3В, заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1В не знаходяться в контакті з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2В, а при додатковому обертанні у напрямку згвинчування заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1В здатні контактувати з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2В до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 10В також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 10В забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 10, оскільки воно містить ряд ущільнень. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 10.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 10В можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 10.

Фіг. 9 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Першого варіанта здійснення. Фіг. 9 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 9, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 9, нарізне з'єднання 10С згідно з третьою варіацією Першого варіанта здійснення містить ніпель 1С і 2С і муфти 3С і 4С.

Пара труб 6С і 7С повинна бути з'єднана, і ніпель 1С передбачений на кінці труби однієї труби 6С. Ніпель 2С передбачений на кінці труби іншої труби 7С.

Муфта 3С передбачена на одному кінці з'єднання 5С, яке з'єднує труби 6С і 7С, а муфта 4С передбачена на іншому кінці з'єднання 5С.

Ніпель 1С має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 15 і 16, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь ніпеля), до ніпеля 1.

Ніпель 2С має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 25 і 26, обговорюваних вище, до ніпеля 2.

Муфта 3С має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 32 і 33, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь муфти), до муфти 3.

Муфта 4С має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 42 і 43, обговорюваних вище, до муфти 4.

Коли ніпель 1С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 15 і 32 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 1С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 16 і 33 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Коли ніпель 2С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 25 і 42 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 2С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 26 і 43 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 10С також виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1С контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3С, заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1С не знаходяться в контакт з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2С, а при додатковому обертанні у напрямку згвинчування заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1С здатні контактувати з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2С до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 10С також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 10С забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 10, оскільки воно містить два набори ущільнень. Враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 10.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 10С можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 10.

Фіг. 9А являє собою вигляд поздовжнього перерізу кінчиків ніпельів нарізного з'єднання згідно з четвертою варіацією Першого варіанта здійснення. Четверта варіація в основному має таку ж конструкцію, як Перший варіант здійснення, за винятком того, що конструкція кінчиків двох ніпельів відрізняється від конструкції Першого варіанта здійснення, показаного на фіг. 1. Фіг. 9А показує нарізне з'єднання, аналогічне вищевказаному, до завершення згвинчування.

Посилаючись на фіг. 9А, у нарізному з'єднанні 10D згідно з четвертою варіацією Першого

варіанта здійснення, один ніпель 1D містить охоплювальну ущільнювальну поверхню 17D ніпеля, передбачену на внутрішній периферії його кінчика, і запличики 12D, передбачені на кінчику. Інший ніпель 2D містить охоплювану ущільнювальну поверхню 27D ніпеля, передбачену на периферії його кінчика, і поверхню 22D запличиків, передбачену на кінчику.

Більш конкретно, ніпель 1D містить виступ 19, що продовжується в напрямку осі труби від запличиків 12D. Охоплювальна ущільнювальна поверхня 17D ніпеля передбачена на внутрішній периферії виступу 19. Охоплювальна ущільнювальна поверхня 17D ніпеля є конічною. Більш точно охоплювальна ущільнювальна поверхня 17D ніпеля має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації.

У ніпелі 2D, охоплювана ущільнювальна поверхня 27D ніпеля розташована між зовнішньою нарізкою 21 і запличиками 22D. Охоплювана ущільнювальна поверхня 27D ніпеля є конічною. Більш точно, охоплювана ущільнювальна поверхня 27D ніпеля має форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, або форму поверхні, відповідну периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби, або їх комбінації. Як обговорювалося вище, кожна з охоплювальної ущільнювальної поверхні 17D ніпеля і охоплюваної ущільнювальної поверхні 27D ніпеля може мати три форми і, отже, існує дев'ять можливих комбінацій.

Коли ніпелі 1D і 2D угвинчуються, ущільнювальні поверхні 17D і 27D контактують одна з одною і після того, як кожний з ніпелів 1D і 2D досягає замкненого прилягання, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 10D згідно з четвертою варіацією також виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1D контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3D, запличики 12D ніпеля 1D не знаходяться в контакті з запличиками 22D ніпеля 2D, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування запличики 12D ніпеля 1D здатні контактувати з запличиками 22D ніпеля 2D до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 10D також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Кут α запличиків 22D може бути, наприклад, у діапазоні від 0° до -20° . Відповідно, кут α запличиків 22D може бути, наприклад, у діапазоні від 0° до $+20^\circ$. Кут α запличиків являє собою кут між площиною, перпендикулярною напрямку CL осі труби, і поверхнею запличиків, що утворює запличики. Якщо перпендикулярна площина проходить через верхній край поверхні запличиків (тобто кінець зовнішньої периферії ніпеля), кут запличиків є позитивним, якщо нижній край поверхні запличиків (тобто кінець внутрішньої периферії ніпеля) розташований спереду ніпеля відносно перпендикулярної площини, і є негативним, якщо нижній край розташований ззаду відносно ніпеля (тобто далі в напрямку, протилежному напрямку до кінчика ніпеля). Переважно, запличики 22D утворюють злегка негативний кут. Запличики 22D з негативним кутом поліпшують герметичність ущільнювальної поверхні вище запличиків з прямим кутом (тобто кутом запличиків, що дорівнює 0°).

Другий варіант здійснення

Фіг. 10 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Другим варіантом здійснення. Фіг. 10 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 10, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 10, нарізне з'єднання 100 згідно з Другим варіантом здійснення містить ніпелі 1 і 2 і муфти 3D і 4D.

Нарізне з'єднання 100 являє собою нарізне з'єднання муфтового типу.

Ніпелі 1 і 2 є такими, як описані вище.

Муфта 3D передбачена на одному кінці з'єднання 5D, яке з'єднує труби 6 і 7, а муфта 4D передбачена на іншому кінці з'єднання 5D.

Муфта 3D має конструкцію, одержану додаванням запличиків 34 до муфти 3. Муфта 4D має конструкцію, одержану додаванням запличиків 44 до муфти 4.

Запличики 34 розташовані усередині внутрішньої нарізки 31 відносно з'єднання 5D. Запличики 44 розташовані усередині внутрішньої нарізки 41 відносно з'єднання 5D.

Запличики 34 і 44 переважно утворені, щоб бути перпендикулярними напрямку CL осі труби.

Коли замкнене прилягання досягнуте за допомогою вгвинчування ніпеля 1, кінчик ніпеля 1 (тобто запличики 12) не знаходиться в контакті з запличиками 34 муфти 3D. Коли з цього стану

прикладається додаткове обертання в напрямку згвинчування, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) контактує з заплечиками 34 муфти 3D до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Тобто, кінчик ніпеля 1 (тобто заплечики 12) не знаходиться в контакті з заплечиками 34 муфти 3D, коли крутний момент знаходиться в області REG1, показаній на фіг. 4, і знаходиться в контакті з заплечиками 34 муфти 3D, коли крутний момент знаходиться в області REG2, показаній на фіг. 4.

Таким чином, нарізне з'єднання 100 виконане таким чином, що елемент, контактуючий з кінчиком ніпеля 1 (тобто заплечиками 12), коли крутний момент знаходиться в області REG2, показаній на фіг. 4, являє собою заплечики 34 муфти 3D замість кінчика ніпеля 2 (тобто заплечиків 22) нарізного з'єднання 10.

Таким чином, нарізне з'єднання 100 також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Коли замкнене прилягання досягнуте за допомогою вгвинчування ніпеля 2, кінчик ніпеля 2 (тобто заплечики 22) не знаходиться в контакті з заплечиками 44 муфти 4D; коли, починаючи з замкненого прилягання, прикладається додаткове обертання в напрямку згвинчування, кінчик ніпеля 2 (тобто заплечики 22) контактує з заплечиками 44 муфти 4D до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 21 і 41). Таким чином, ніпель 2 і муфта 4D утворюють з'єднання з тією ж конструкцією, що і ніпель 1 і муфта 3D.

Фіг. 11 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Другого варіанта здійснення. Фіг. 11 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 11, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 11, нарізне з'єднання 100A згідно з першою варіацією Другого варіанта здійснення містить ніпелі 1A і 2A і муфти 3E і 4E.

Ніпелі 1A і 2A є такими, як описані у зв'язку з фіг. 7.

Муфта 3E має конструкцію, одержану шляхом додавання ущільнювальної поверхні 32 до муфти 3D, описаної у зв'язку з фіг. 10. Ущільнювальна поверхня 32 передбачена, щоб відповідати ущільнювальній поверхні 15 ніпеля 1A. Ущільнювальна поверхня 32 розташована між внутрішньою нарізкою 31 і заплечиками 34. У результаті, муфта 3E складається з внутрішньої нарізки 31, ущільнювальної поверхні 32 і заплечиків 34, розташованих у цьому порядку, починаючи з одного кінця з'єднання 5E.

Муфта 4E має конструкцію, одержану шляхом додавання ущільнювальної поверхні 42 до муфти 4D, описаної у зв'язку з фіг. 10. Ущільнювальна поверхня 42 передбачена, щоб відповідати ущільнювальній поверхні 25 ніпеля 2A. Ущільнювальна поверхня 42 розташована між внутрішньою нарізкою 41 і заплечиками 44. У результаті, муфта 4E складається з внутрішньої нарізки 41, ущільнювальної поверхні 42 і заплечиків 44, розташованих у цьому порядку, починаючи з одного кінця з'єднання 5E.

Ущільнювальні поверхні 32 і 42 мають форму, як описано у зв'язку з фіг. 7.

Коли ніпель 1A вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 15 і 32 контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Коли ніпель 2A вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 25 і 42 також контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Кожні заплечики переважно утворюють злегка негативний кут (наприклад, від -5° до -20°). У варіантах реалізації, де поблизу заплечиків присутня ущільнювальна поверхня, герметичність ущільнювальних поверхонь поліпшується, якщо кожен заплечик утворює негативний кут, а не позитивний.

Нарізне з'єднання 100A також виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1A контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3E, кінчик ніпеля 1A (тобто заплечики 12) не знаходиться в контакті з заплечиками 34 муфти 3E, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування кінчик ніпеля 1A (тобто заплечики 12) здатний контактувати з заплечиками 34 муфти 3E до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 100A також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 100A забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж

нарізне з'єднання 100, оскільки воно містить ряд ущільнень. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 100.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 100А можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 100.

Коли замкнене прилягання досягнуте за допомогою вгвинчування ніпеля 2А, кінчик ніпеля 2А (тобто заплечики 22) не знаходиться в контакті з заплечиками 44 муфти 4Е; коли, починаючи з замкненого прилягання, прикладається додаткове обертання в напрямку згвинчування, кінчик ніпеля 2А (тобто заплечики 22) контактує з заплечиками 44 муфти 4Е до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 21 і 41). Таким чином, ніпель 2А і муфта 4Е утворюють нарізне з'єднання з тією ж конструкцією, що і нарізне з'єднання 100А.

Фіг. 12 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Другого варіанта здійснення. Фіг. 12 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 12, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 12, нарізне з'єднання 100В згідно з другою варіацією Другого варіанта здійснення містить ніпелі 1В і 2В і муфти 3F і 4F.

Ніпелі 1В і 2В є такими, як описані у зв'язку з фіг. 8.

Муфта 3F має конструкцію, одержану додаванням до муфти 3D, описаної у зв'язку з фіг. 10, ущільнювальної поверхні 33 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 16 ніпеля 1В. Ущільнювальна поверхня 33 передбачена, щоб відповідати ущільнювальній поверхні 16 ніпеля 1В. Ущільнювальна поверхня 33 розташована ближче до одного кінця труби з'єднання 5F, ніж розташована внутрішня нарізка 31. У результаті, муфта 3F складається з ущільнювальної поверхні 33, внутрішньої нарізки 31 і заплечиків 34, розташованих у цьому порядку, починаючи з одного кінця труби з'єднання 5F.

Муфта 4F має конструкцію, одержану додаванням до муфти 4D, описаної у зв'язку з фіг. 10, ущільнювальної поверхні 43 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 26 ніпеля 2В. Ущільнювальна поверхня 43 передбачена, щоб відповідати ущільнювальній поверхні 26 ніпеля 2В. Ущільнювальна поверхня 43 розташована ближче до іншого кінця труби з'єднання 5F, ніж розташована внутрішня нарізка 41. У результаті, муфта 4F складається з ущільнювальної поверхні 43, внутрішньої нарізки 41 і заплечиків 44, розташованих у цьому порядку, починаючи з іншого кінця труби з'єднання 5F.

Ущільнювальні поверхні 33 і 43 мають форму, як описано у зв'язку з фіг. 8.

Коли ніпель 1В угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 16 і 33 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Коли ніпель 2В угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 26 і 43 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 100В також виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1В контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3F, кінчик ніпеля 1В (тобто заплечики 12) не знаходиться в контакті з заплечиками 34 муфти 3F, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування кінчик ніпеля 1В (тобто заплечики 12) здатний контактувати з заплечиками 34 муфти 3F до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 100В також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 100В забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 100, оскільки воно включає ряд ущільнень. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 100.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 100В можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 100.

Коли замкнене прилягання досягнуте за допомогою вгвинчування ніпеля 2В, кінчик ніпеля 2В (тобто заплечики 22) не знаходиться в контакті з заплечиками 44 муфти 4F; коли, починаючи з замкненого прилягання, прикладається додаткове обертання в напрямку згвинчування, кінчик

ніпеля 2В (тобто заплечики 22) контактує з заплечиками 44 муфти 4F до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 21 і 41). Таким чином, ніпель 2В і муфта 4F утворюють нарізне з'єднання з тією ж конструкцією, що і нарізне з'єднання 100В.

Фіг. 13 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Другого варіанта здійснення. Фіг. 13 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 13, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 13, нарізне з'єднання 100С згідно з третьою варіацією Другого варіанта здійснення містить ніпелі 1С і 2С і муфти 3G і 4G.

Ніпелі 1С і 2С є такими, як описані у зв'язку з фіг. 9.

Муфта 3G має конструкцію, одержану шляхом додавання до муфти 3D, описаної у зв'язку з фіг. 10, ущільнювальних поверхонь 32 і 33 (тобто ущільнювальних поверхонь муфти), щоб відповідати ущільнювальним поверхням 15 і 16 ніпеля 1С. Ущільнювальна поверхня 32 розташована між внутрішньою нарізкою 31 і заплечиками 34, а ущільнювальна поверхня 33 розташована ближче до одного кінця труби з'єднання 5G, ніж розташована внутрішня нарізка 31. У результаті, муфта 3G складається з ущільнювальної поверхні 33, внутрішньої нарізки 31 і заплечиків 34, розташованих у цьому порядку, починаючи з одного кінця труби з'єднання 5G.

Муфта 4G має конструкцію, одержану шляхом додавання до муфти 3D, описаної у зв'язку з фіг. 10, ущільнювальних поверхонь 42 і 43 (тобто ущільнювальних поверхонь муфти), щоб відповідати ущільнювальним поверхням 25 і 26 ніпеля 2С. Ущільнювальна поверхня 42 розташована між внутрішньою нарізкою 41 і заплечиками 44, а ущільнювальна поверхня 43 передбачена на іншому кінці труби з'єднання 5G. У результаті, муфта 4G складається з ущільнювальної поверхні 43, внутрішньої нарізки 41 і заплечиків 44, розташованих у цьому порядку, починаючи з іншого кінця труби з'єднання 5G.

Коли ніпель 1С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 15 і 32 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 1С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 16 і 33 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Коли ніпель 2С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 25 і 42 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 2С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 26 і 43 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Кожні заплечики переважно утворюють злегка негативний кут (наприклад, від -5° до -20°). У варіантах реалізації, де ущільнювальна поверхня присутня близько до заплечиків, герметичність ущільнювальних поверхонь поліпшується, якщо кожні заплечики утворюють негативний кут.

Нарізне з'єднання 100С також виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1С контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3G, кінчик ніпеля 1С (тобто заплечики 12) не знаходиться в контакті з заплечиками 34 муфти 3G, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування кінчик ніпеля 1С (тобто заплечики 12) здатний контактувати з заплечиками 34 муфти 3G до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Таким чином, нарізне з'єднання 100С також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 100С забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 100, оскільки воно містить два набори ущільнень. Враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 100.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 100С можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 100.

Коли замкнене прилягання досягнуте за допомогою вгвинчування ніпеля 2С, кінчик ніпеля 2С (тобто заплечики 22) не знаходиться в контакті з заплечиками 44 муфти 4G; коли, починаючи з замкненого прилягання, прикладається додаткове обертання в напрямку згвинчування, кінчик

ніпеля 2С (тобто заплечики 22) контактує з заплечиками 44 муфти 4G до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 21 і 41). Таким чином, ніпель 2С і муфта 4G утворюють з'єднання з тією ж конструкцією, що і нарізне з'єднання 100С.

