УКРАЇНА

(19) UA (11) 126942 (13) C2

(51) МПК (2023.01)
E21B 17/042 (2006.01)
F16L 15/00

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **a 2020 07086**

(22) Дата подання заявки: **24.05.2019**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **23.02.2023**

(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: **18305640.7**

(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: **25.05.2018**

(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: **EP**

(41) Публікація відомостей про заявку: **10.02.2021, Бюл.№ 6**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **22.02.2023, Бюл.№ 8**

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору PCT: **PCT/EP2019/063437, 24.05.2019**

(72) Винахідник(и):
Брайан Бенуа (FR),
Фотергілл Алан (FR),
Марута Сатосі (JP),
Оку Йосуке (JP)

(73) Володілець (володільці):
ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС,
54 rue Anatole France, 59620 Aulnoye-Aymeries, France (FR),
НІППОН СТІЛ КОРПОРЕЙШН,
6-1, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8071, Japan (JP)

(74) Представник:
Михайлюк Ганна Валентинівна, реєстр. №184

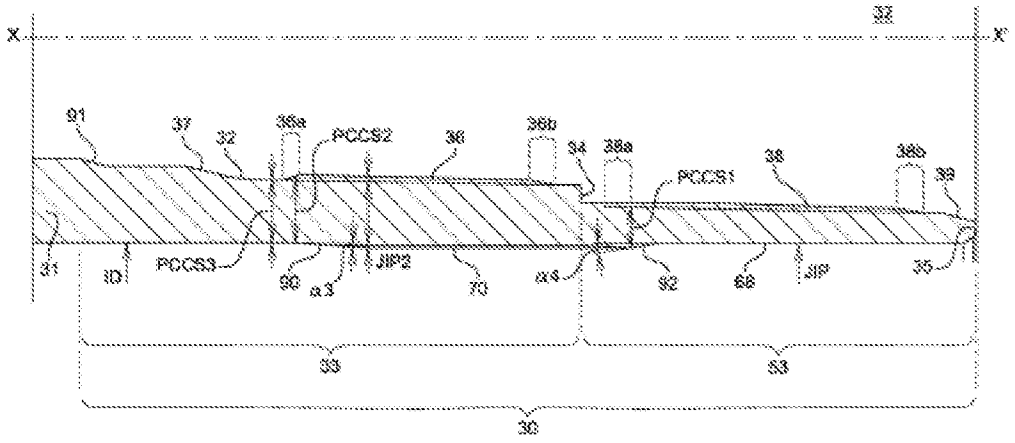
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
UA 110034 C2, 10.11.2015
US 2014/084582 A1, 27.03.2014
US 6347814 B2, 19.02.2002
US 2012/325361 A1, 27.12.2012

UA 126942 C2

(54) ТРУБНЕ НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ

(57) Реферат:

Нарізне трубне з'єднання (10), що містить трубний охоплювальний кінець (20), який проходить від основного тіла (21) першого трубного елемента (22), та трубний охоплюваний кінець (30), який проходить від основного тіла (31) другого трубного елемента (32), так що трубний охоплюваний кінець (30) містить першу механічно оброблену внутрішню поверхню (68) поряд з охоплюваним вільним кінцем (35) та другу механічно оброблену внутрішню циліндричну поверхню (70) вище нарізної частини охоплюваного кінця, так що другий внутрішній діаметр (JIP2) другої механічно обробленої внутрішньої циліндричної поверхні (70) менше першого внутрішнього діаметра (JIP) першої механічно обробленої внутрішньої поверхні (68).


X
X'
32
91
37
32
35a
PCCS2
36
36b
34
38a
PCCS1
38
38b
39
31
ID
PCCS3
90
α3
JIP2
70
α4
92
66
JIP
35
33
33
30

Фіг. 3

Цей винахід стосується галузі трубних нарізних з'єднань та зчеплень або складання труб, що з'єднуються за допомогою нарізі.

Більш конкретно, цей винахід стосується труб, що використовується у промисловості та, зокрема, збірних вузлів або нарізних з'єднань, що використовуються в колонах трубопроводів для насосно-компресорних труб або для ліній трубного технологічного оснащення, або для обсадних колон, або хвостовика, або стояка для експлуатації, або розвідки, або розробки нафтових або газових свердловин.

Нарізний збірний вузол, описаний у даному документі, зокрема, є придатним при збиранні металевих труб, що використовуються для обсадної колони нафтових або газових свердловин. Обсадна колона потрібна для підтримки стійкості бурової свердловини, запобігання забрудненню водоносних пластів та регулювання тиску у свердловині під час бурильних робіт, у процесі добування та/або під час ремонтних робіт.

Ці труби обсадної колони виробляють зі сталі відповідно до специфікації 5CT стандартів API для обсадних колон та насосно-компресорних труб. Наприклад, сталь має одну з марок стандартів L80, P110 або Q125.

Такі нарізні трубні з'єднання піддають різним поєднанням напруг, які можуть варіюватися за інтенсивністю або міняти напрямок, таким як, наприклад: осьове розтягування, осьове стискання, згинальна сила від внутрішнього тиску, скручувальне зусилля тощо. Таким чином, нарізні трубні з'єднання проектують так, щоб витримувати ці напруги, чинити опір руйнуванню та забезпечувати непроникне ущільнення.

Відомі численні типи збірних вузлів для нафто- та газоносних труб, що забезпечують задовільні результати з точки зору механічних характеристик та герметичності навіть у складних умовах експлуатації.

Першою проблемою, пов'язаною з обсадними колонами нафтових або газових свердловин, є їх установка у свердловині без пошкодження їхніх внутрішніх та зовнішніх поверхонь. Обсадні колони являють собою послідовність труб, причому перший ряд труб обсадної колони має більший зовнішній діаметр, ніж другий ряд труб обсадної колони, призначений для приєднання до першого ряду, але який встановлюють глибше у свердловині. Обсадні колони конструктивно виконуються так, що у міру того, як вони проходять глибше у свердловину, їхній діаметр поступово зменшується. Але при цьому перехід повинен бути плавним.

Таким чином, новий ряд обсадної колони, що має конкретний зовнішній діаметр, потрібно вставляти в раніше встановлений ряд обсадної колони, що має більший діаметр та конкретний внутрішній діаметр. Для того, щоб уникнути пошкодження внутрішньої поверхні обсадної колони, вже встановленої у свердловині, зовнішнім діаметром нового ряду обсадної колони потрібно керувати. Стандарти API містять порадник по цьому питанню. Зрозуміло, що всі ряди обсадної колони повинні також відповідати вимозі ефективності у місці кожного з'єднання двох суміжних труб обсадної колони. Ефективність з'єднання, або ефективність зчеплення, визначається як відношення межі міцності на розтягнення зчеплення до межі міцності на розтягнення труби – відношення, яке оцінюється при найбільш тяжких умовах свердловини, таких як високий зовнішній тиск, високий внутрішній тиск, високе стискання або високе розтягування.

Відомі збірні вузли містять труби з охоплюваною нарізю на обох кінцях, які збираються за допомогою муфт, що мають дві відповідні охоплювальні нарізі. Перевага цього типу збірного вузла полягає в тому, що він надає жорсткості двом компонентам збірного вузла завдяки позитивному натягу нарізі, що утворюється між охоплюваною та охоплювальною нарізю.

Проте зовнішній діаметр цих муфт більше зовнішнього діаметра відповідних труб, та під час використання цих збірних вузлів для труб обсадної колони муфти потребують буріння стовбура свердловини більшого діаметра, щоб вміщати зовнішній діаметр муфт.

Для усунення цього недоліку зазвичай використовують збірні вузли без муфти або перехідної втулки, які називають напіврівнопрохідними, рівнопрохідними або інтегральними збірними вузлами, або з'єднуваннями, або з'єднаннями. Кожний з трубних елементів цих інтегральних збірних вузлів має один кінець з охоплюваною нарізю та один кінець з охоплювальною нарізю.

Інтегральні збірні вузли зазвичай виконують на трубах, що мають кінець відповідного розміру, відповідно розширений зовнішній діаметр на кінці з охоплювальною нарізю та обтиснутий зовнішній діаметр на кінці з охоплюваною нарізю – для забезпечення товщини з'єднання, достатньої для забезпечення механічної міцності з'єднання. Розширення та обтиснення дозволяють надати з'єднанню більш високої ефективності. Обидва дозволяють звести до мінімуму максимальний зовнішній діаметр та відповідно мінімальний внутрішній

діаметр у місці з'єднання. Таким чином, це з'єднання дозволяє підтримувати певний рівень працездатності під час зміщення, полегшувати установку у стовбурі свердловини без пошкодження існуючої обсадної колони та витримувати стандарт для рівнопрохідного або напіврівнопрохідного інтегрального з'єднання. Рівнопрохідне з'єднання є таким, що зовнішній діаметр з'єднання перевищує номінальний зовнішній діаметр труб приблизно на 1 %; для напіврівнопрохідного з'єднання це значення становить приблизно 2-3 %.

Можна зробити посилання на документ WO 2014/044773, в якому описується інтегральне напіврівнопрохідне нарізне трубне з'єднання, що містить перший трубний елемент, який має трубний охоплюваний кінець, та другий трубний елемент, який має трубний охоплювальний кінець. Кожний із охоплювального та охоплюваного кінців містить два східці конічної нарізі в осьовому напрямку та ексцентричне ущільнення. Мета цього документа полягає в тому, щоб підвищити ефективність з'єднання під час розтягнення шляхом забезпечення конкретного співвідношення між площами критичних перерізів.

Проте в даній галузі допуски на цільовий розмір номінального діаметра, процес обтиснення та розширення, а також допуски на овальність, є такими, що може трапитися так, що у деяких випадках внаслідок прогинання вільного кінця (прикінцевого кінця) охоплювального кінця під час виконання згвинчування з'єднання, зовнішній діаметр охоплювального вільного кінця може локально створювати зовнішню гостру кільцеву кромку. Те саме може трапитися внаслідок прогинання вільного кінця (прикінцевого кінця) охоплюваного кінця під час виконання згвинчування з'єднання: внутрішній діаметр охоплюваного вільного кінця може локально створювати внутрішню гостру кільцеву кромку. Таким чином, під час установки насосно-компресорної труби в обсадну колону або однієї обсадної колони в іншу обсадну колону, між цією гострою кільцевою кромкою та додатковою насосно-компресорною трубою або обсадною колоною може виникати тертя. Тертя може викликати передчасний вихід з ладу обсадної колони або насосно-компресорної труби, навіть передчасного виробничого зносу. Тертя може привести до низької ефективності ущільнення.

Таким чином, існує потреба у вдосконаленні інтегральних нарізних трубних з'єднань для підвищення як ефективності ущільнення, так і ефективності з'єднання під час розтягування, з одночасним підвищенням зносостійкості насосно-компресорної труби та обсадної колони.

Проте мета цього винаходу полягає в подоланні цих недоліків.

Конкретна мета цього винаходу полягає в наданні нарізного трубного з'єднання, здатного поглинати осьові та радіальні навантаження, а також втримувати радіальну деформацію, яка може виникати при високих радіальних навантаженнях, будучи при цьому компактним, особливо в радіальному напрямку.

Нарізне трубне з'єднання згідно з цим винаходом містить:

- трубний охоплювальний кінець, що проходить від основного тіла першого трубного елемента, при цьому трубний охоплювальний кінець містить

- охоплювальну зовнішню нарізь між охоплювальним заплечиком та охоплювальним вільним кінцем та

- охоплювальну внутрішню нарізь, так що охоплювальний заплечик являє собою охоплювальний проміжний заплечик, розташований між охоплювальною зовнішньою нарізю та охоплювальною внутрішньою нарізю,

трубний охоплюваний кінець, що проходить від основного тіла другого трубного елемента, цей трубний охоплюваний кінець містить

- охоплювану зовнішню нарізь, охоплювану внутрішню нарізь та охоплюваний заплечик, указана охоплювана зовнішня нарізь виконана з можливістю взаємного блокування за допомогою нарізного зачеплення з охоплювальною зовнішньою нарізю, указана охоплювана внутрішня нарізь виконана з можливістю взаємного блокування за допомогою нарізного зачеплення з охоплювальною внутрішньою нарізю, та

при цьому трубний охоплюваний кінець містить першу механічно оброблену внутрішню поверхню охоплюваного кінця поряд з охоплюваним вільним кінцем, другий внутрішній діаметр (JIP2) вище щонайменше однієї заглибини нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі, так що другий внутрішній діаметр (JIP2) менше першого внутрішнього діаметра (JIP) першої механічно обробленої внутрішньої поверхні.