Третій варіант здійснення

5 Фіг. 14 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Третім варіантом здійснення. Фіг. 14 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 14, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

10 Посилаючись на фіг. 14, нарізне з'єднання 200 згідно з Третім варіантом здійснення містить ніпелі 201 і 202 і муфти 203 і 204.

Пара труб 210 і 220 повинна бути з'єднана, і ніпель 201 передбачений на кінці труби однієї труби 210.

Ніпель 202 передбачений на кінці труби іншої труби 220.

15 Муфта 203 передбачена на одному кінці з'єднання 205, яке з'єднує труби 210 і 220, у той час як муфта 204 передбачена на іншому кінці з'єднання 205.

Ніпель 201 містить зовнішню нарізку 211, проміжні заплечики 213 і зовнішню нарізку 212, у цьому порядку, починаючи з кінчика.

20 Зовнішня нарізка 211 розташована ближче до кінчика ніпеля 201, ніж проміжні заплечики 213 ніпеля 201, як визначено уздовж напрямку CL осі труби, і є конічною. Зовнішня нарізка 212 розташована між проміжними заплечиками 213 і основою 216, як визначено уздовж напрямку CL осі труби, і є конічною. Зовнішня нарізка 211 передбачена на конічній поверхні з меншим радіусом, ніж конічна поверхня, на якій передбачена зовнішня нарізка 212.

25 Проміжні заплечики 213 розташовані між зовнішніми нарізками 211 і 212, як визначено уздовж напрямку CL осі труби.

Таким чином, ніпель 201 має двоступінчасту конструкцію нарізки.

Ніпель 202 має таку ж конструкцію, як і ніпель 201.

30 Муфта 203 містить внутрішню нарізку 231, проміжні заплечики 233 і внутрішню нарізку 232, у цьому порядку, починаючи з внутрішньої частини з'єднання 205. Внутрішня нарізка 231 передбачена, щоб відповідати зовнішній нарізці 211 ніпеля 201. Внутрішня нарізка 232 передбачена, щоб відповідати зовнішній нарізці 212 ніпеля 201. Проміжні заплечики 233 передбачені, щоб відповідати проміжним заплечикам 213 ніпеля 201.

Таким чином, муфта 203 має двоступінчасту конструкцію нарізки, відповідну конструкції нарізки ніпеля 201.

35 Муфта 204 має таку ж конструкцію, як і муфта 203.

Кожна з зовнішніх нарізок 211 і 212 ніпеля 201 має таку ж конструкцію, що і зовнішня нарізка 11, розглянута вище. Таким чином, кожна з зовнішніх нарізок 211 і 212 має ділянку 11А зі змінною шириною нарізки і ділянку 11В з постійною шириною нарізки і має форму клиноподібної нарізки (див. Фіг. 2).

40 Кожна з внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 203 має таку ж конструкцію, що і внутрішня нарізка 31, розглянута вище.

45 У нарізному з'єднанні 200 переважно зовнішня нарізка 211 включає скошені поверхні 211с, зовнішня нарізка 212 включає скошені поверхні 212с, внутрішня нарізка 231 включає скошені поверхні 231с, і внутрішня нарізка 232 включає скошені поверхні 232с. Скошені поверхні 211с і 212с є такими ж, як скошені поверхні 11с, розглянуті вище, і скошені поверхні 231с і 232с є такими ж, як скошені поверхні 31с, розглянуті вище. Забезпечення скошених поверхонь полегшує вставляння ніпеля і поліпшує герметичність у нарізках.

50 Зовнішня нарізка 211 ніпеля 201 і внутрішня нарізка 231 муфти 203 угвинчуються одна в одну і, таким чином, згвинчуються. Зовнішня нарізка 212 ніпеля 201 і внутрішня нарізка 232 муфти 203 угвинчуються одна в одну і, таким чином, згвинчуються.

55 Коли зовнішня нарізка 211 угвинчується у внутрішню нарізку 231, а зовнішня нарізка 212 угвинчується у внутрішню нарізку 232, під час замкненого прилягання, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 203. Коли з цього стану прикладається додаткове обертання в напрямку згвинчування, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 контактують з проміжними заплечиками 233 муфти 203 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

Проміжні заплечики 213 ніпеля 201 і проміжні заплечики 233 муфти 203 переважно мають форму, щоб бути перпендикулярними напрямку CL осі труби.

60 Фігури 15А і 15В показують вигляди поздовжнього перерізу нарізного з'єднання 200, показаного на фіг. 14, один з крутним моментом посадки нарізки, а інший з крутним моментом

посадки заплечиків.

Посилаючись на фіг. 15А, коли створюється крутний момент посадки нарізки, тобто, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 212 зовнішніх нарізок 211 і 212 знаходяться у контакті з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312 внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 203, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 нарізного з'єднання 200 не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 203. Відстань d між проміжними заплечиками 213 і 233 обговорюється вище. У цьому випадку, кінчик ніпеля 201 не знаходиться в контакті з кінчиком ніпеля 202.

З іншого боку, з посиланням на фіг. 15В, коли створюється крутний момент посадки заплечиків, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 нарізного з'єднання 200 контактують з проміжними заплечиками 233 муфти 203 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232). У цьому випадку, також кінчик ніпеля 201 не знаходиться в контакті з кінчиком ніпеля 202.

Таким чином, нарізне з'єднання 200 виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 ніпеля 201 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 203, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 203 і, при додатковому обертанні в напрямку згинчування, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 203 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

Таким чином, нарізне з'єднання 200 також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Таким чином, у нарізному з'єднанні 200 в області REG1 від рівня T_{Lf} крутного моменту замкненого прилягання до рівня T_{sh} крутного моменту зачеплення, крутний момент збільшується, коли зовнішні нарізки 211 і 212 ніпеля 201 зіштовхуються з внутрішніми нарізками 231 і 232, відповідно, муфти 203, а в області REG2 вище рівня T_{sh} крутного моменту зачеплення крутний момент збільшується, коли проміжні заплечики 213 ніпеля 201 зіштовхуються з проміжними заплечиками 233 муфти 203 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

Таким чином, нарізне з'єднання 200 досягає високих крутних моментів, оскільки проміжні заплечики 213 ніпеля 201 контактують з проміжними заплечиками 233 муфти 203 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232), і проміжні заплечики 213 ніпеля 201 зіштовхуються з проміжними заплечиками 233 муфти 203.

Як обговорювалося вище, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 і проміжні заплечики 233 муфти 203 мають форму, щоб бути перпендикулярними напрямку CL осі труби, так що проміжні заплечики 213 ніпеля 201 належним чином зіштовхуються з проміжними заплечиками 233 муфти 203, тим самим легко досягаючи високих характеристик крутного моменту.

Коли ніпель 202 угвинчується в муфту 204, крутний момент посадки нарізки і крутний момент посадки заплечиків створюються таким же чином, як коли ніпель 201 угвинчується в муфту 203.

Фіг. 16 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Третього варіанта здійснення. Фіг. 16 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 16, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 16, нарізне з'єднання 200А згідно з першою варіацією Третього варіанта здійснення містить ніпелі 201А і 202А і муфти 203А і 204А.

Пара труб 210А і 220А повинна бути з'єднана, і ніпель 201А передбачений на кінці труби однієї труби 210А.

Ніпель 202А передбачений на кінці труби іншої труби 220А.

Муфта 203А передбачена на одному кінці з'єднання 205А, яке з'єднує труби 210А і 220А, у той час як муфта 204А передбачена на іншому кінці з'єднання 205А.

Ніпель 201А має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 217 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 201. Ущільнювальна поверхня 217 розташована ближче до відповідного кінчика муфти 201А, ніж розташована зовнішня нарізка 211. Ущільнювальна поверхня 217 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 217 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Ніпель 202A має таку ж конструкцію, як і ніпель 201A.

Муфта 203A має конструкцію, одержану додаванням до муфти 203 ущільнювальної поверхні 234 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 217 ніпеля 201A. Ущільнювальна поверхня 234 розташована усередині внутрішньої нарізки 231 відносно з'єднання 205A. Ущільнювальна поверхня 234 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 234 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 204A має таку ж конструкцію, як і муфта 203A.

Коли ніпель 201A вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 217 і 234 також контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 200A також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11A зі змінною шириною нарізки ніпеля 201A закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 203A, проміжні заплечики 213 ніпеля 201A не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 203A, а при додатковому обертанні у напрямку згвинчування проміжні заплечики 213 ніпеля 201A здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 203 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

У ділянці 11A зі змінною шириною нарізки ніпеля 202A, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 204A, проміжні заплечики 213 ніпеля 202A не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 204A, а при подальшому обертанні в напрямку згвинчування проміжні заплечики 213 ніпеля 202A здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 204A до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

Таким чином, нарізне з'єднання 200A також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 200A забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 200, оскільки воно включає ряд ущільнень. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 200.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 200A можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації проміжних заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 200.

Фіг. 17 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Третього варіанта здійснення. Фіг. 17 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 17, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 17, нарізне з'єднання 200B згідно з другою варіацією Третього варіанта здійснення містить ніпелі 201B і 202B і муфти 203B і 204B.

Пара труб 210B і 220B повинна бути з'єднана, і ніпель 201B передбачений на кінці труби однієї труби 210B.

Муфта 203B передбачена на одному кінці з'єднання 205B, що з'єднує труби 210B і 220B.

Ніпель 201B має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 218 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 201. Ущільнювальна поверхня 218 розташована між зовнішньою нарізкою 212 і основою 216 ніпеля 201B. Ущільнювальна поверхня 218 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 218 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Ніпель 202B має таку ж конструкцію, як і ніпель 201B.

Муфта 203B має конструкцію, одержану додаванням до муфти 203 ущільнювальної поверхні 235 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 218 ніпеля 201B. Ущільнювальна поверхня 235 розташована ближче до одного кінця з'єднання 205B, ніж розташована внутрішня нарізка 232. Ущільнювальна поверхня 235 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 235 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного

конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 204В має таку ж конструкцію, як і муфта 203В.

5 Коли ніпель 201В угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 218 і 235 також контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

10 Нарізне з'єднання 200В також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 201В закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 203В, проміжні заплечики 213 ніпеля 201В не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 203В, а при додатковому обертанні у напрямку згвинчування проміжні заплечики 213 ніпеля 201В здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 203В до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 15 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

20 У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 202В, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 204В, проміжні заплечики 213 ніпеля 202В не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 204В, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування проміжні заплечики 213 ніпеля 202В здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 204В до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

Таким чином, нарізне з'єднання 200В також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

25 Нарізне з'єднання 200В забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 200, оскільки воно включає ряд ущільнень. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 200.

30 З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 200В можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації проміжних заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 200.

35 Фіг. 18 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Третього варіанта здійснення. Фіг. 18 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 18, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 18, нарізне з'єднання 200С згідно з третьою варіацією Третього варіанта здійснення містить ніпелі 201С і 202С і муфти 203С і 204С.

40 Пара труб 210С і 220С повинна бути з'єднана, і ніпель 201С передбачений на кінці труби однієї труби 210С.

Муфта 203С передбачена на одному кінці з'єднання 205С, яке з'єднує труби 210С і 220С.

Ніпель 201С має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 217 і 218 (тобто ущільнювальних поверхонь ніпеля) до ніпеля 201. Ніпель 202С має таку ж конструкцію, як і ніпель 201С.

45 Муфта 203С має конструкцію, одержану додаванням до муфти 203 ущільнювальних поверхонь 234 і 235, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь муфти). Муфта 204С має таку ж конструкцію, як і муфта 203С.

50 Коли ніпель 201С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 217 і 234 контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 201С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 218 і 235 також контактують одна з одною і після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

55 Нарізне з'єднання 200С також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 201С закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 203С, проміжні заплечики 213 ніпеля 201С не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 203С, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування проміжні заплечики 213 ніпеля 201С здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 203С до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 60 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 202С, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 204С, проміжні заплечики 213 ніпеля 202С не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 233 муфти 204С, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування проміжні заплечики 213 ніпеля 202С здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 204С перед пластичною деформацією нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

Таким чином, нарізне з'єднання 200С також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 200С забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 200, оскільки воно включає два набори ущільнень. Враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 200.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 200С можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 200.

У нарізному з'єднанні згідно з Третім варіантом здійснення, кожний з ніпелів і кожна з муфт можуть мати три або більше виступів нарізки. У таких реалізаціях, кожний з ніпелів і кожна з муфт мають два або більше проміжних заплечиків. Коли створюється крутний момент посадки нарізки, тобто, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішніх нарізок ніпеля знаходяться у контакті з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішніх нарізок муфти, жодні з двох або більше проміжних заплечиків ніпеля не знаходяться у контакті з будь-якими з двох або більше проміжних заплечиків муфти; коли створюється крутний момент посадки заплечиків, щонайменше одні з двох або більше проміжних заплечиків ніпеля контактують щонайменше з одними з двох або більше проміжних заплечиків муфти до пластичної деформації нарізок.

Додатково, нарізне з'єднання згідно з Третім варіантом здійснення може бути виконане таким чином, що кожний з ніпелів і кожна з муфт мають три або більше виступів нарізки, і, крім того, модифіковане таким же чином, як нарізне з'єднання 200, описане вище, для забезпечення одного з нарізних з'єднань 200А, 200В і 200С.

[Четвертий варіант здійснення]

Фіг. 19 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Четвертим варіантом здійснення. Фіг. 19 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 19, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Як показано на фіг. 19, нарізне з'єднання 300 згідно з Четвертим варіантом здійснення містить ніпель 301 і муфту 302.

Нарізне з'єднання 300 являє собою нарізне з'єднання інтегрального типу.

Пара труб 310 і 320 повинна бути з'єднана, і ніпель 301 передбачений на кінці труби однієї труби 310. Муфта 302 передбачена на кінці труби іншої труби 320.

Ніпель 301 містить заплечики 3011 і зовнішню нарізку 3012, у цьому порядку, починаючи з кінчика. Заплечики 3011 передбачені на кінчику ніпеля 301. Зовнішня нарізка 3012 розташована між заплечиками 3011 і основою 3013 ніпеля 301 і є конусоподібною.

Муфта 302 містить заплечики 3021 і внутрішню нарізку 3022, у цьому порядку, починаючи з тіла труби 320. Заплечики 3021 передбачені, щоб відповідати заплечикам 3011 ніпеля 301. Внутрішня нарізка 3022 розташована ближче до кінчика муфти 302, ніж заплечики 3021, і є конусоподібною.

Зовнішня нарізка 3012 ніпеля 301 і внутрішня нарізка 3022 муфти 302 угвинчуються одна в одну і, таким чином, згинчуються.

Коли створюється крутний момент посадки нарізки, заплечики 3011 (тобто кінчик) ніпеля 301 не знаходяться в контакті з заплечиками 3021 муфти 302. Коли створюється крутний момент посадки заплечиків, заплечики 3011 (тобто кінчик) ніпеля 301 контактують з заплечиками 3021 муфти 302 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 3012 і 3022).

Заплечики 3011 ніпеля 301 і заплечики 3021 муфти 302 переважно мають форму, щоб бути перпендикулярними напрямку CL осі труби.

Зовнішня нарізка 3012 має таку ж конструкцію, що і зовнішня нарізка 11, описана вище, у той час як внутрішня нарізка 3022 має таку ж конструкцію, що і внутрішня нарізка 31, описана вище

(див. Фіг. 2).

Таким чином, зовнішня і внутрішня нарізки 3012 і 3022 містять ділянку 11А зі змінною шириною нарізки і ділянку 11В з постійною шириною нарізки і мають форму клиноподібних нарізок.

У нарізному з'єднанні 300 переважно зовнішня нарізка 3012 має скошені поверхні 3012с, а внутрішня нарізка 3022 має скошені поверхні 3022с. Скошені поверхні 3012с є такими ж, як скошені поверхні 11с, розглянуті вище, і скошені поверхні 3022с є такими ж, як скошені поверхні 31с, розглянуті вище. Забезпечення скошених поверхонь полегшує вставляння ніпеля і поліпшує герметичність у нарізках.

Фігури 20А і 20В показують вигляди поздовжнього перерізу нарізного з'єднання 300, показаного на фіг. 19, один з крутним моментом посадки нарізки, а інший з крутним моментом посадки заплечиків.

Посилаючись на фіг. 20А, коли створюється крутний момент посадки нарізки, тобто, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 301 закладні сторони 111 і опорні сторони 212 зовнішньої нарізки контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 3022 муфти 302, заплечики 3011 ніпеля 301 не знаходяться в контакті з заплечиками 3021 муфти 302. Відстань d між заплечиками 3011 ніпеля 301 і заплечиками 3021 муфти 302 обговорювалася вище.

З іншого боку, з посиланням на фіг. 20В, коли створюється крутний момент посадки заплечиків, заплечики 3011 ніпеля 301 контактують з заплечиками 3021 муфти 302 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 3012 і 3022).