Переважно другий внутрішній діаметр (JIP2) трубного охоплюваного кінця може бути розташований вище заглибини нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі. Другий внутрішній діаметр (JIP2) може також бути розташований нижче проміжного заплечика.

Наприклад, внутрішня поверхня трубного охоплюваного кінця, що має менший внутрішній діаметр, ніж перший внутрішній діаметр (JIP), може проходити щонайменше на ділянці, що починається від першого критичного поперечного перерізу (PCCS1) ніпельного елемента до

другого критичного поперечного перерізу (PCCS2, PCCS3) ніпельного елемента трубного охоплюваного кінця.

Здебільшого другий внутрішній діаметр (JIP2) може бути постійним на охоплюваній другій циліндричній поверхні, а перша механічно оброблена внутрішня поверхня містить циліндричну поверхню, утворену з цим першим внутрішнім діаметром. Внутрішня поверхня трубного охоплюваного кінця, що має менший внутрішній діаметр, ніж перший внутрішній діаметр (JIP), може не бути виключно циліндричної форми, вона може також включати частину з формою зрізаного у зовнішньому напрямку конуса, циліндричну частину та/або частину з формою зрізаного у внутрішньому напрямку конуса.

Наприклад, охоплювана друга циліндрична поверхня може проходити вище проміжного заплечика. На додаток або альтернативно охоплювана друга циліндрична поверхня може проходити вище другого критичного поперечного перерізу (PCCS2) ніпельного елемента, розташованого на першій заглибині зачепленої нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі поряд з охоплюваним основним тілом. На додаток або згідно зі ще однією альтернативою охоплювана друга циліндрична поверхня може проходити вище частини охоплюваної зовнішньої нарізі, та тоді перша механічно оброблена зовнішня поверхня проходить вище частини охоплюваної внутрішньої нарізі.

Трубний охоплювальний кінець може додатково містити охоплювальну внутрішню ущільнювальну поверхню, та відповідно трубний охоплюваний кінець може містити охоплювану внутрішню ущільнювальну поверхню, так що охоплювана та охоплювальна внутрішні ущільнювальні поверхні утворюють внутрішнє ущільнення метал-метал, коли нарізне трубне з'єднання згвинчене, та внутрішній діаметр трубного охоплюваного кінця вище цієї охоплюваної внутрішньої ущільнювальної поверхні дорівнює першому зовнішньому діаметру. Тоді охоплювана внутрішня ущільнювальна поверхня може бути розташована між охоплюваною внутрішньою наріззю та охоплюваним вільним кінцем.

Згідно з одним варіантом здійснення цього винаходу охоплюваний вільний кінець може бути розташований на віддалені у поздовжньому напрямку від внутрішнього заплечика трубного охоплювального кінця, коли з'єднання згвинчене. Переважно охоплювальний проміжний заплечик та охоплюваний проміжний заплечик можуть упиратися один в одного, коли з'єднання згвинчене.

Охоплювана та охоплювальна нарізі, відповідно зовнішня та внутрішня, переважно можуть бути радіально зміщені відносно поздовжньої осі нарізного з'єднання. Таким чином, навіть при однаковому куті конусності як зовнішньої, так і внутрішньої нарізі конічна огинальна охоплювальної зовнішньої нарізі не буде збігатися з конічною огинальної охоплювальної внутрішньої нарізі.

Здебільшого механічно оброблена внутрішня поверхня охоплюваного кінця та циліндрична поверхня, що має указаний другий внутрішній діаметр (JIP2), можуть бути з'єднані конусною поверхнею, що утворює кут (α4) посадки в діапазоні від 1° до 10°, переважно від 5° до 7°, наприклад, дорівнює 6°.

Циліндрична поверхня, що має указаний другий внутрішній діаметр (JIP2), може бути з'єднана з основним тілом другого трубного елемента, що має номінальний внутрішній діаметр (ID), конусною поверхнею, що утворює кут (α3) обтиснення в діапазоні від 2° до 5°, наприклад, дорівнює 3°.

Крім того, трубний охоплювальний кінець може містити охоплювальну зовнішню ущільнювальну поверхню, та відповідно трубний охоплюваний кінець може містити охоплювану зовнішню ущільнювальну поверхню, причому охоплювальна зовнішня ущільнювальна поверхня розташована між охоплювальною зовнішньою наріззю та охоплювальним вільним кінцем, а охоплювана зовнішня ущільнювальна поверхня розташована між охоплюваною зовнішньою наріззю та охоплюваним основним тілом, так що охоплювана та охоплювальна зовнішні ущільнювальні поверхні утворюють зовнішнє ущільнення метал-метал, коли нарізне трубне з'єднання згвинчене, та при цьому конусна поверхня з кутом (α3) обтиснення закінчується вище охоплюваної зовнішньої нарізі.

Переважно різниця (JIP-JIP2) першого внутрішнього діаметра (JIP) та другого внутрішнього діаметра (JIP2) може бути установлена в інтервалі від 80 % до 120 %, переважно від 91 % до 116 % максимального значення радіального натягу внутрішнього метал-метал.

Відношення (JIP2/ID) другого внутрішнього діаметра (JIP2) та номінального внутрішнього діаметра основного тіла другого трубного елемента може бути в діапазоні від 98,5 % до 100 %, переважно від 98,9 % до 99,9 %, наприклад, дорівнює 99,3 %. Переважно відношення (JIP2/JIP) другого внутрішнього діаметра (JIP2) та першого внутрішнього діаметра (JIP) може бути в діапазоні від 99 % до 99,9 %, наприклад, дорівнює 99,5 %.