Таким чином, нарізне з'єднання 300 виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 3012 ніпеля 301 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 3022 муфти 302, заплечики 3011 ніпеля 301 не знаходяться в контакті з заплечиками 3021 муфти 302, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики 3011 ніпеля 301 здатні контактувати з заплечиками 3021 муфти 302 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 3012 і 3022).

Таким чином, нарізне з'єднання 300 інтегрального типу також забезпечує діаграму, показану на фіг. 4.

Фіг. 21 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Четвертого варіанта здійснення. Фіг. 21 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 21, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 21, нарізне з'єднання 300А згідно з першою варіацією Четвертого варіанта здійснення містить ніпель 301А і муфту 302А.

Пара труб 310А і 320А повинна бути з'єднана, і ніпель 301А передбачений на кінці труби однієї труби 310А.

Муфта 302А передбачена на кінці труби іншої труби 320А.

Ніпель 301А має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 3014 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 301. Ущільнювальна поверхня 3014 розташована між заплечиками 3011 і зовнішньою нарізкою 3012. Ущільнювальна поверхня 3014 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 3014 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 302А має конструкцію, одержану додаванням до муфти 302 ущільнювальної поверхні 3024 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 3014 ніпеля 301А. Ущільнювальна поверхня 3024 розташована між внутрішньою нарізкою 3022 і заплечиками 3021. Ущільнювальна поверхня 3024 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 3024 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Коли ніпель 301А вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 3014 і 3024 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Кожні заплечики переважно утворюють злегка негативний кут (наприклад, від -5° до -20°). У варіантах реалізації, де ущільнювальна поверхня присутня близько до заплечиків,

герметичність ущільнювальних поверхонь поліпшується, якщо кожні заплечики утворюють негативний кут.

Нарізне з'єднання 300А також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 301А закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 3012 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 3022 муфти 302А, заплечики 3011 ніпеля 301А не знаходяться в контакті з заплечиками 3021 муфти 302А, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики 3011 ніпеля 301А здатні контактувати з заплечиками 3021 муфти 302А до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 3012 і 3022).

Таким чином, нарізне з'єднання 300А також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 300А забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 300, оскільки воно включає ущільнення. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 300.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 300А можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 300.

Фіг. 22 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Четвертого варіанта здійснення. Фіг. 22 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 22, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 22, нарізне з'єднання 300В згідно з другою варіацією Четвертого варіанта здійснення містить ніпель 301В і муфту 302В.

Пара труб 310В і 320В повинна бути з'єднана, і ніпель 301В передбачений на кінці труби однієї труби 310В.

Муфта 302В передбачена на кінці труби іншої труби 320В.

Ніпель 301В має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 3015 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 301. Ущільнювальна поверхня 3015 розташована між зовнішньою нарізкою 3012 і основою 3013. Ущільнювальна поверхня 3015 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 3015 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 302В має конструкцію, одержану додаванням до муфти 302 ущільнювальної поверхні 3025 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 3015 ніпеля 301В. Ущільнювальна поверхня 3025 розташована ближче до кінчика муфти 302В, ніж розташована внутрішня нарізка 3022. Ущільнювальна поверхня 3025 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 3025 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Коли ніпель 301В угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 3015 і 3025 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 300В також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 301В закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 3012 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 3022 муфти 302В, заплечики 3011 ніпеля 301В не знаходяться в контакті з заплечиками 3021 муфти 302В, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики 3011 ніпеля 301В здатні контактувати з заплечиками 3021 муфти 302В до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 3012 і 3022).

Таким чином, нарізне з'єднання 300В також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 300В забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 300, оскільки воно включає ущільнення. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 300.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 300А можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином,

діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 300.

Фіг. 23 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Четвертого варіанта здійснення. Фіг. 23 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 23, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 23, нарізне з'єднання 300C згідно з третьою варіацією Четвертого варіанта здійснення містить ніпель 301C і муфту 302C.

Пара труб 310C і 320C повинна бути з'єднана, і ніпель 301C передбачений на кінці труби однієї труби 310C.

Муфта 302C передбачена на кінці труби іншої труби 320C.

Ніпель 301C має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 3014 і 3015, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь ніпеля), до ніпеля 301.

Муфта 302C має конструкцію, одержану додаванням до муфти 302 ущільнювальних поверхонь 3024 і 3025, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь муфти).

Коли ніпель 301C угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 3014 і 3024 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 301C угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 3015 і 3025 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Кожні заплечики переважно утворюють злегка негативний кут (наприклад, від -5° до -20°). У варіантах реалізації, де ущільнювальна поверхня присутня близько до заплечиків, герметичність ущільнювальних поверхонь поліпшується, якщо кожен заплечик утворює негативний кут.

Нарізне з'єднання 300C також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11A зі змінною шириною нарізки ніпеля 301C закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 3012 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 3022 муфти 302C, заплечики 3011 ніпеля 301C не знаходяться в контакті з заплечиками 3021 муфти 302C, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики 3011 ніпеля 301C здатні контактувати з заплечиками 3021 муфти 302C до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 3012 і 3022).

Таким чином, нарізне з'єднання 300C також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 300C забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 300, оскільки воно включає два ущільнення. Враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізному з'єднанні 300.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 300C можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 300.

[П'ятий варіант здійснення]

Фіг. 24 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з п'ятим варіантом здійснення. Фіг. 24 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 24, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Як показано на фіг. 24, нарізне з'єднання 400 згідно з П'ятим варіантом здійснення містить ніпель 401 і муфту 402.

Нарізне з'єднання 400 являє собою нарізне з'єднання інтегрального типу.

Пара труб 410 і 420 повинна бути з'єднана, а ніпель 401 передбачений на кінці труби однієї труби 410. Муфта 402 передбачена на кінці труби іншої труби 420.

Ніпель 401 містить зовнішню нарізку 4012 і заплечики 4013, у цьому порядку, починаючи з кінчика. Зовнішня нарізка 4012 розташована між заплечиками 4013 і кінчиком ніпеля 401 і є конусоподібною. Заплечики розташовані ближче до тіла труби 410, ніж розташована зовнішня нарізка 4012.

Муфта 402 включає внутрішню нарізку 4022 і заплечики 4023, у цьому порядку, починаючи з тіла труби 420. Внутрішня нарізка 4022 розташована між основою 4021 і заплечиками 4023 муфти 402 і є конусоподібною. Заплечики 4023 розташовані на кінчику муфти 402, щоб

відповідати запlechикам 4013 ніпеля 401.

Зовнішня нарізка 4012 ніпеля 401 і внутрішня нарізка 4022 муфти 402 угвинчуються одна в одну і, таким чином, згвинчуються.

Коли створюється крутний момент посадки нарізки, запlechики 4013 ніпеля 401 не знаходяться в контактi з запlechиками 4023 муфти 402. Коли створюється крутний момент посадки запlechиків, запlechики 4013 ніпеля 401 контактують з запlechиками 4023 муфти 402 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 4012 і 4022).

Запlechики 4013 ніпеля 401 і запlechики 4023 муфти 402 переважно мають форму, щоб бути перпендикулярними напрямку CL осі труби.

Зовнішня нарізка 4012 має таку ж конструкцію, що і зовнішня нарізка 11, описана вище, у той час як внутрішня нарізка 4022 має таку ж конструкцію, що і внутрішня нарізка 31, описана вище (див. Фіг. 2).

Таким чином, зовнішня і внутрішня нарізки 4012 і 4022 містять ділянку 11A зі змінною шириною нарізки і ділянку 11B з постійною шириною нарізки і мають форму клиноподібних нарізок.

У нарізному з'єднанні 400 переважно зовнішня нарізка 4012 включає скошені поверхні 4012с, а внутрішня нарізка 4022 включає скошені поверхні 4022с. Скошені поверхні 4012с є такими ж, як скошені поверхні 11с, розглянуті вище, і скошені поверхні 4022с є такими ж, як скошені поверхні 31с, розглянуті вище. Забезпечення скошених поверхонь полегшує вставляння ніпеля і поліпшує герметичність у нарізках.

Фігури 25A і 25B показують вигляди поздовжнього перерізу нарізного з'єднання 400, показаного на фіг. 24, один з крутним моментом посадки нарізки, а інший з крутним моментом посадки запlechиків.

Посилаючись на фіг. 25A, коли створюється крутний момент посадки нарізки, тобто, коли в ділянці 11A зі змінною шириною нарізки ніпеля 401 закладні сторони 111 і опорні сторони 212 зовнішньої нарізки 4012 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 4022 муфти 402, запlechики 4013 ніпеля 301 не знаходяться в контактi з запlechиками 4023 муфти 402. Відстань d між запlechиками 4013 ніпеля 401 і запlechиками 4023 муфти 402 обговорювалася вище.

З іншого боку, з посиланням на фіг. 25B, коли створюється крутний момент посадки запlechиків, запlechики 4013 ніпеля 401 контактують з запlechиками 4023 муфти 402 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 4012 і 4022).

Таким чином, нарізне з'єднання 400 виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 4012 ніпеля 401 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 4022 муфти 402, запlechики 4013 ніпеля 401 не знаходяться в контактi з запlechиками 4023 муфти 402, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування запlechики 4013 ніпеля 401 здатні контактувати з запlechиками 4023 муфти 402 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 4012 і 4022).

Таким чином, нарізне з'єднання 400 інтегрального типу також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Фіг. 26 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією П'ятого варіанта здійснення. Фіг. 26 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 26, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 26, нарізне з'єднання 400A згідно з першою варіацією П'ятого варіанта здійснення містить ніпель 401A і муфту 402A.

Пара труб 410A і 420A повинна бути з'єднана, а ніпель 401A передбачений на кінці труби однієї труби 410A.

Муфта 402A передбачена на кінці труби іншої труби 420A.

Ніпель 401A має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 4014 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 401. Ущільнювальна поверхня 4014 розташована між кінчиком ніпеля 401A і зовнішньою нарізкою 4012. Ущільнювальна поверхня 4014 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 4014 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 402A має конструкцію, одержану додаванням до муфти 402 ущільнювальної поверхні 4024 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 4014

ніпеля 401А. Ущільнювальна поверхня 4024 розташована між внутрішньою нарізкою 4022 і основою 4021 муфти 402А. Ущільнювальна поверхня 4024 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 4024 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Коли ніпель 401А вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 4014 і 4024 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 400А виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 401А закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 4012 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 4022 муфти 402А, заплечики 4013 ніпеля 401А не знаходяться в контакт з заплечиками 4023 муфти 402А, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики 4013 ніпеля 401А здатні контактувати з заплечиками 4023 муфти 402А до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 4012 і 4022).

Таким чином, нарізне з'єднання 400А також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 400А забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 400, оскільки воно включає ущільнення. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 400.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 400А може пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 400.

Фіг. 27 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією П'ятого варіанта здійснення. Фіг. 27 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 27, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 27, нарізне з'єднання 400В згідно з другою варіацією П'ятого варіанта здійснення містить ніпель 401В і муфту 402В.

Пара труб 410В і 420В повинна бути з'єднана, а ніпель 401В передбачений на кінці труби однієї труби 410В.

Муфта 402В передбачена на кінці труби іншої труби 420В.

Ніпель 401В має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 4015 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 401. Ущільнювальна поверхня 4015 розташована між зовнішньою нарізкою 4012 і заплечиками 4013 і є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 4015 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 402В має конструкцію, одержану додаванням до муфти 402 ущільнювальної поверхні 4025 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 4015 ніпеля 401В. Ущільнювальна поверхня 4025 розташована між внутрішньою нарізкою 4022 і заплечиками 4023 і є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 4025 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Коли ніпель 401В угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 4015 і 4025 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Кожні заплечики переважно утворюють злегка негативний кут (наприклад, від -5° до -20°). У варіантах реалізації, де ущільнювальна поверхня присутня близько до заплечиків, герметичність ущільнювальних поверхонь поліпшується, якщо кожен заплечик утворює негативний кут.

Нарізне з'єднання 400В також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 401В закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 4012 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої

нарізки 4022 муфти 402В, заплечики 4013 ніпеля 401В не знаходяться в контакт з заплечиками 4023 муфти 402В, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики 4013 ніпеля 401В здатні контактувати з заплечиками 4023 муфти 402В до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 4012 і 4022).

5 Таким чином, нарізне з'єднання 400В також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 400В забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 400, оскільки воно включає ущільнення. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 400.

10 З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 400В може пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 400.

15 Фіг. 28 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією П'ятого варіанта здійснення. Фіг. 28 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 28, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

20 Посилаючись на фіг. 28, нарізне з'єднання 400С згідно з третьою варіацією П'ятого варіанта здійснення містить ніпель 401С і муфту 402С.

Пара труб 410С і 420С повинна бути з'єднана, і ніпель 401С передбачений на кінці труби однієї труби 410С.

Муфта 402С передбачена на кінці труби іншої труби 420С.

25 Ніпель 401С має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 4014 і 4015, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь ніпеля), до ніпеля 401.

Муфта 402С має конструкцію, одержану додаванням до муфти 402 ущільнювальних поверхонь 4024 і 4025, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь муфти).

30 Коли ніпель 401С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 4014 і 4024 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 401С угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 4015 і 4025 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

35 Кожні заплечики переважно утворюють злегка негативний кут (наприклад, від -5° до -20°). У варіантах реалізації, де ущільнювальна поверхня присутня близько до заплечиків, герметичність ущільнювальних поверхонь поліпшується, якщо кожен заплечик утворює негативний кут.

40 Нарізне з'єднання 400С також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки ніпеля 401С закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 4012 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 4022 муфти 402С, заплечики 4013 ніпеля 401С не знаходяться в контакт з заплечиками 4023 муфти 402С, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики 4013 ніпеля 401С здатні контактувати з заплечиками 4023 муфти 402С до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 4012 і 4022).

45 Таким чином, нарізне з'єднання 400С також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 400С забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 400, оскільки воно включає два ущільнення. Враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 400.

50 З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 400С можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 400.

[Шостий варіант здійснення]

55 Фіг. 29 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з Шостим варіантом здійснення. Фіг. 29 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 29, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

60 Як показано на фіг. 29, нарізне з'єднання 500 згідно з Шостим варіантом здійснення містить ніпель 501 і муфту 502.

Нарізне з'єднання 500 являє собою нарізне з'єднання інтегрального типу.

Пара труб 510 і 520 повинна бути з'єднана, а ніпель 501 передбачений на кінці труби однієї труби 510.

Муфта 502 передбачена на кінці труби іншої труби 520.

5 Ніпель 501 включає зовнішню нарізку 5012, проміжні заплечики 5013 і зовнішню нарізку 5014, у цьому порядку, починаючи з кінчика.

Зовнішня нарізка 5012 розташована між кінчиком ніпеля 501 і проміжними заплечиками 5013 і є конусоподібною. Проміжні заплечики 5013 передбачені між зовнішніми нарізками 5012 і 5014. Зовнішня нарізка 5014 розташована між проміжними заплечиками 5013 і основою 5015 ніпеля 501 і є конусоподібною.

Таким чином, ніпель 501 має двоступінчасту конструкцію нарізки.

Муфта 502 містить внутрішню нарізку 5022, проміжні заплечики 5023 і внутрішню нарізку 5024, у цьому порядку, починаючи від тіла труби 520. Внутрішня нарізка 5022 розташована між основою 5021 муфти 502 і проміжними заплечиками 5023, щоб відповідати зовнішній нарізці 5012 ніпеля 501, і є конусоподібною. Проміжні заплечики 5023 розташовані між внутрішніми нарізками 5022 і 5024, щоб відповідати проміжним заплечикам 5013 ніпеля 501. Внутрішня нарізка 5024 розташована між проміжними заплечиками 5023 і кінчиком муфти 502 і є конусоподібною.

Таким чином, муфта 502 має двоступінчасту конструкцію нарізки, відповідну конструкції нарізки ніпеля 501.

Зовнішня нарізка 5012 ніпеля 501 і внутрішня нарізка 5022 муфти 502 угвинчуються одна в одну і, таким чином, згвинчуються.

Зовнішня нарізка 5014 ніпеля 501 і внутрішня нарізка 5024 муфти 502 угвинчуються одна в одну і, таким чином, згвинчуються.

25 Коли зовнішня нарізка 5012 угвинчується у внутрішню нарізку 5022, а зовнішня нарізка 5014 угвинчується у внутрішню нарізку 5024 і створюється крутний момент посадки нарізки, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 не знаходяться в контакт з проміжними заплечиками 5023 муфти 502; коли створюється крутний момент посадки заплечиків, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 контактують з проміжними заплечиками 5023 муфти 502 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і внутрішніх нарізок 5022 і 5024).

Проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 і проміжні заплечики 5023 муфти 502 переважно мають форму, щоб бути перпендикулярними напрямку CL осі труби.