Завдяки перевазі конкретної конструкції згідно з цим винаходом, після нарізного зачеплення трубного охоплювального кінця з трубним охоплюваним кінцем в кінці згвинчування нарізного трубного з'єднання внутрішній діаметр трубного охоплюваного кінця в обох місцях вище зовнішньої нарізі та внутрішньої нарізі може залишатися менше одного і того самого порогового значення 105 % та переважно 103 % номінального внутрішнього діаметра основного тіла.

Цей винахід та його переваги будь краще зрозумілі при вивченні докладного опису конкретних варіантів здійснення, наведених як необмежувальні приклади та проілюстровані за допомогою доданих графічних матеріалів, на яких

- фіг. 1 являє собою вид у частковому поперечному розрізі нарізного з'єднання згідно з одним варіантом здійснення цього винаходу в з'єднаному стані;
- фіг. 2 являє собою вид у частковому поперечному розрізі охоплювального трубного елемента, показаного на фіг. 1;
- фіг. 3 являє собою вид у частковому поперечному розрізі охоплюваного трубного елемента, показаного на фіг. 1; та
- фіг. 4 являє собою вид у частковому поперечному розрізі нарізного з'єднання згідно з другим варіантом здійснення цього винаходу в з'єднаному стані;
- фіг. 5 та 6 являють собою види у частковому поперечному розрізі нарізного з'єднання згідно з альтернативами окремого варіанта здійснення цього винаходу в з'єднаному стані;
- фіг. 7 являє собою схематичний вид прогинання охоплювального трубного елемента, показаного на фіг. 2, після згвинчування з охоплюваним трубним елементом, показаним на фіг. 3.

Для ясності види в розрізі є частковими у тому сенсі, що являють собою види в розрізі уздовж площини, що є поперечною поздовжній осі X-X" трубного елемента, та показана лише одна з двох частин розрізу трубного елемента.

Один варіант здійснення нарізного трубного з'єднання 10, що має поздовжню вісь X-X", проілюстрований на фіг. 1; указане нарізне трубне з'єднання 10 містить перший трубний елемент 22 та другий трубний елемент 32 з однією й тією самою поздовжньою віссю X-X" в з'єднаному стані.

Перший трубний елемент 22 виконаний з основним тілом 21, що називається "охоплювальним основним тілом", та трубним охоплювальним кінцем 20, що називається "коробчастим елементом". Коробчастий елемент 20 проходить від охоплювального основного тіла 21. Коробчастий елемент 20 утворює прикінцевий кінець 25 указаного першого трубного елемента 22. Прикінцевий кінець 25 являє собою охоплювальний вільний кінець коробчастого елемента 20. Охоплювальне основне тіло 21 має номінальний зовнішній діаметр, який є по суті постійним за довжиною цього основного тіла 21 уздовж осі XX". Переважно внутрішній номінальний діаметр ID цього охоплювального основного тіла 21 є по суті постійним за довжиною цього основного тіла 21 уздовж осі XX".

Другий трубний елемент 32 виконаний з основним тілом 31, що називається "охоплюваним основним тілом", та трубним охоплюваним кінцем 30, що називається "ніпельним елементом". Ніпельний елемент 30 проходить від охоплюваного основного тіла 31. Ніпельний елемент 30 утворює прикінцевий кінець 35 указаного другого трубного елемента 32. Прикінцевий кінець 35 являє собою охоплюваний вільний кінець ніпельного елемента 30. Охоплюване основне тіло 31 має номінальний зовнішній діаметр, який є по суті постійним за довжиною цього основного тіла 31 уздовж осі XX". Переважно внутрішній номінальний діаметр цього охоплюваного основного тіла 31 є по суті постійним за довжиною цього основного тіла 31 уздовж осі XX".

Основні тіла 21 та 31 мають однакові номінальний внутрішній діаметр ID та номінальний зовнішній діаметр OD, та, таким чином, однакову ширину труби.

Нарізне трубне з'єднання 10, як показано, являє собою інтегральне з'єднання, на відміну від збірних вузлів або з'єднувань з використанням муфти або перехідної втулки. Розширена зона першого трубного елемента 22, що має більший зовнішній діаметр, ніж номінальний зовнішній діаметр основних тіл 21 та 31, утворює коробчастий елемент 20. Обтиснена зона другого трубного елемента 32, що має менший внутрішній діаметр у порівнянні з номінальним внутрішнім діаметром охоплюваного основного тіла 24, утворює ніпельний елемент 30.

Щоб виготовити такий охоплювальний кінець, перший трубний елемент спочатку розширюють з використанням, наприклад, методів холодного формування, для збільшення зовнішнього діаметра всього коробчастого елемента та отримання конічної зовнішньої поверхні 80, що звужується, яка утворює кут α1 в діапазоні від 3° до 4°, наприклад, дорівнює 3°, із зовнішньою циліндричною поверхнею охоплювального основного тіла 21.

Щоб виготовити такий охоплюваний кінець, другий трубний елемент спочатку обтискають із використанням, наприклад, методів холодного формування, для зменшення внутрішнього

діаметра всього ніпельного елемента та отримання конічної внутрішньої поверхні 90, яка утворює кут α3 в діапазоні від 3° до 4°, наприклад, який дорівнює 3°, із внутрішньою циліндричною поверхнею охоплюваного основного тіла 31.

Нарізне трубне з'єднання 10 може являти собою нарізне рівнопрохідне або напіврівнопрохідне інтегральне з'єднання.

Як докладно проілюстровано на фіг. 2, вільний кінець 25 переважно являє собою кільцеву поверхню, яка проходить перпендикулярно осі XX". Коробчастий елемент 20 містить на своєму внутрішньому профілі охоплювальну зовнішню ущільнювальну поверхню 27 та охоплювальну зовнішню нарізь 26, так що охоплювальна зовнішня ущільнювальна поверхня 27 розташована між охоплювальним вільним кінцем 25 та охоплювальною зовнішньою нарізю 26. Коробчастий елемент 30 додатково містить послідовно охоплювальний заплечик 24, розташований глибше всередину відносно охоплювальної зовнішньої нарізі 26.

Охоплювальна нарізна ділянка 23 проходить між охоплювальним заплечиком 24 та охоплювальним вільним кінцем 25.

Згідно з фіг. 1, 2 та 4 коробчастий елемент 30 додатково містить послідовно охоплювальну внутрішню нарізь 28, охоплювальну внутрішню ущільнювальну поверхню 29 та додатковий заплечик 18 – указаний внутрішній заплечик 18. Охоплювальний заплечик 24 розташований між охоплювальною зовнішньою нарізю 26 та охоплювальною внутрішньою нарізю 28, так що охоплювальна внутрішня ущільнювальна поверхня 29 розташована між охоплювальною внутрішньою нарізю 28 та внутрішнім заплечиком 18. Внутрішній заплечик 18 з'єднаний з поверхнею 81 стику, утвореною між внутрішнім заплечиком 18 та охоплювальним основним тілом 21. Згідно з цими варіантами здійснення охоплювальна нарізна ділянка 23 являє собою охоплювальну зовнішню нарізну ділянку 23, тоді як охоплювальна внутрішня нарізь 28 знаходиться на охоплювальній внутрішній нарізній ділянці 43, утвореній між охоплювальним заплечиком 24 та внутрішнім заплечиком 18.

Внутрішній профіль коробчастого елемента 20 виконаний механічною обробкою на внутрішній поверхні після розширення. Зовнішній профіль ніпельного елемента 30 виконаний механічною обробкою на зовнішній поверхні після обтиснення.

Охоплювальні зовнішня та внутрішня нарізі 26 та 28 зміщені у радіальному напрямку та розділені охоплювальним заплечиком 24 в осьовому напрямку. Охоплювальний заплечик 24 переважно проходить як кільцева поверхня, перпендикулярна осі XX".

Охоплювальні зовнішня та внутрішня нарізі 26 та 28 забезпечені на поверхні, що звужується, наприклад з конусністю від 1/19 до 1/8, переважно від 1/18 до 1/16. Більш конкретно, кут конусності між віссю конусності охоплювальних нарізей та поздовжньою віссю XX" з'єднання дорівнює приблизно 10°, так що внутрішній діаметр коробчастого елемента 20 зменшується від вільного кінця 25 до охоплювального основного тіла 21.

Охоплювальні зовнішня та внутрішня нарізі 26 та 28 можуть мати наступні ознаки:

- однаковий крок,
- однаковий кут опорних сторін з негативним значенням кута,
- однаковий профіль зубців трапецієподібної форми,
- однакова поздовжня довжина.

Форма нарізі кожної з нарізних ділянок докладно описана не буде. Кожний зубець нарізей може зазвичай мати закладну сторону, опорну сторону, поверхню вершини та поверхню заглибини. Зубці обох нарізних ділянок можуть бути нахиленими, при цьому закладні сторони мають негативний кут та закладні сторони мають позитивний кут, або закладні сторони мають позитивний кут та закладні сторони мають негативний кут. Альтернативно зубці обох нарізних ділянок можуть являти собою трапецієподібні зубці.

Переважно нарізі обох нарізних ділянок не є клиноподібними. Клиноподібні нарізі незалежно від конкретної форми нарізі характеризуються використанням витків, що збільшуються за шириною в одному напрямку.

Переважно нарізі згідно з цим винаходом мають опорні сторони та закладні сторони з абсолютно однаковими кроком та ходом.

Переважно нарізі згідно з цим винаходом забезпечують діаметральний натяг.

Охоплювальні зовнішня та внутрішня нарізі 26 та 28 виконані з можливістю взаємного блокування за допомогою нарізного зачеплення з відповідними компонентами ніпельного елемента 30. Завдяки взаємному блокуванню за допомогою нарізного зачеплення забезпечується, що щонайменше 2, та переважно щонайменше 3 витка охоплювальної нарізі зачіплюються в спіральній канавці, що проходить між відповідними 2-3 витками охоплюваної нарізі. Якщо дивитися у поздовжньому розрізі, уздовж осі XX", кожний зубець охоплюваної нарізі

розташований між двома суміжними зубцями охоплювальної нарізі, що можна спостерігати щонайменше для 3 витків нарізної ділянки.

Таким чином, як докладно проілюстровано на фіг. 3, ніпельний елемент 30 містить послідовно від охоплюваного вільного кінця 35 на своєму зовнішньому профілі: охоплювану внутрішню ущільнювальну поверхню 39, охоплювану внутрішню нарізь 38, охоплюваний заплечик 34, охоплювану зовнішню нарізь 36, охоплювану зовнішню ущільнювальну поверхню 37 та поверхню 91 стику з охоплюваним основним тілом 31. Охоплювана нарізна ділянка 33 проходить між поверхнею 91 стику та охоплюваним заплечиком 34. Згідно з варіантами здійснення за фіг. 1–4 охоплювана нарізна ділянка 33 являє собою охоплювану зовнішню нарізну ділянку 33, тоді як охоплювана внутрішня нарізь 38 знаходиться на охоплюваній внутрішній нарізній ділянці 53, утвореній між охоплюваним заплечиком 34 та охоплюваним вільним кінцем 35.

Охоплювана зовнішня та внутрішня нарізі 36 та 38 зміщені у радіальному напрямку та розділені охоплюваним заплечиком 34 в осьовому напрямку. Охоплюваний заплечик 34 переважно проходить як кільцева поверхня, перпендикулярна осі XX".

Охоплювальні зовнішня та внутрішня нарізі 26 та 28 виконані з можливістю взаємного блокування за допомогою нарізного зачеплення відповідно з охоплюваними зовнішньою та внутрішньою нарізями 36 та 38 так, що вони відповідно звужуються з однаковим кутом конусності. Охоплювані зовнішня та внутрішня нарізі 36 та 38 мають однакові крок та хід, такі самі, як у охоплювальних зовнішньої та внутрішньої нарізей 26 та 28 відповідно.

Згідно з першим варіантом здійснення цього винаходу кожна з охоплювальних зовнішньої та внутрішньої нарізей 26 та 28 містить західну частину 26a та відповідно 28a на стороні, ближчій до охоплювального основного тіла 21, та вихідну частину 26b та відповідно 28b на протилежній стороні.