Незалежно від того, чи створюється крутний момент посадки нарізки або крутний момент посадки заплечиків, кінчик ніпеля 501 не знаходиться в контакт з основою 5021 муфти 502, а також основа 5015 ніпеля 501 не контактує з кінчиком муфти 502.

35 Кожна з зовнішніх нарізок 5012 і 5014 має таку ж конструкцію, що і зовнішня нарізка 11, описана вище, у той час як внутрішні нарізки 5022 і 5024 мають таку ж конструкцію, що і внутрішня нарізка 31, описана вище (див. Фіг. 2).

Таким чином, кожна з зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і кожна з внутрішніх нарізок 5022 і 5024 має ділянку 11А зі змінною шириною нарізки і ділянку 11В з постійною шириною нарізки. Кожна з зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і кожна з внутрішніх нарізок 5022 і 5024 мають форму клиноподібною нарізки.

45 У нарізному з'єднанні 500 переважно зовнішня нарізка 5012 включає скошені поверхні 5012с, зовнішня нарізка 5014 включає скошені поверхні 5014с, внутрішня нарізка 5022 включає скошені поверхні 5022с, і внутрішня нарізка 5024 включає скошені поверхні 5024с. Скошені поверхні 5012с і 5014с є такими ж, як скошені поверхні 11с, розглянуті вище, а скошені поверхні 5022с і 5024с є такими ж, як скошені поверхні 31с, розглянуті вище.

Забезпечення скошених поверхонь полегшує вставляння ніпеля і поліпшує герметичність у нарізках.

50 Фігури 30А і 30В показують вигляди поздовжнього перерізу нарізного з'єднання 500, показаного на фіг. 29, один з крутним моментом посадки нарізки, а інший з крутним моментом посадки заплечиків.

Посилаючись на фіг. 30А, коли створюється крутний момент посадки нарізки, тобто, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки закладні сторони 111 і опорні сторони 212 зовнішніх нарізок 5012 і 5014 знаходяться у контакт з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312 внутрішніх нарізок 5022 і 5024 муфти 502, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 не знаходяться в контакт з проміжними заплечиками 5023 муфти 502. Відстань d між проміжними заплечиками 5013 ніпеля 501 і проміжними заплечиками 5023 муфти 502 обговорювалася вище.

60 З іншого боку, з посиланням на фіг. 30В, коли створюється крутний момент посадки заплечиків, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 контактують з проміжними заплечиками 5023

муфти 502 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і внутрішніх нарізок 5022 і 5024).

Таким чином, нарізне з'єднання 500 виконане таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 5012 і 5014 ніпеля 501 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 5022 і 5024 муфти 502, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 5023 муфти 502, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 здатні контактувати з проміжними заплечиками 5023 муфти 502 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і внутрішніх нарізок 5022 і 5024).

Таким чином, нарізне з'єднання 500 інтегрального типу також забезпечує діаграму, показану на фіг. 4.

Фіг. 31 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з першою варіацією Шостого варіанта здійснення. Фіг. 31 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 31, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 31, нарізне з'єднання 500A згідно з першою варіацією Шостого варіанта здійснення містить ніпель 501A і муфту 502A.

Пара труб 510A і 520A повинна бути з'єднана, і ніпель 501A передбачений на кінці труби однієї труби 510A.

Муфта 502A передбачена на кінці труби іншої труби 520A.

Ніпель 501A має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 5016 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 501. Ущільнювальна поверхня 5016 розташована між кінчиком ніпеля 501A і зовнішньою нарізкою 5012. Ущільнювальна поверхня 5016 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 5016 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 502A має конструкцію, одержану додаванням до муфти 502 ущільнювальної поверхні 5026 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 5016 ніпеля 501A. Ущільнювальна поверхня 5026 розташована між основою 5021 муфти 502A і внутрішньою нарізкою 5022. Ущільнювальна поверхня 5026 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 5026 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Коли ніпель 501A вгвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 5016 і 5026 також контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 500A також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11A зі змінною шириною нарізки ніпеля 501A закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 5012 і 5014 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 5022 і 5024 муфти 502A, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501A не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 5023 муфти 502A, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування проміжні заплечики 5013 ніпеля 501A здатні контактувати з проміжними заплечиками 5023 муфти 502A до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і внутрішніх нарізок 5022 і 5024).

Таким чином, нарізне з'єднання 500A також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 500A забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 500, оскільки воно включає ущільнення. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 500.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 500A може пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 500.

Фіг. 32 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з другою варіацією Шостого варіанта здійснення. Фіг. 32 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 32, відносно осі CL труби, знаходиться нижче

осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 32, нарізне з'єднання 500B згідно з другою варіацією Шостого варіанта здійснення включає ніпель 501B і муфту 502B.

Пара труб 510B і 520B повинна бути з'єднана, і ніпель 501B передбачений на кінці труби однієї труби 510B.

Муфта 502B передбачена на кінці труби іншої труби 520B.

Ніпель 501B має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальної поверхні 5017 (тобто ущільнювальної поверхні ніпеля) до ніпеля 501. Ущільнювальна поверхня 5017 розташована між зовнішньою нарізкою 5014 і основою 5015 ніпеля 501B. Ущільнювальна поверхня 5017 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 5017 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Муфта 502B має конструкцію, одержану додаванням до муфти 502 ущільнювальної поверхні 5027 (тобто ущільнювальної поверхні муфти), щоб відповідати ущільнювальній поверхні 5017 ніпеля 501B. Ущільнювальна поверхня 5027 розташована між внутрішньою нарізкою 5024 і кінчиком муфти 502B. Ущільнювальна поверхня 5027 є конічною. Більш точно, ущільнювальна поверхня 5027 має форму поверхні, щоб відповідати периферії зрізаного конуса, що зменшується в діаметрі до кінчика, або форму, одержану шляхом об'єднання периферії такого зрізаного конуса і поверхні, відповідної периферії твердого тіла обертання, що одержана обертанням кривої, такої як дуга навколо осі CL труби.

Коли ніпель 501B угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 5017 і 5027 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал.

Нарізне з'єднання 500B також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11A зі змінною шириною нарізки закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 5012 і 5014 ніпеля 501B контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 5022 і 5024 муфти 502B, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501B не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 5023 муфти 502B, а при додатковому обертанні у напрямку згвинчування проміжні заплечики 5013 ніпеля 501B здатні контактувати з проміжними заплечиками 5023 муфти 502B до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і внутрішніх нарізок 5022 і 5024).

Таким чином, нарізне з'єднання 500B також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 500B забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 500, оскільки воно включає ущільнення. Додатково, враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 500.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 500B може пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 500.

Фіг. 33 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання згідно з третьою варіацією Шостого варіанта здійснення. Фіг. 33 показує вигляд ділянки поздовжнього перерізу з'єднання пари труб, яка розташована вище осі CL труби; насправді дзеркальне зображення вигляду поздовжнього перерізу, показаного на фіг. 33, відносно осі CL труби, знаходиться нижче осі CL труби.

Посилаючись на фіг. 33, нарізне з'єднання 500C згідно з третьою варіацією Шостого варіанта здійснення містить ніпель 501C і муфту 502C.

Пара труб 510C і 520C повинна бути з'єднана, і ніпель 501C передбачений на кінці труби однієї труби 510C.

Муфта 502C передбачена на кінці труби іншої труби 520C.

Ніпель 501C має конструкцію, одержану додаванням ущільнювальних поверхонь 5016 і 5017 (тобто ущільнювальних поверхонь ніпеля) до ніпеля 501.

Муфта 502C має конструкцію, одержану додаванням до муфти 502 ущільнювальних поверхонь 5026 і 5027, обговорюваних вище (тобто ущільнювальних поверхонь муфти).

Коли ніпель 501C угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 5016 і 5026 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт метал-метал. Коли ніпель 501C угвинчується усередину, ущільнювальні поверхні 5017 і 5027 контактують одна з одною, а після того, як замкнене прилягання досягнуте, зчіплюються одна з одною для утворення ущільнення через контакт

метал-метал.

Нарізне з'єднання 500С також виконане таким чином, що, коли в ділянці 11А зі змінною шириною нарізки закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 5012 і 5014 ніпеля 501С контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 5022 і 5024 муфти 502С, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501С не знаходяться в контакті з проміжними заплечиками 5023 муфти 502С, а при додатковому обертанні у напрямку згвинчування проміжні заплечики 5013 ніпеля 501С здатні контактувати з проміжними заплечиками 5023 муфти 502С до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і внутрішніх нарізок 5022 і 5024).

Таким чином, нарізне з'єднання 500С також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Нарізне з'єднання 500С забезпечує більш високу ущільнювальну характеристику, ніж нарізне з'єднання 500, оскільки воно включає два ущільнення. Враховуючи це, ущільнювальна характеристика у нарізках може бути нижче, ніж у нарізного з'єднання 500.

З іншого боку, коли продовжується стягування, ущільнення нарізного з'єднання 500С можуть пластично деформуватися раніше нарізок або пластичної деформації заплечиків. Таким чином, діапазон крутного моменту, який приводить до нарізок, що забезпечують стабільну характеристику, може бути потенційно більш широким у нарізному з'єднанні 500.

У нарізному з'єднанні згідно з Шостим варіантом здійснення, кожен ніпель і муфта можуть мати три або більше виступів нарізки. У таких реалізаціях кожен ніпель і муфта мають два або більше проміжних заплечиків. Коли створюється крутний момент посадки нарізки, тобто, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішніх нарізок ніпеля знаходяться у контакті з закладними сторонами і опорними сторонами внутрішніх нарізок муфти, жодні з двох або більше проміжних заплечиків ніпеля не знаходяться у контакті з будь-якими з двох або більше проміжних заплечиків муфти; коли створюється крутний момент посадки заплечиків, при додатковому обертанні в напрямку згвинчування, щонайменше одні з двох або більше проміжних заплечиків ніпеля контактують щонайменше з одними з двох або більше проміжних заплечиків муфти до пластичної деформації нарізок.

Додатково, нарізне з'єднання згідно з Шостим варіантом здійснення може бути виконане таким чином, що кожне з ніпеля і муфти має три або більше виступів нарізки, і, крім того, модифіковане таким же чином, як нарізне з'єднання 500, обговорюване вище, для забезпечення одного з нарізних з'єднань 500А, 500В і 500С.

Фіг. 34 являє собою вигляд поздовжнього перерізу трапецеїдальної нарізки. Посилаючись на фіг. 34, зовнішня нарізка 51 має форму трапецеїдальної нарізки. Зовнішня нарізка 51 має закладну сторону 511 і опорну сторону 512.

Кут θ_1 нахилу закладної сторони 511 є позитивним кутом, а кут θ_2 нахилу опорної сторони 512 є негативним кутом.

Таким чином, у трапецеїдальній нарізці, кут θ_1 нахилу закладної сторони 511 є позитивним кутом, а кут θ_2 нахилу опорної сторони 512 є негативним кутом. Кут θ_1 нахилу знаходиться в діапазоні від 5° до 30° , а кут θ_2 нахилу знаходиться в діапазоні від 0° до -15° . Кут θ_1 нахилу може дорівнювати або відрізнятися від кута θ_2 нахилу.

Фігури 35А і 35В показують вигляди поздовжнього перерізу ділянки зі змінною шириною нарізки і ділянки з постійною шириною нарізки нарізного з'єднання 10 на основі конструкції, показаної на фіг. 1, у якій використовується трапецеїдальна нарізка. Фіг. 35А являє собою вигляд поздовжнього перерізу ділянки 11А зі змінною шириною нарізки, а фіг. 35В являє собою вигляд поздовжнього перерізу ділянки 11В з постійною шириною нарізки.

У варіантах здійснення зовнішня і внутрішня нарізки, що мають форму трапецеїдальної нарізки, можуть використовуватися як нарізки ніпелів 1 і 2 і муфт 3 і 4 нарізного з'єднання 10.

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки, закладна сторона 511 і опорна сторона 512 зовнішньої нарізки 51 повернуті до закладної сторони 711 і опорної сторони 712, відповідно, внутрішньої нарізки 71, а вершина 513 нарізки зовнішньої нарізки 51 повернута до заглиблення 713 нарізки внутрішньої нарізки 71.

Під час замкненого прилягання, закладна сторона 511 і опорна сторона 512 зовнішньої нарізки 51 знаходяться у контакті з закладною стороною 711 і опорною стороною 712, відповідно, внутрішньої нарізки 71, а вершина 513 нарізки зовнішньої нарізки 51 знаходиться в контакті з заглибленням 713 нарізки внутрішньої нарізки 71. Таким чином, під час замкненого прилягання, у трапецеїдальній нарізці, також, зовнішня нарізка 51 ділянки 11А зі змінною шириною нарізки знаходиться в контакті з внутрішньою нарізкою 71 без зазору відносно внутрішньої нарізки 71.

Додатково, у ділянці 11А зі змінною шириною нарізки, крок d_s стабілізації для закладних

сторін 111 відрізняється від кроку d_1 навантаження для опорних сторін 112.

У ділянці 11В з постійною шириною нарізки, також, закладна сторона 511 і опорна сторона 512 зовнішньої нарізки 51 повернуті до закладної сторони 711 і опорної сторони 712, відповідно, внутрішньої нарізки 71, а вершина 513 нарізки зовнішньої нарізки 51 повернута до заглиблення 713 нарізки внутрішньої нарізки 71.

Під час замкненого прилягання, закладна сторона 511 зовнішньої нарізки 51 має зазор 60 відносно закладної сторони 711 внутрішньої нарізки 71, опорна сторона 512 зовнішньої нарізки 51 знаходиться в контакті з опорною стороною 712 внутрішньої нарізки 71, а вершина 513 нарізки зовнішньої нарізки 51 знаходиться в контакті з заглибленням 713 нарізки внутрішньої нарізки 71. Таким чином, у трапецеїдальній нарізці, також, зовнішня нарізка 51 ділянки 11В з постійною шириною нарізки має зазор 60 відносно внутрішньої нарізки 71, що прилягає до закладної сторони 511 під час замкненого прилягання.

Додатково, у ділянці 11В з постійною шириною нарізки, крок d_s стабілізації для закладних сторін 511 дорівнює кроку d_1 навантаження для опорних сторін 512.

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки і ділянці 11В з постійною шириною нарізки, кожне з вершини 513 нарізки зовнішньої нарізки 51 і заглиблення 713 нарізки внутрішньої нарізки 71 має форму поверхні, відповідну периферії циліндра, що має центральну вісь, вирівняну з віссю CL труби. Альтернативно, кожне з вершини 513 нарізки зовнішньої нарізки 51 і заглиблення 713 нарізки внутрішньої нарізки 71 може мати форму поверхні, відповідну периферії зрізаного конуса, що має центральну вісь, вирівняну з віссю CL труби.

Зовнішня нарізка 51 включає скошені поверхні 511с. Скошені поверхні 511с являють собою похилу поверхню, що з'єднує закладну сторону 511 і заглиблення зовнішньої нарізки 51. Внутрішня нарізка 71 переважно включає скошені поверхні 711с, відповідні скошеним поверхням 511с зовнішньої нарізки 51.

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки під час замкненого прилягання, скошена поверхня 511с зовнішньої нарізки 51 знаходиться в контакті зі скошеною поверхнею 711с внутрішньої нарізки 71 (див. (а)). З іншого боку, у ділянці 11В з постійною шириною нарізки під час замкненого прилягання, скошена поверхня 511с зовнішньої нарізки 51 не знаходиться в контакті зі скошеною поверхнею 711с внутрішньої нарізки 71.

Забезпечення скошених поверхонь полегшує вставляння ніпеля і поліпшує герметичність у нарізках. Кут скошених поверхонь 511с, відповідно, знаходиться в діапазоні від 30° до 60° відносно заглиблення зовнішньої нарізки 51.

Як обговорювалося вище, у варіантах реалізацій, що використовують зовнішню і внутрішню нарізки 51 і 71, утворені як трапецеїдальні нарізки, під час замкненого прилягання, закладні сторони 511 і опорні сторони 512 зовнішньої нарізки 51 у ділянці 11В з постійною шириною нарізки знаходяться у контакті з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки 71 муфти.

Таким чином, у реалізаціях, де зовнішня і внутрішня нарізки 51 і 71, що мають форму трапецеїдальних нарізок, використовуються як зовнішня і внутрішня нарізки 11 і 31 нарізного з'єднання 10, нарізне з'єднання 10 виконане таким чином, що заплички 12 (тобто кінчик) ніпеля 1 не знаходяться в контакті з запличками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2, коли закладні сторони 511 і опорні сторони 512 зовнішньої нарізки 51 контактують з закладними сторонами і опорними сторонами, відповідно, внутрішньої нарізки 71 муфти, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплички 12 (тобто кінчик) ніпеля 1 здатні контактувати з запличками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 51 і 71).