Кожна з охоплюваних зовнішньої та внутрішньої нарізей 36 та 38 містить західну частину 36a та відповідно 38a на стороні, ближчій до охоплюваного основного тіла 31, та вихідну частину 36b та відповідно 38b на протилежній стороні. Кожна західна частина 26a та відповідно 28a на коробчастому елементі 20 зачіплюється з вихідною частиною 36b та відповідно 38b на ніпельному елементі 30, а кожна західна частина 36a та відповідно 38a на ніпельному елементі 30 зачіплюється з вихідною частиною 26b та відповідно 28b на коробчастому елементі 20. Західна нарізь та вихідна нарізь є неідеальними у тому сенсі, що вони не мають повної висоти, що спостерігається для нарізної частини між відповідними західною та вихідною частинами.

Як показано на фіг. 1-4, охоплювальна та охоплювана нарізі містять вказані західні та вихідні частини. Згідно з одним альтернативним не показаним варіантом з'єднання може містити лише нарізь повної висоти.

У згвинченому стані з'єднання 10 перша заглибина зачепленої нарізі охоплювальної нарізі є положенням першої заглибини нарізі, якщо розглядати послідовні заглибини нарізі, починаючи від західної частини 26a або 28a охоплювальних зовнішньої та відповідно внутрішньої нарізей, де зачіплюється відповідна нарізь охоплюваної нарізі 36 або 38. "Зачеплена нарізь" означає, що у згвинченому стані щонайменше частина опорної сторони охоплювальної нарізі контактує з відповідною опорною стороною охоплюваної нарізі. Якщо розглядати послідовні заглибини нарізі, починаючи від західних частин 26a та відповідно 28a, перше положення опорної сторони охоплювальної нарізі для контакту знаходиться суміжно з першою заглибиною зачепленої нарізі охоплювальної зовнішньої нарізі та відповідно охоплювальної внутрішньої нарізі.

У згвинченому стані з'єднання 10 перша заглибина зачепленої нарізі охоплюваної нарізі є положенням першої заглибини нарізі, якщо розглядати послідовні заглибини нарізі, починаючи від західної частини 36a або 38a охоплюваних зовнішньої та відповідно внутрішньої нарізей, де зачіплюється відповідна нарізь охоплювальної нарізі 26 або 28. "Зачеплена нарізь" означає, що у згвинченому стані щонайменше частина опорної сторони охоплюваної нарізі контактує з відповідною опорною стороною охоплювальної нарізі. Якщо розглядати послідовні заглибини нарізі, починаючи від західних частин 36a та відповідно 38a, перше положення опорної сторони охоплюваної нарізі для контакту знаходиться суміжно з першою заглибиною зачепленої нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі та відповідно охоплюваної внутрішньої нарізі.

Згідно з фіг. 1 та 4 перша заглибина зачепленої нарізі охоплювальної зовнішньої нарізі знаходиться в західній частині 26a, а перша заглибина зачепленої нарізі охоплювальної внутрішньої нарізі знаходиться в західній частині 28a. Відповідно, перша заглибина зачепленої нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі знаходиться в західній частині 36a, а перша заглибина зачепленої нарізі охоплюваної внутрішньої нарізі знаходиться в західній частині 38a.

Наступні поперечні перерізи являють собою перерізи коробчастого елемента та ніпельного елемента, які відповідно виконані поперечно осі XX", та відповідно названі:

BCCS1 – переріз коробчастого елемента в першій заглибині зачепленої нарізі охоплювальної зовнішньої нарізі;

BCCS2– переріз коробчастого елемента в першій заглибині зачепленої нарізі охоплювальної внутрішньої нарізі;

PCCS1 – переріз ніпельного елемента в першій заглибині зачепленої нарізі охоплюваної внутрішньої нарізі;

PCCS2 – переріз ніпельного елемента в першій заглибині зачепленої нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі.

Як показано на фіг. 1–4, BCCS1 знаходиться в західній частині 26a; BCCS2 знаходиться в західній частині 28a; PCCS1 знаходиться в західній частині 38a; та PCCS2 знаходиться в західній частині 36a. Таким чином BCCS1 знаходиться ближче до охоплювального заплечика 24, ніж до охоплювального вільного кінця 25. BCCS2 знаходиться ближче до охоплювальної внутрішньої ущільнювальної поверхні 29, ніж до охоплювального заплечика 24. PCCS1 знаходиться ближче до охоплюваного заплечика 34, ніж до охоплюваного вільного кінця 35, а PCCS2 знаходиться ближче до охоплюваної зовнішньої ущільнювальної поверхні 35, ніж до охоплюваного заплечика 34.

Критичний поперечний переріз коробчастого елемента являє собою площину поперечного перерізу коробчастого елемента 20, який зазнає максимального розтягнення, що передається по всім нарізям, та визначає ефективність з'єднання. Критичний поперечний переріз ніпельного елемента являє собою площину поперечного перерізу ніпельного елемента 30, який зазнає максимального розтягнення, що передається по всім нарізям, та визначає ефективність з'єднання. Зазвичай з'єднання виконують так, що критичний поперечний переріз коробчастого елемента становить загалом 95-105 % критичного поперечного перерізу ніпельного елемента.

Згідно з варіантами здійснення, показаними на фіг. 1-4, з двома нарізними ділянками 23, 43 та відповідно 33 та 53, критичний поперечний переріз коробчастого елемента може бути оцінений за допомогою BCCS1 та BCCS2, а відповідно критичний поперечний переріз ніпельного елемента може бути оцінений за допомогою PCCS1 та PCCS2. Альтернативно критичний поперечний переріз коробчастого елемента та критичний поперечний переріз ніпельного елемента можуть бути визначені в іншому місці.

Наприклад, згідно з фіг. 2, критичний поперечний переріз коробчастого елемента може бути визначений у місці BCCS1 та в іншому поперечному перерізі BCCS3, що є перпендикулярним осі XX", у канавці 50, утвореній між внутрішньою наріззю 28 та охоплювальною ущільнювальною поверхнею 29. Наприклад, згідно з фіг. 3, критичний поперечний переріз ніпельного елемента може бути визначений у місці PCCS1 та в іншому поперечному перерізі PCCS3, що є перпендикулярним осі XX", у канавці 52, утвореній між охоплюваною зовнішньою наріззю 36 та поверхнею 91 стику.