Таким чином, коли зовнішня і внутрішня нарізки 51 і 71, що мають форму трапецеїдальних нарізок, використовуються як зовнішня і внутрішня нарізки 11 і 31 нарізного з'єднання 10, нарізне з'єднання 10 також забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

У варіантах здійснення, зовнішня і внутрішня нарізки 51 і 71, що мають форму трапецеїдальної нарізки, можуть бути застосовані до будь-якого з нарізних з'єднань 10А, 10В, 10С, 100, 100А, 100В, 100С, 200, 200А, 200В, 200С, 300, 300А, 300В, 300С, 400, 400А, 400В, 400С, 500, 500А, 500В і 500С.

У таких випадках одне з нарізних з'єднань 10А, 10В, 10С, 100, 100А, 100В, 100С, 200, 200А, 200В, 200С, 300, 300А, 300В, 300С, 400, 400А, 400В, 400С, 500, 500А, 500В і 500С забезпечує діаграму крутного моменту, показану на фіг. 4.

Таким чином, у варіантах здійснення, зовнішня і внутрішня нарізки можуть бути клиноподібними нарізками або трапецеїдальними нарізками.

Додатково, у нарізному з'єднанні 10 вищеописана зовнішня нарізка 11 може складатися тільки з ділянки 11А зі змінною шириною нарізки. Це пов'язано з тим, що, навіть якщо ділянка

11В з постійною шириною нарізки не передбачена, крутний момент збільшується, оскільки закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 зіштовхуються з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312 внутрішньої нарізки 31, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування додатково збільшується, коли кінчик ніпеля 1 зіштовхується з кінчиком ніпеля 2 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31), тим самим забезпечуючи широкий діапазон крутного моменту. Таким чином, зовнішня нарізка 11 вимагає включення щонайменше ділянки 11А зі змінною шириною нарізки. По тих же причинах, у нарізних з'єднаннях 10А, 10В, 10С, 100, 100А, 100В, 100С, 200, 200А, 200В, 200С, 300, 300А, 300В, 300С, 400, 400А, 400В, 400С, 500, 500А, 500В і 500С, зовнішня нарізка 11 вимагає включення щонайменше ділянки 11А зі змінною шириною нарізки.

Перший варіант здійснення, розглянутий вище, описує нарізне з'єднання 10 муфтового типу, сконструйоване таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3, заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1 не знаходяться в контакт з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1 здатні контактувати з заплечиками 22 (тобто кінчиком) ніпеля 2 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Другий варіант здійснення, розглянутий вище, описує нарізне з'єднання 100 муфтового типу, сконструйоване таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11 ніпеля 1 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31 муфти 3D, заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1 не знаходяться в контакт з заплечиками 34 муфти 3D, а при додатковому обертанні у напрямку згинчування заплечики 12 (тобто кінчик) ніпеля 1 здатні контактувати з заплечиками 34 муфти 3D до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 11 і 31).

Третій варіант здійснення, розглянутий вище, описує нарізне з'єднання 200 муфтового типу, сконструйоване таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 211 і 212 ніпеля 201 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 231 і 232 муфти 203, проміжні заплечики 213 ніпеля 201 не знаходяться в контакт з проміжними заплечиками 233 муфти 203, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування проміжні заплечики 213 ніпеля 201 здатні контактувати з проміжними заплечиками 233 муфти 203 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 211 і 212 і внутрішніх нарізок 231 і 232).

Четвертий варіант здійснення, розглянутий вище, описує нарізне з'єднання 300 інтегрального типу, сконструйоване таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 3012 ніпеля 301 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 3022 муфти 302, заплечики 3011 ніпеля 301 не знаходяться в контакт з заплечиками 3021 муфти 302, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування заплечики 3011 ніпеля 301 здатні контактувати з заплечиками 3021 муфти 302 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 3012 і 3022).

П'ятий варіант здійснення, розглянутий вище, описує нарізне з'єднання 400 інтегрального типу, сконструйоване таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 4012 ніпеля 401 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 4022 муфти 402, заплечики 4013 ніпеля 401 не знаходяться в контакт з заплечиками 4023 муфти 402, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування заплечики 4013 ніпеля 401 здатні контактувати з заплечиками 4023 муфти 402 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішньої і внутрішньої нарізок 4012 і 4022).

Шостий варіант здійснення, розглянутий вище, описує нарізне з'єднання 500 інтегрального типу, сконструйоване таким чином, що, коли закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішніх нарізок 5012 і 5014 ніпеля 501 контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішніх нарізок 5022 і 5024 муфти 502, проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 не знаходяться в контакт з проміжними заплечиками 5023 муфти 502, а при додатковому обертанні в напрямку згинчування проміжні заплечики 5013 ніпеля 501 здатні контактувати з проміжними заплечиками 5023 муфти 502 до пластичної деформації нарізок (тобто зовнішніх нарізок 5012 і 5014 і внутрішніх нарізок 5022 і 5024).

У ділянці 11А зі змінною шириною нарізки, закладні сторони 111 і опорні сторони 112 зовнішньої нарізки 11, наприклад, контактують з закладними сторонами 311 і опорними сторонами 312, відповідно, внутрішньої нарізки 31, наприклад, муфти 3, наприклад.

Відповідно, нарізне з'єднання згідно з варіантом здійснення потрібне тільки для нарізного

з'єднання для з'єднання труб і містить ніпель, який включає зовнішню нарізку, що має ділянку зі змінною шириною нарізки, і муфту, яка включає внутрішню нарізку, що має ділянку зі змінною шириною нарізки, де зовнішня нарізка входить у зачеплення з внутрішньою нарізкою, а заплечики, передбачені на ніпелі, не знаходяться в контакті з заплечиками, передбаченими на іншому елементі, коли закладна сторона і опорна сторона зовнішньої нарізки контактують з закладною стороною і опорною стороною, відповідно, внутрішньої нарізки, а при додатковому обертанні в напрямку згвинчування заплечики, передбачені на ніпелі, здатні контактувати з заплечиками, передбаченими на іншому елементі, до пластичної деформації нарізок.

Якщо нарізне з'єднання має одну із цих конструкцій, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки контактують з закладними сторонами і опорними сторонами внутрішньої нарізки, крутний момент збільшується уздовж прямої лінії k2, показаної на фіг. 4, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки зіштовхуються з закладними сторонами і опорними сторонами внутрішньої нарізки, і при додатковому обертанні в напрямку згвинчування, і коли заплечики, передбачені на ніпелі, контактують з заплечиками, передбаченими на іншому елементі, до пластичної деформації нарізок, крутний момент додатково збільшується уздовж вигнутої лінії k3, показаної на фіг. 4, коли заплечики, передбачені на ніпелі, зіштовхуються з заплечиками, передбаченими на іншому елементі. Додатково, забезпечується достатня ущільнювальна характеристика в ущільненні, коли закладні сторони і опорні сторони зовнішньої нарізки контактують з закладними сторонами і опорними сторонами внутрішньої нарізки, тому що це збільшує діапазон крутного моменту, який забезпечує задану характеристику в нарізному з'єднанні.

Слід розуміти, що розкриті тут варіанти здійснення є прикладами здійснення у всіх відношеннях, а не обмежувальними. Обсяг даного винаходу не обмежується вищеописаними варіантами здійснення, а формулою винаходу, і передбачається, що всі модифікації в межах духу і обсягу, еквівалентні вимогам формули винаходу, включені.

Промислова застосовність

Даний винахід може бути застосований до нарізних з'єднань.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Нарізне з'єднання (10, 10A, 10B, 10C) для з'єднання пари труб з використанням з'єднання (5, 5A, 5B, 5C), яке містить:

пару ніпельів (1, 2), (1A, 2A), (1B, 2B), (1C, 2C), (1D, 2D), причому кожний з ніпельів передбачений на кінці труби відповідної однієї з труб (6, 7), (6A, 7A), (6B, 7B), (6C, 7C), включає клиноподібну зовнішню різь (11), яка має ділянку (11A) зі змінюваною шириною різі і ділянку (11B) зі сталою шириною різі, і заплечик (12, 22) на її кінчику; і

пару муфт (3, 4), (3A, 4A), (3B, 4B), (3C, 4C), причому кожна з муфт передбачена на відповідному кінці з'єднання і включає клиноподібну внутрішню різь (31), що має ділянку зі змінюваною шириною різі і ділянку зі сталою шириною різі,

при цьому зовнішня різь (11) входить в зачеплення з внутрішньою різзю (31),

при цьому ділянка (11A) зі змінюваною шириною різі ніпеля розташована прилегло до заплечика ніпеля, а ділянка (11B) зі сталою шириною різі ніпеля розташована прилегло до основи (13) ніпеля, і

заплечики (12, 22) ніпельів пари труб виконані так, що при контакті закладних сторін (111) і опорних сторін (112) в ділянках (11A) зі змінюваною шириною різі зовнішніх різей ніпельів пари труб із закладними сторонами (311) і опорними сторонами (312), відповідно, в ділянках зі змінюваною шириною різі внутрішніх різей (31) муфт, так що крутний момент згвинчування збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту торкання заплечиків, заплечики (12, 22) ніпельів пари труб не знаходяться в контакті один з одним, а при додатковому обертанні, в напрямку згвинчування, заплечики (12, 22) ніпельів пари труб здатні контактувати один з одним до пластичної деформації різей і крутний момент згвинчування додатково збільшується вище рівня крутного моменту торкання заплечиків.

2. Нарізне з'єднання за п. 1, в якому в ділянці (11A) зі змінюваною шириною різі закладна сторона (111), вершина (113) і опорна сторона (112) зовнішньої різі (11) контактують із закладною стороною (311), заглибленням (313) і опорною стороною (312), відповідно, внутрішньої різі (31), для забезпечення герметичності в нарізному з'єднанні.

3. Нарізне з'єднання за п. 1 або 2, в якому один з ніпельів (1D, 2D) пари труб додатково включає в себе охоплювальну ущільнювальну поверхню (17D) ніпеля, передбачену на внутрішній периферії його кінчика, а інший ніпель (2D) додатково включає охоплювану ущільнювальну поверхню (27D) ніпеля, передбачену на зовнішній периферії його кінчика, і при цьому

охоплювальна ущільнювальна поверхня (17D) ніпеля герметично контактує з охоплюваною ущільнювальною поверхнею (27D) ніпеля.

4. Нарізне з'єднання (100, 100A, 100B, 100C, 300, 300A, 300B, 300C) для з'єднання труб ((6, 7), (6A, 7A), (6B, 7B), (6C, 7C), (310, 320), (310A, 320A), (310B, 320B), (310C, 320C)), яке містить:

5 ніпель (1, 2, 1A, 2A, 1B, 2B, 1C, 2C, 301, 301A, 301B, 301C), що включає клиноподібну зовнішню різь (11), що має ділянку зі змінюваною шириною різі і ділянку зі сталою шириною різі; і муфту (3D, 4D, 3E, 4E, 3F, 4F, 3G, 4G), що включає клиноподібну внутрішню різь (31), що має ділянку зі змінюваною шириною різі і ділянку зі сталою шириною різі, при цьому зовнішня різь (11) входить в зачеплення з внутрішньою різзю (31), заплечик (12, 22) передбачений на кінчику ніпеля; заплечик (34, 44) передбачений на муфті, щоб відповідати заплечики ніпеля; при цьому ділянка зі змінюваною шириною різі ніпеля розташована прилегло до заплечика ніпеля, а ділянка зі сталою шириною різі ніпеля розташована прилегло до основи (13; 23) ніпеля;

15 заплечики (12, 34, 22, 44) виконані так, що при контакті закладної сторони і опорної сторони в ділянці зі змінюваною шириною різі зовнішньої різі (11) із закладною стороною і опорною стороною, відповідно, в ділянці зі змінюваною шириною різі внутрішньої різі (31), так що крутний момент згвинчування збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту торкання заплечиків, заплечик (12, 22), передбачений на ніпелі, не знаходиться в контакті із заплечиком (34, 44), передбаченим на муфті, а при додатковому обертанні, в напрямку згвинчування, заплечик (12, 22), передбачений на ніпелі, здатний контактувати із заплечиком (34, 44), передбаченим на муфті, до пластичної деформації різей і крутний момент згвинчування додатково збільшується вище рівня крутного моменту торкання заплечиків.

25 5. Нарізне з'єднання за п. 4, в якому в ділянці зі змінюваною шириною різі, закладна сторона, вершина і опорна сторона зовнішньої різі (11) контактують із закладною стороною, заглибленням і опорною стороною, відповідно, внутрішньої різі (31), для забезпечення герметичності в нарізному з'єднанні.

30 6. Нарізне з'єднання (400, 400A, 400B, 400C) для з'єднання труб ((410, 420), (410A, 420A), (410B, 420B), (410C, 420C)), яке містить:

ніпель (401, 401A, 401B, 401C), що включає клиноподібну зовнішню різь (4012), що має ділянку зі змінюваною шириною різі і ділянку зі сталою шириною різі; і муфту (402, 402A, 402B, 402C), що включає клиноподібну внутрішню різь (4022), що має ділянку зі змінюваною шириною різі і ділянку зі сталою шириною різі, при цьому зовнішня різь (4012) входить в зачеплення з внутрішньою різзю (4022), заплечик (4023) передбачений на кінчику муфти; заплечик (4013) передбачений на ніпелі, щоб відповідати заплечики (4023) муфти; і ділянка зі змінюваною шириною різі ніпеля розташована прилегло до кінчика ніпеля, а ділянка зі сталою шириною різі ніпеля розташована прилегло до основи ніпеля;

40 заплечики (4023, 4013) муфти і ніпеля виконані так, що при контакті закладної сторони і опорної сторони в ділянці зі змінюваною шириною різі зовнішньої різі (4012) із закладною стороною і опорною стороною, відповідно, в ділянці зі змінюваною шириною різі внутрішньої різі (4022), так що крутний момент згвинчування збільшується від рівня крутного моменту замкненого прилягання до рівня крутного моменту торкання заплечиків, заплечики (4023, 4013) муфти і ніпеля не знаходяться в контакті один з одним, а при додатковому обертанні, в напрямку згвинчування, заплечики (4023, 4013) муфти і ніпеля здатні контактувати один з одним до пластичної деформації різей і крутний момент згвинчування додатково збільшується вище рівня крутного моменту торкання заплечиків.

50 7. Нарізне з'єднання за п. 6, в якому в ділянці зі змінюваною шириною різі, закладна сторона, вершина і опорна сторона зовнішньої різі контактують із закладною стороною, заглибленням і опорною стороною, відповідно, внутрішньої різі, для забезпечення герметичності в нарізному з'єднанні.

8. Нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-7, в якому: ніпель включає в себе ущільнювальну поверхню ніпеля, розташовану ближче до кінця труби і/або тіла труби, ніж зовнішня різь, як визначено вздовж напрямку осі труби; муфта включає в себе ущільнювальну поверхню муфти, передбачену щоб відповідати ущільнювальній поверхні ніпеля; і ущільнювальна поверхня ніпеля герметично контактує з ущільнювальною поверхнею муфти.

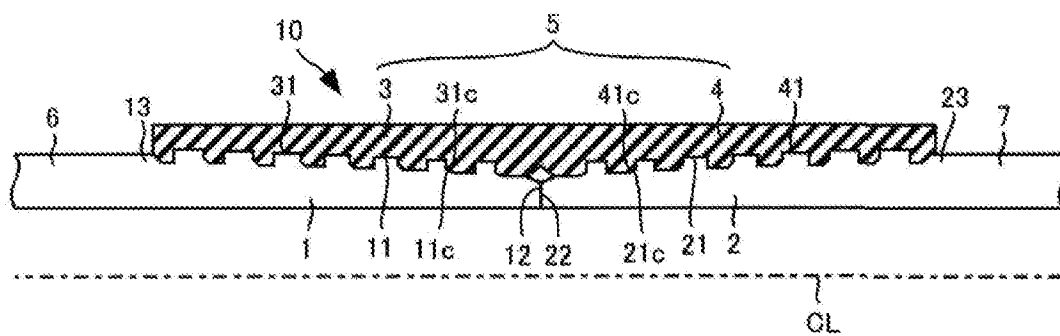


Fig. 1

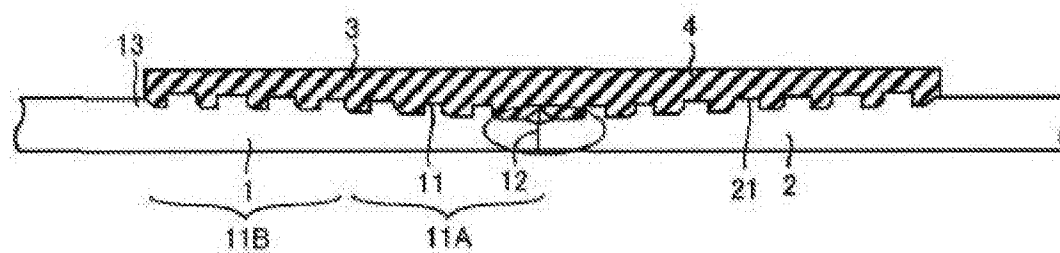


Fig. 2

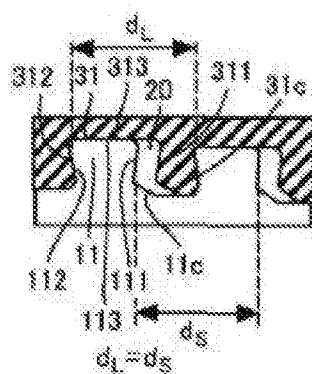


Fig. 2A

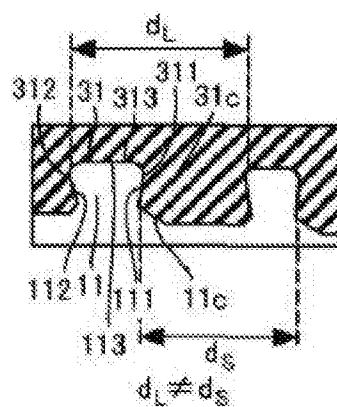


Fig. 2B

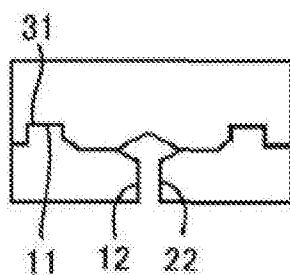


Fig. 2C

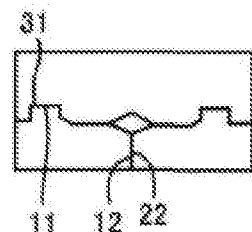


Fig. 2D



Fig. 3

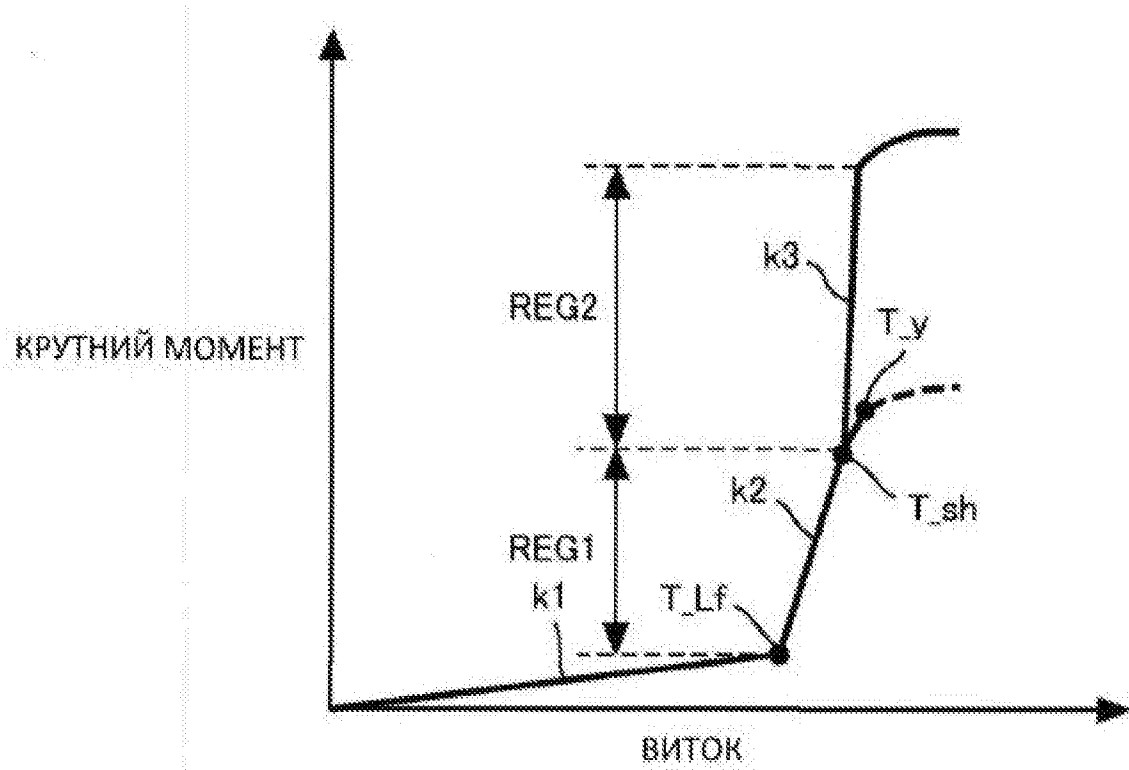
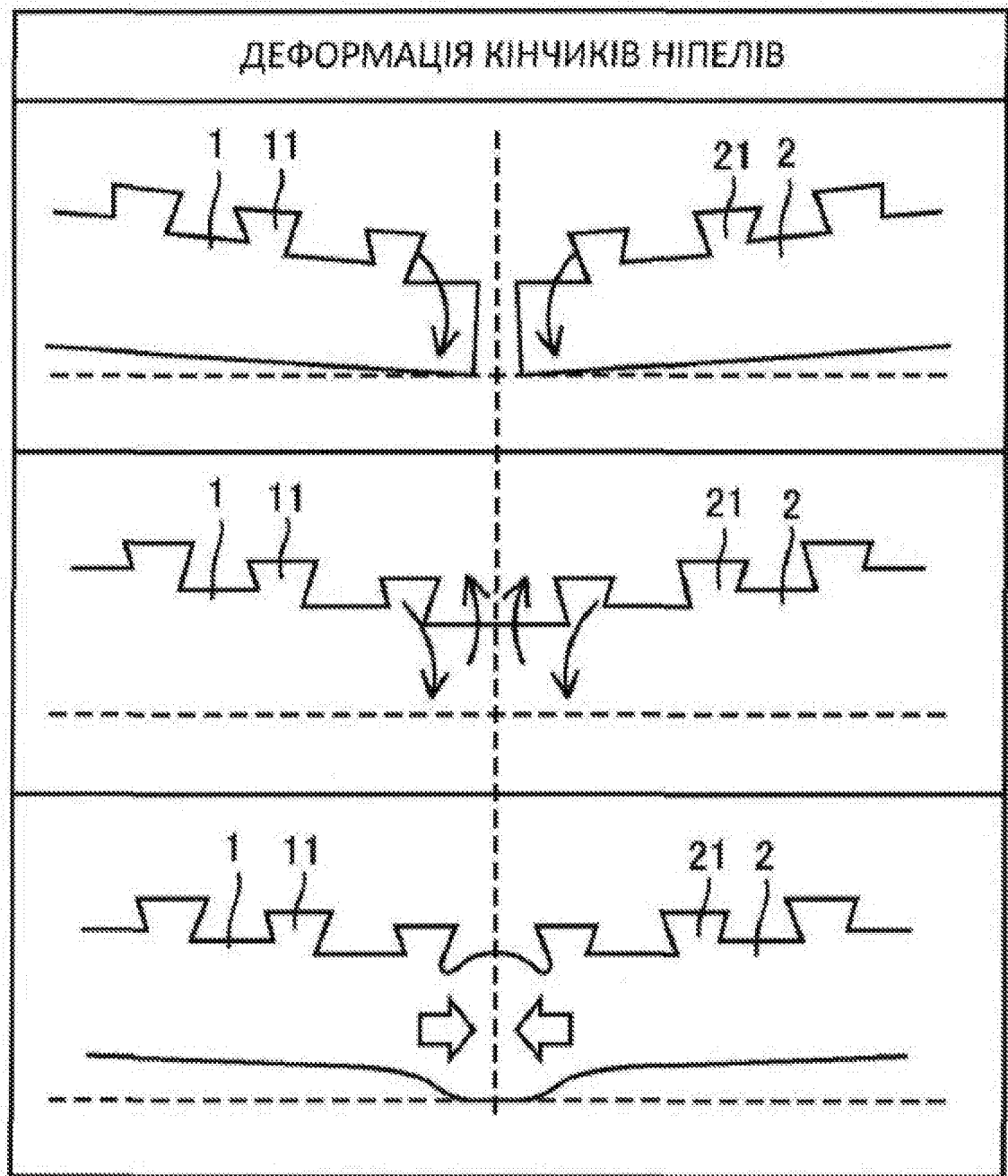
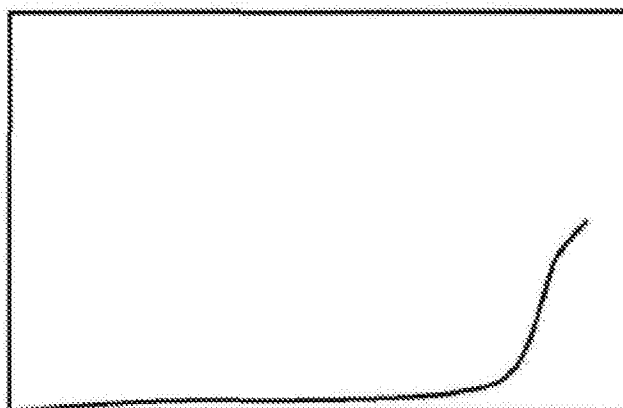