Як проілюстровано, охоплювальна зовнішня ущільнювальна поверхня 27 є конічною та охоплювана зовнішня ущільнювальна поверхня 37 є конічною. Конусність конічних поверхонь 27 та 37 може бути в діапазоні [10 %; 60 %], наприклад, дорівнює 20 % або 50 %. Альтернативно конусність конічних поверхонь 27 та 37 може не збігатися. У згвинченому стані з'єднання 10 охоплювальна та охоплювана зовнішні ущільнювальні поверхні 27 та 37 утворюють ущільнення метал-метал.

Охоплювальна внутрішня ущільнювальна поверхня 29 являє собою випукло випнуту поверхню, наприклад, тороїдальну поверхню, визначену радіусом тора від 10 до 100 мм, наприклад, що дорівнює 60 мм; а охоплювана внутрішня ущільнювальна поверхня 39 є конічною, наприклад, з конусністю в діапазоні від 10 % до 60 %, наприклад, дорівнює 20 % або 50 %. Обидва кінці випукло випнутої поверхні охоплювальної внутрішньої ущільнювальної поверхні 29 можуть знаходитися на лінії, що утворює кут з віссю XX", так що цей кут дорівнює куту конічної охоплюваної внутрішньої ущільнювальної поверхні 39 з віссю XX". У згвинченому стані з'єднання 10 охоплювальна та охоплювана внутрішні ущільнювальні поверхні 29 та 39 утворюють ущільнення метал-метал. Альтернативно як зовнішнє, так і внутрішнє ущільнення метал-метал можуть відноситися до типу конус-конус по суті з однаковою конусністю. Альтернативно охоплювальна та охоплювана зовнішні ущільнювальні поверхні 27 та 37 можуть утворювати ущільнення метал-метал тор-конус.

Щоб забезпечити ущільнення метал-метал, між охоплювальною та охоплюваною ущільнювальними поверхнями потрібен діаметральний натяг. Величина діаметрального натягу – це максимальна різниця зовнішнього діаметра охоплюваної ущільнювальної поверхні та внутрішнього діаметра охоплювальної ущільнювальної поверхні, причому діаметри розглядаються в одному місці уздовж осі XX", у згвинченому стані з'єднання, але ці діаметри являють собою діаметри до згвинчування. Діаметральний натяг визначають до згвинчування на

підставі кінцево-елементного аналізу та прогнозованого остаточного положення відповідно ніпельного елемента в коробчастому елементі наприкінці згвинчування.

Наприклад, діаметральний натяг зовнішнього ущільнення метал-метал знаходиться в діапазоні від 0,5 мм до 1,7 мм; переважно від 0,7 мм до 1,45 мм, та навіть більш переважно від 0,81 мм до 1,33 мм. Наприклад, діаметральний натяг внутрішнього ущільнення метал-метал знаходиться в діапазоні від 0,5 мм до 1,7 мм; переважно від 0,7 до 1,45 мм, та навіть більш переважно від 0,81 мм до 1,22 мм. Наприклад, діаметральний натяг внутрішнього ущільнення метал-метал задають меншим діаметрального натягу зовнішнього ущільнення метал-метал. Проте альтернативно діаметральний натяг внутрішнього ущільнення метал-метал може бути заданий рівним діаметральному натягу зовнішнього ущільнення метал-метал.

Прогин коробчастого вільного кінця 25 зовні з'єднання, викликаний зовнішнім ущільненням метал-метал, та прогин ніпельного вільного кінця 35 всередині з'єднання, викликаний внутрішнім ущільненням метал-метал, обмежуються особливими ознаками винаходу.

В даному описі, якщо не вказано інше, всі розміри зовнішнього діаметра та внутрішнього діаметра розглядаються до згвинчування, у тому стані, в якому вони знаходяться після механічної обробки. Згідно з виробничими допусками всі розміри указані з допусками +/-0,2 мм у порівнянні з цільовим значенням.

Здебільшого зовнішня поверхня коробчастого елемента 20 частково механічно оброблена. Над охоплювальною зовнішньою ущільнювальною поверхнею 27 коробчастий елемент механічно оброблений для надання локально циліндричної поверхні 58 з першим зовнішнім діаметром JOB. Циліндрична поверхня 58 є циліндричною у межах допусків механічної обробки металевих деталей.

Механічно оброблена циліндрична поверхня 58 проходить вище по обидві сторони охоплювальної зовнішньої ущільнювальної поверхні 27. Згідно з усіма варіантами здійснення циліндрична поверхня 58 проходить від охоплювального вільного кінця 25 до частини охоплювальної зовнішньої нарізі 26. Циліндрична поверхня 58 має перший зовнішній діаметр JOB.

Згідно з цим винаходом другий зовнішній діаметр JOB2 визначений у місці вище щонайменше однієї заглибини нарізі охоплювальної внутрішньої нарізі 28.

Всі відношення або різниці, указані нижче, розглядаються на основі цільового значення кожного зовнішнього діаметра або внутрішнього діаметра.

Наприклад, відношення (JOB/OD) першого зовнішнього діаметра JOB та зовнішнього номінального діаметра OD знаходиться в діапазоні від 100,5 % до 103,5 %, переважно від 100,8 % до 103,2 %, наприклад, дорівнює 101,97 %.

Циліндрична частина 58 з'єднується із поверхнею 82, що звужується у зовнішньому напрямку, яка утворює кут α2 з віссю XX". Кут α2 знаходиться в діапазоні від 5° до 7°, наприклад, дорівнює 6°. Поверхня 82, що звужується у зовнішньому напрямку, з'єднується з ще однією циліндричною поверхнею 60 із зовнішнім діаметром, що дорівнює другому зовнішньому діаметру JOB2. Конічна зовнішня поверхня 80, що звужується, з кутом α1 безпосередньо суміжна з другою циліндричною поверхнею 60 з другим зовнішнім діаметром JOB2. Друга циліндрична поверхня 60 має довжину уздовж осі XX", що дорівнює щонайменше половині довжини, та переважно менше 150 % довжини, першої механічно обробленої циліндричної поверхні 58, переважно від 70 % до 100 % довжини першої механічно обробленої циліндричної поверхні 58.