Fig.4



Фіг.5

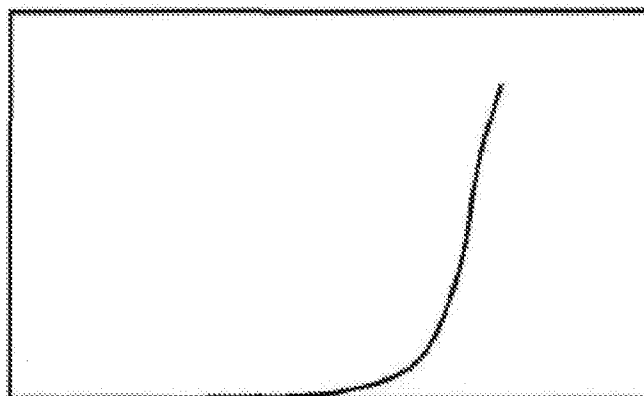
КРУТНИЙ МОМЕНТ



ЧИСЛО ВИТКІВ

Фіг.6А

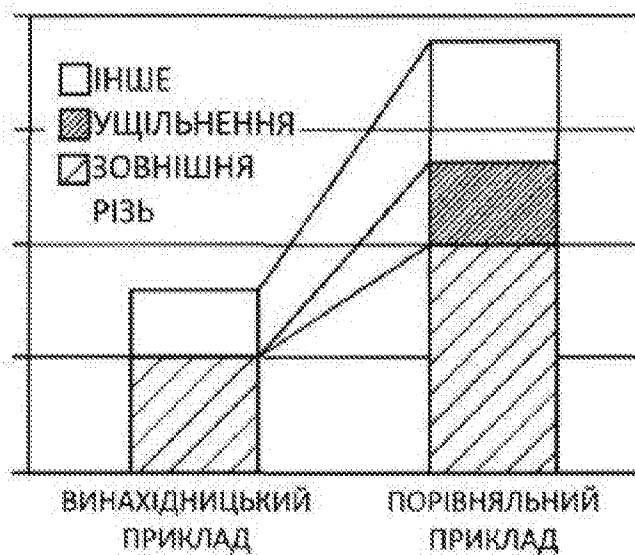
КРУТНИЙ МОМЕНТ



ЧИСЛО ВИТКІВ

Фіг.6В

ЧАС МЕХАНІЧНОЇ
ОБРОБКИ



Фіг.6С

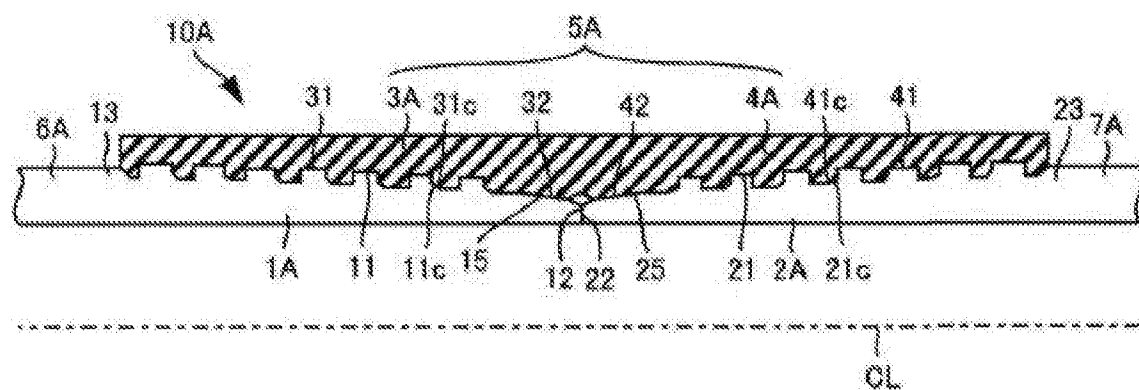


Fig.7

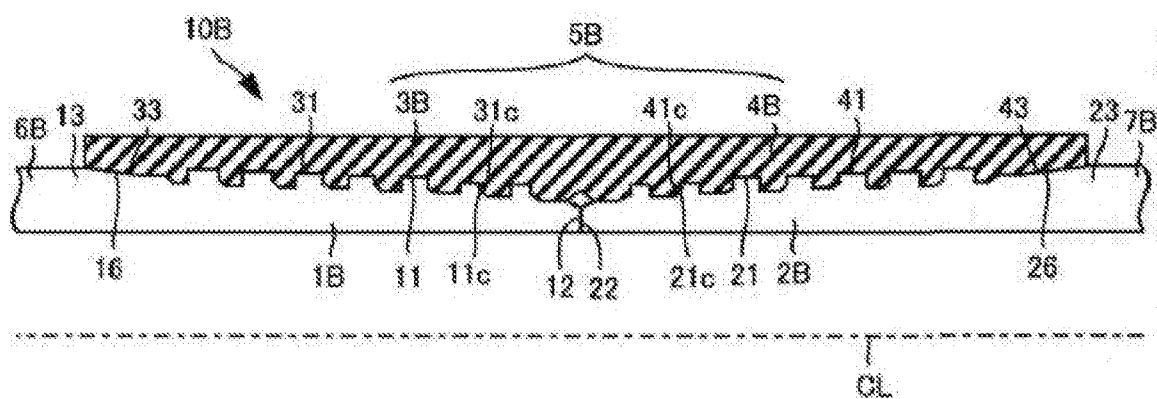


Fig.8

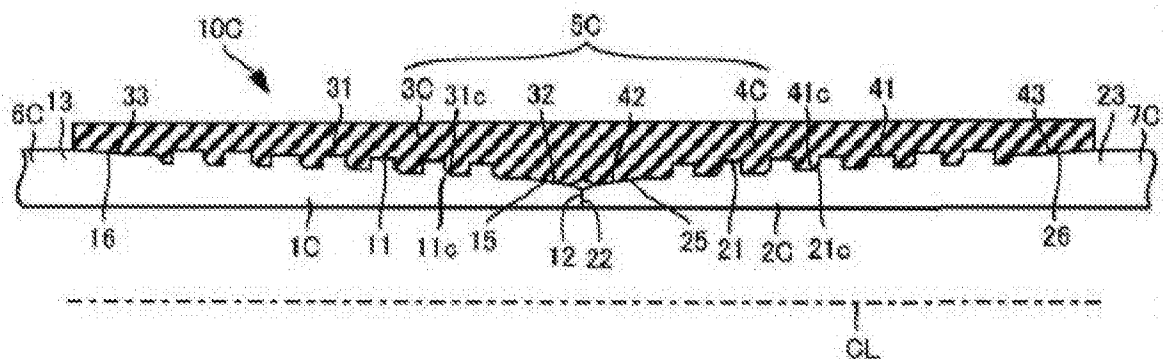


Fig.9

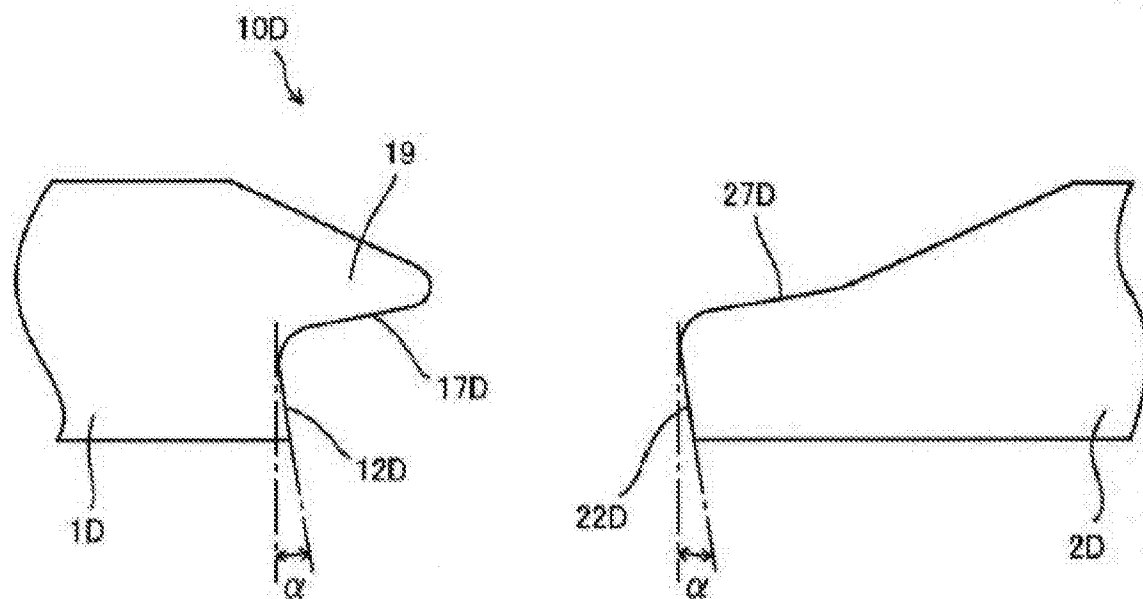


Fig. 9A

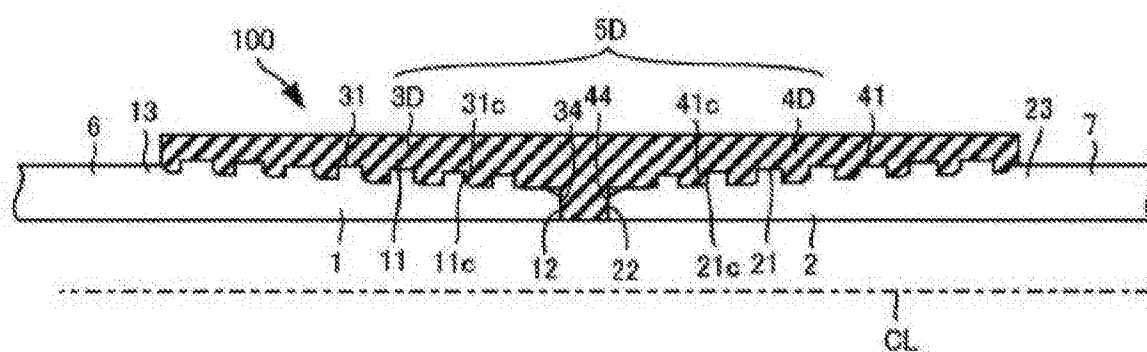


Fig. 10

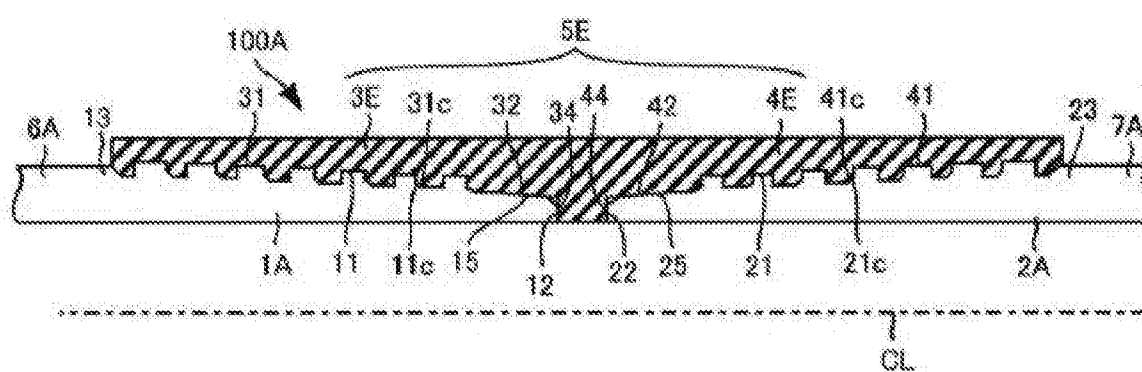


Fig. 11

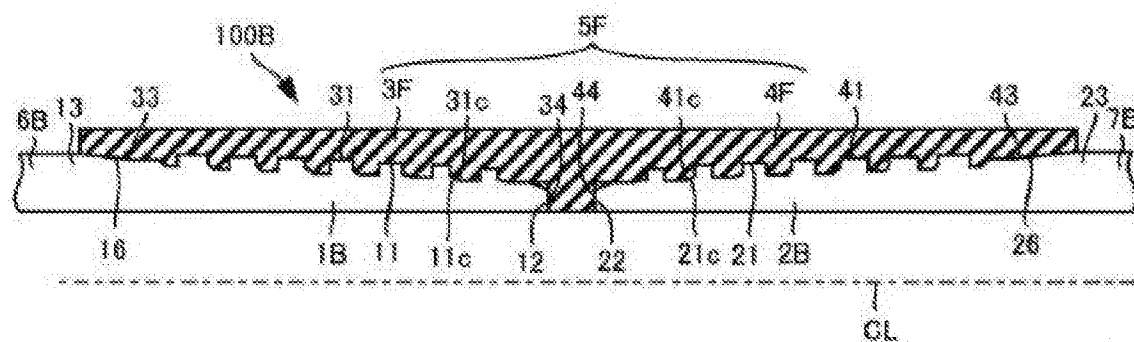


Fig. 12

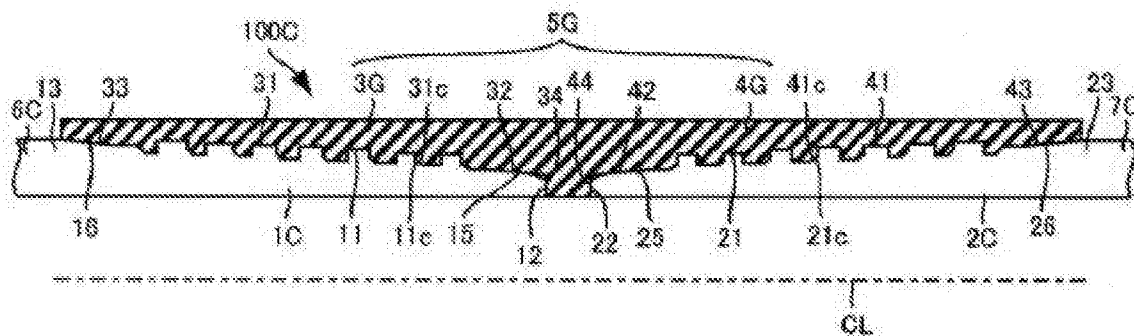


Fig. 13

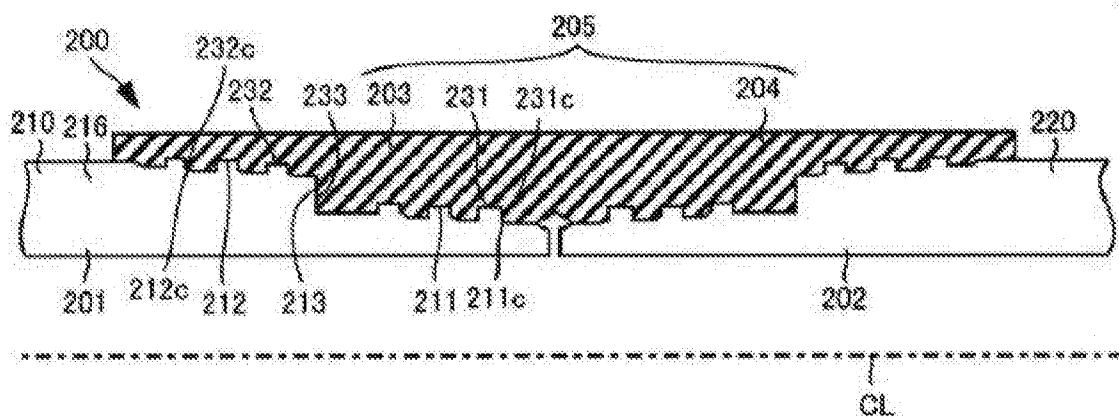


Fig. 14

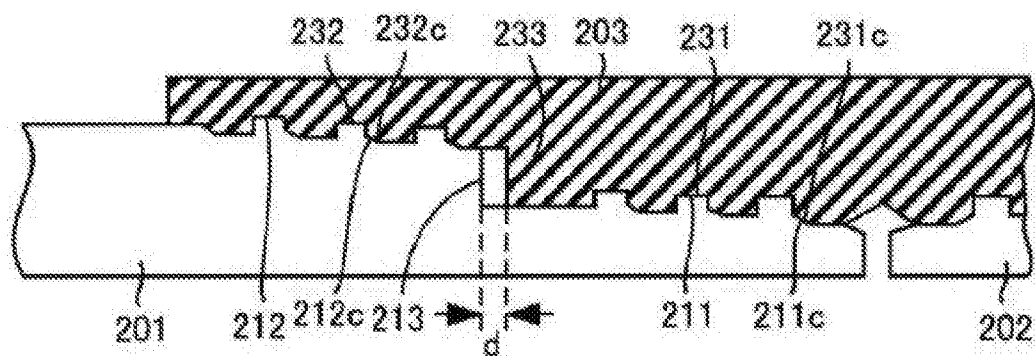


Fig. 15A

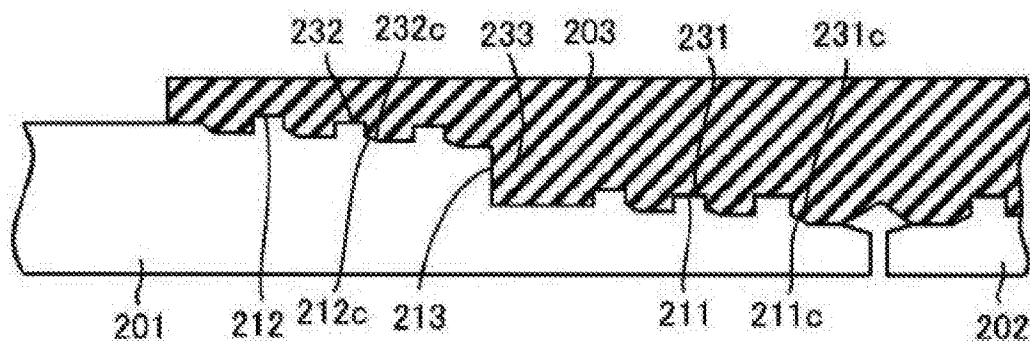


Fig. 15B

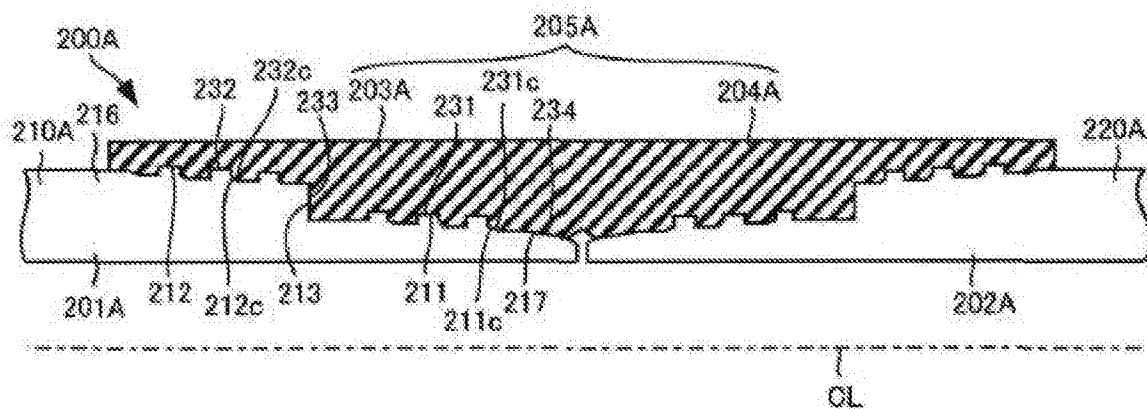


Fig. 16

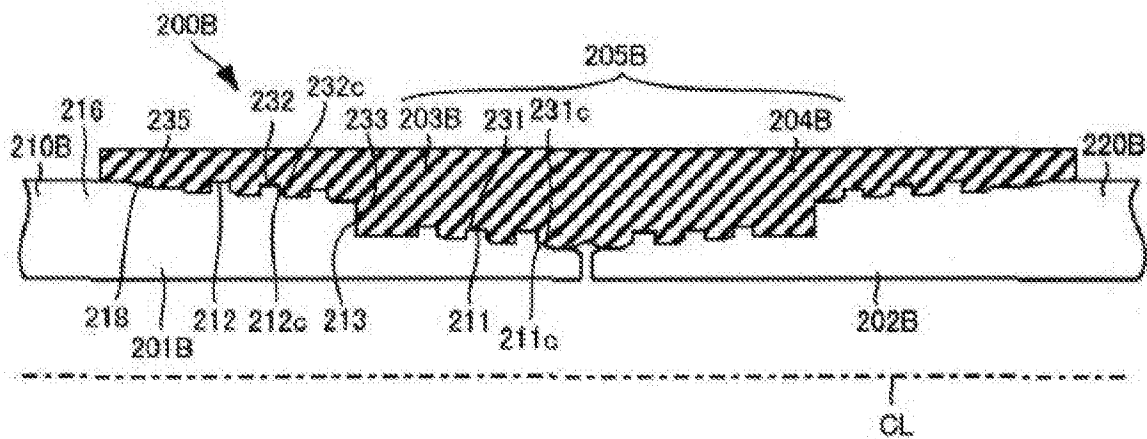


Fig. 17

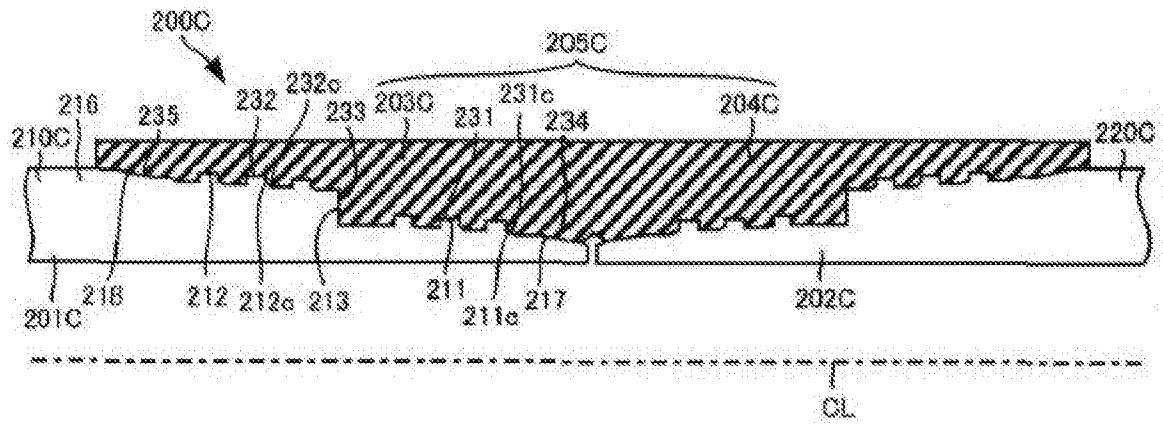


Fig. 18

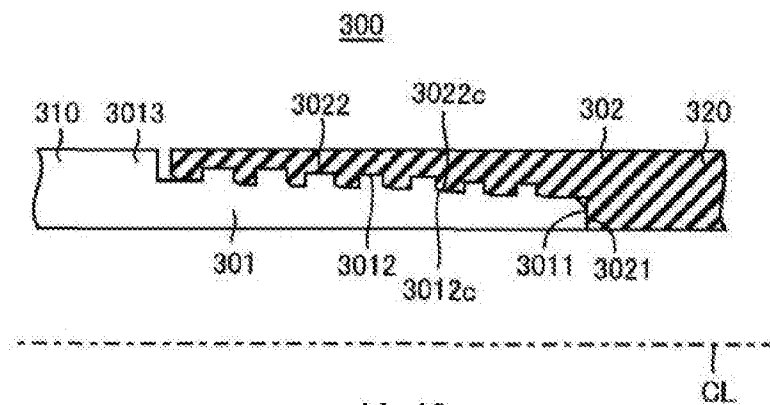


Fig. 19

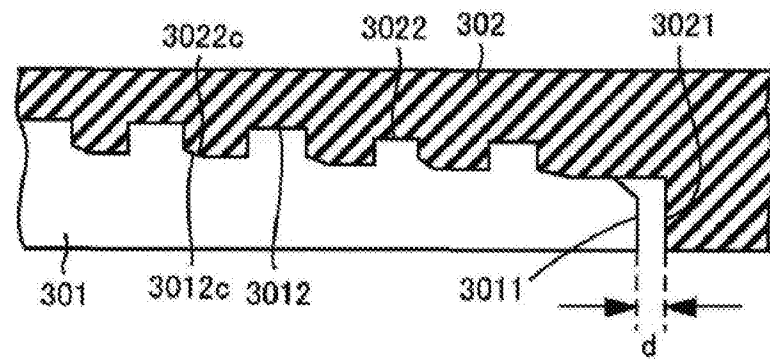


Fig. 20A

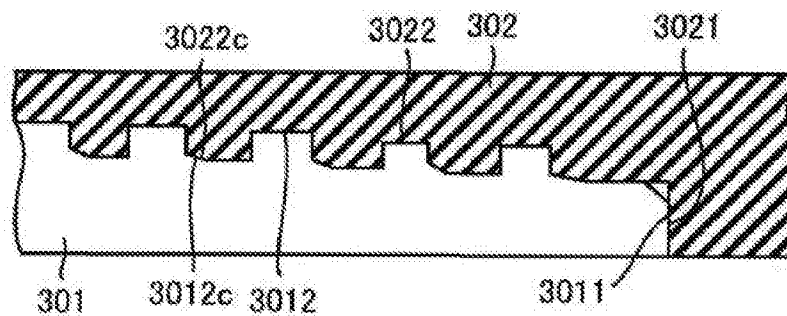


Fig. 20B

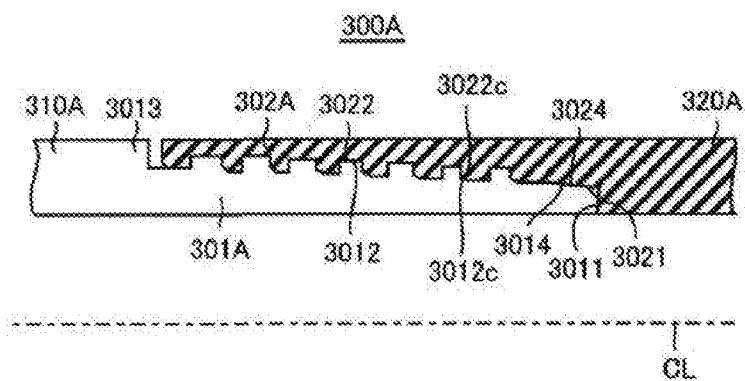


Fig.21

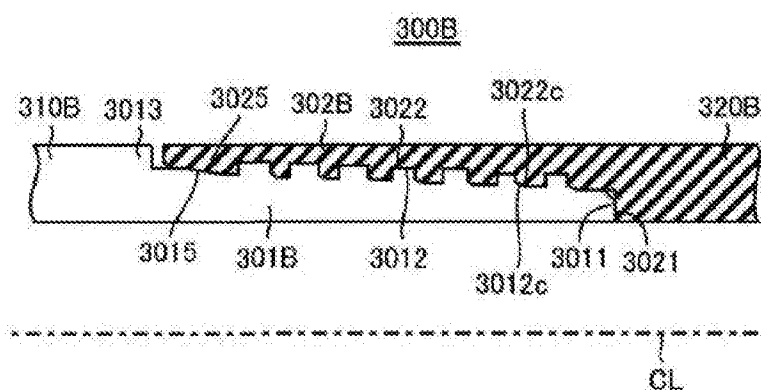


Fig.22

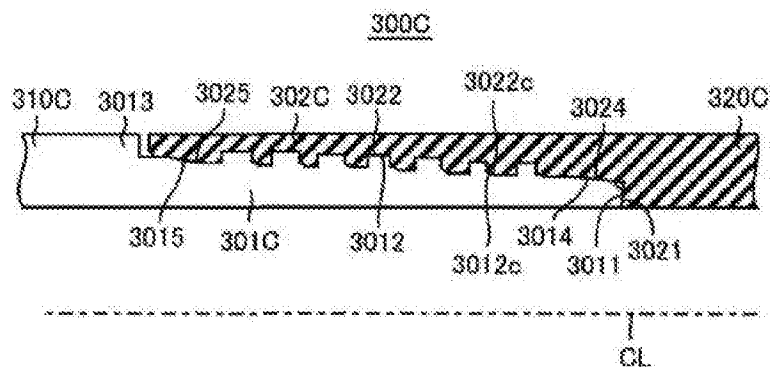


Fig.23

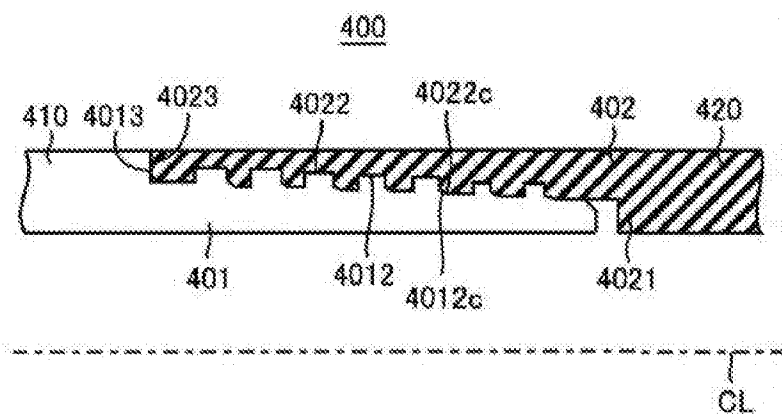


Fig.24

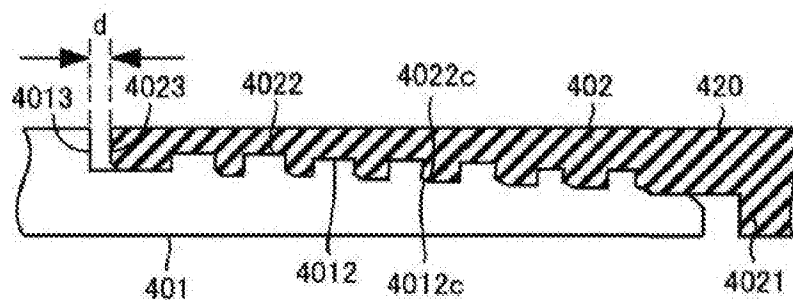


Fig. 25A

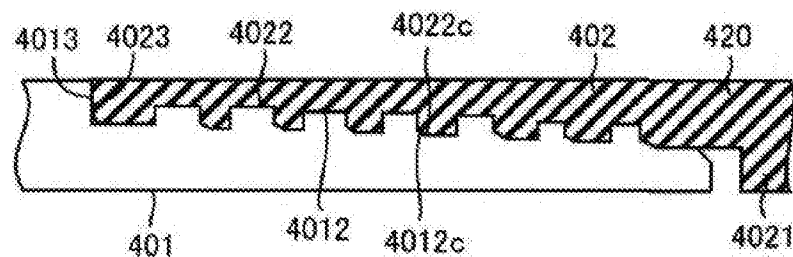


Fig. 25B

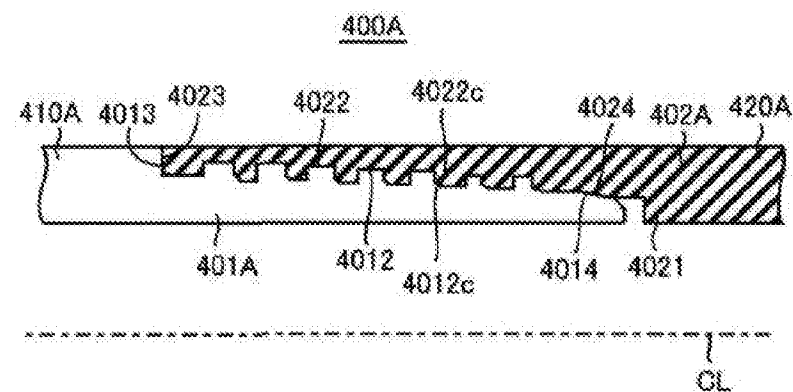


Fig. 26

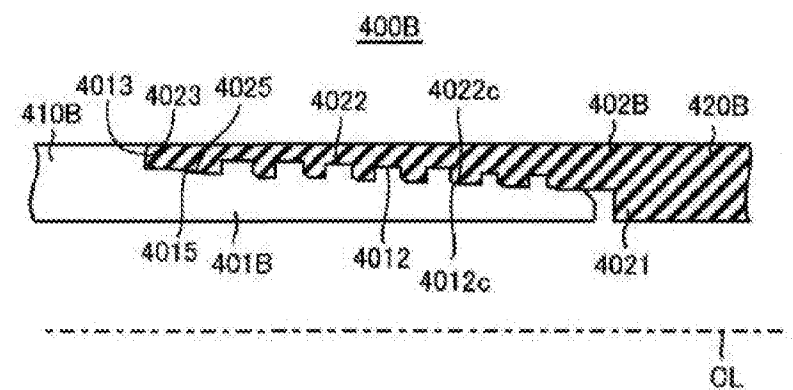


Fig. 27

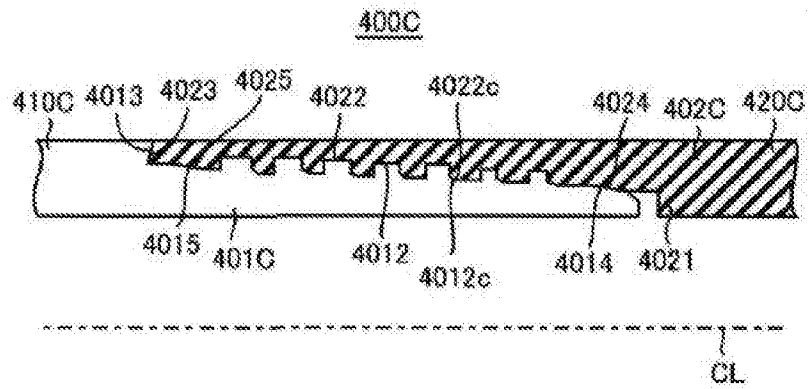


Fig.28

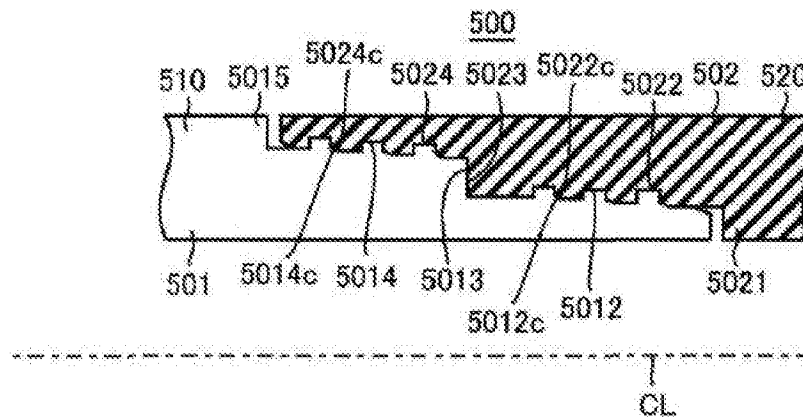


Fig.29

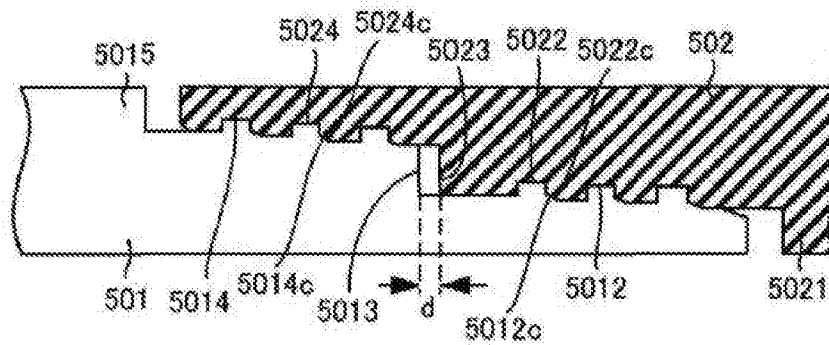


Fig.30A

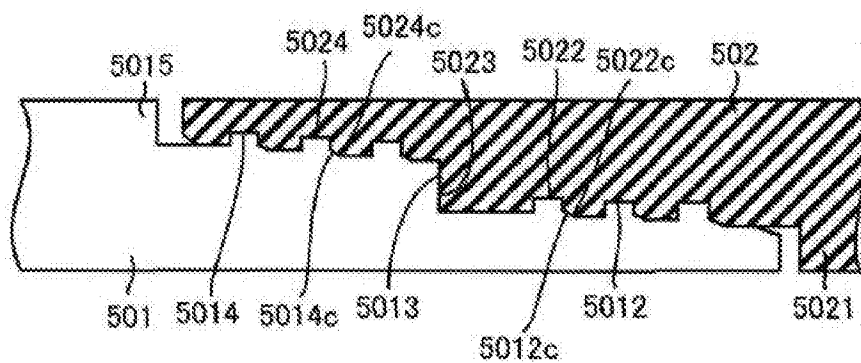


Fig. 30B

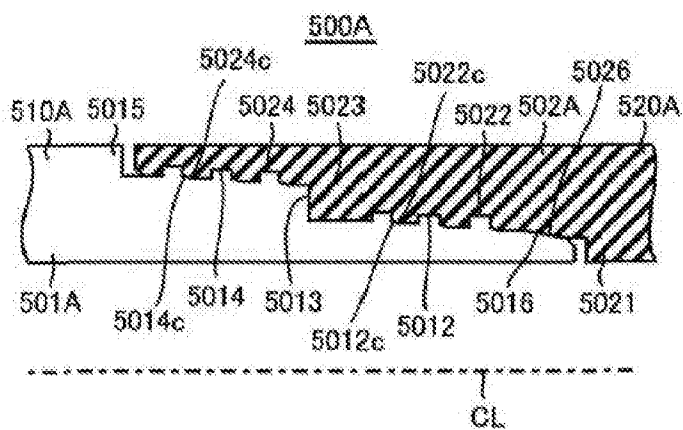


Fig. 31

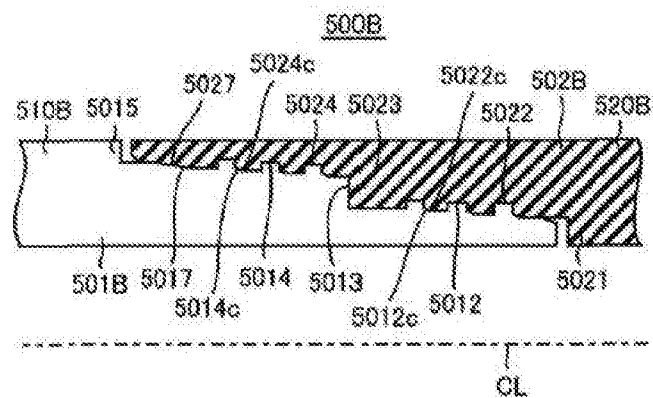


Fig. 32

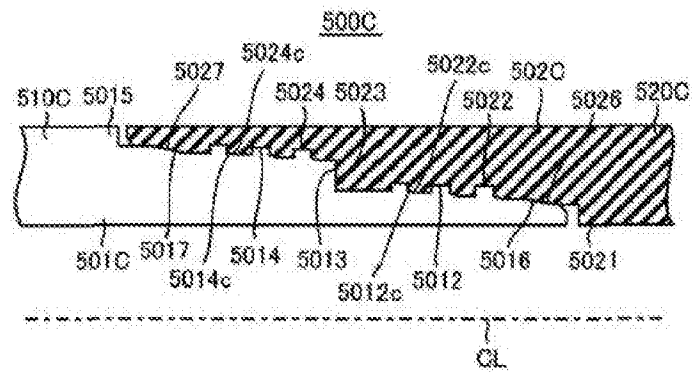


Fig. 33

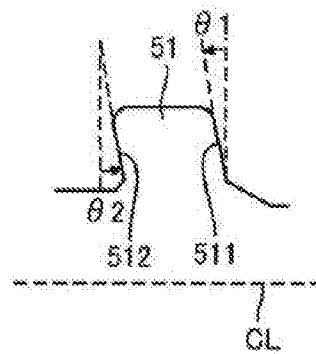


Fig. 34

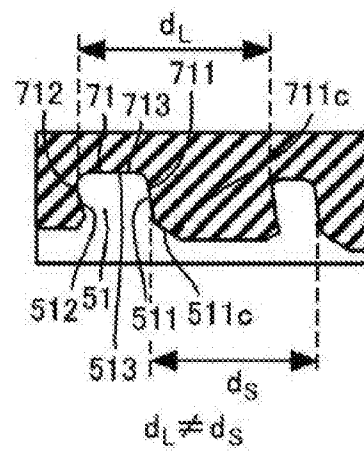
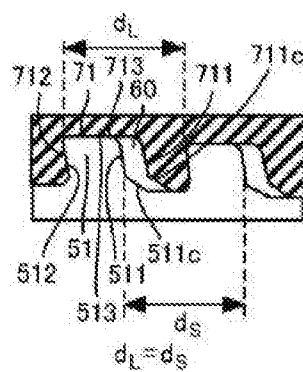


Fig. 35A



Фиг.35В