Відношення (JOB2/OD) другого зовнішнього діаметра JOB2 та зовнішнього номінального діаметра OD знаходиться в діапазоні від 100,5 % до 104 %, переважно від 101,0 % до 103,5 %, навіть більш переважно від 101,5 % до 102,5 %, наприклад, дорівнює 102,3 %.

Відношення (JOB2/JOB) другого зовнішнього діаметра JOB2 та першого зовнішнього діаметра JOB знаходиться в діапазоні від 100,05 % до 101 %, переважно від 100,1 % до 100,4 %, наприклад, дорівнює 100,32 %.

Як показано на фіг. 1 та 2, циліндрична частина 58 проходить від вільного кінця 25 до місця над зовнішньою наріззю 26 на віддалені від місця BCCS1. Циліндрична частина 60 з постійним діаметром, що дорівнює другому зовнішньому діаметру JOB2, проходить вище проміжного заплечика 24 та до місця BCCS2. Згідно з цим варіантом здійснення поверхня 82, що звужується у зовнішньому напрямку, проходить вище місця BCCS1. Конічна зовнішня поверхня 80, що звужується, проходить від BCCS2 до основного тіла 21, простягаючись над канавкою 50, охоплювальною внутрішньою ущільнювальної поверхнею 29 та внутрішнім заплечиком 18, та далі.

Фіг. 4 ілюструє ще один варіант здійснення цього винаходу, який трохи відрізняється від варіанта здійснення на фіг. 1-3 тим, що конічна зовнішня поверхня 80, що звужується,

проходить від BCCS2 до місця, що знаходиться між охоплювальною внутрішньою ущільнювальною поверхнею 29 та внутрішнім заплечиком 18, відносно осі XX".

Варіант здійснення на фіг. 5 відрізняється від варіантів здійснення на фіг. 1-4 тим, що зовнішнє ущільнення метал-метал розташоване між охоплювальною зовнішньою наріззю 26 та проміжним заплечиком 24. Згідно з конкретним варіантом здійснення на фіг. 5 та 6, охоплювальна та охоплювана зовнішні ущільнювальні поверхні, відповідно 27" та 37", можуть також називатися відповідно охоплювальною та охоплюваною проміжними ущільнювальними поверхнями 27" та 37". Охоплювальна зовнішня ущільнювальна поверхня 27" розташована між охоплювальною зовнішньою наріззю 26 та охоплювальною внутрішньою наріззю 28, та переважно між охоплювальною зовнішньою наріззю 26 та проміжним заплечиком 24. Відповідно охоплювана зовнішня ущільнювальна поверхня 37" розташована між охоплюваною зовнішньою наріззю 36 та охоплюваною внутрішньою наріззю 38, та переважно між охоплюваною зовнішньою наріззю 36 та проміжним заплечиком 34.

На фіг. 5 показано, що циліндрична частина 58 проходить від вільного кінця 25 до місця вище зовнішнього ущільнення 27" метал-метал, так що частина 82, що звужується, простягається щонайменше вище проміжного заплечика 24. Циліндрична частина 60 з постійним діаметром, що дорівнює другому зовнішньому діаметру JOB2, розташована щонайменше над вихідною частиною 28b охоплювальної внутрішньої нарізі 28. Згідно з фіг. 5 циліндрична частина 60 проходить над частиною охоплювальної внутрішньої нарізі 28, тоді як частина 80, що звужується, простирається та закінчується перед місцем над внутрішньою металевою ущільнювальною поверхнею 29, так що внутрішня металева ущільнювальна поверхня 29 утворена в місці, де зовнішній діаметр дорівнює номінальному зовнішньому діаметру.

У варіанті здійснення на фіг. 6, що є альтернативним показаному на фіг. 5, циліндрична частина 58 проходить від вільного кінця 25 до місця вище зовнішньої нарізі 26 на віддалені від місця BCCS1, так що як місце BCCS1, так і зовнішня металева ущільнювальна поверхня 27" знаходяться нижче частини 82, що звужується. Згідно з фіг. 6 циліндрична частина 60 проходить над частиною охоплювальної внутрішньої нарізі 28, тоді як частина 80, що звужується, простирається щонайменше над внутрішньою металевою ущільнювальною поверхнею 29.

Цей винахід може також бути реалізований в комбінації з конкретною зовнішньою конструкцією коробчастого елемента, конкретною конструкцією ніпельного елемента.

Здебільшого внутрішня поверхня ніпельного елемента 30 частково механічно оброблена. Нижче охоплюваної внутрішньої ущільнювальної поверхні 39 ніпельний елемент механічно оброблений для локального забезпечення першої механічно обробленої внутрішньої циліндричної поверхні 68. Внутрішня циліндрична поверхня 68 є циліндричною у межах допусків механічної обробки металевих деталей.

Механічно оброблена внутрішня циліндрична поверхня 68 проходить по обидві сторони охоплюваної внутрішньої ущільнювальної поверхні 39. Згідно з варіантами здійснення на фіг. 1-4, внутрішня циліндрична поверхня 68 проходить від охоплюваного вільного кінця 35 до частини охоплюваної внутрішньої нарізі 38. Внутрішня циліндрична поверхня 68 має перший внутрішній діаметр JIP. Згідно з цим винаходом другий внутрішній діаметр JIP2 визначений у місці вище щонайменше однієї заглибини нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі 36, так що другий внутрішній діаметр JIP2 менше першого внутрішнього діаметра JIP першої механічно обробленої внутрішньою поверхні 68.

Внутрішня циліндрична частина 68 з'єднується із поверхнею 92, що звужується у внутрішньому напрямку, яка утворює кут α4 з віссю XX". Кут α4 знаходиться в діапазоні від 5° до 7°, наприклад, дорівнює 6°. Поверхня 92, що звужується у внутрішньому напрямку, з'єднується зі ще однією внутрішньою циліндричною поверхнею 70, що має постійний діаметр, що дорівнює другому внутрішньому діаметру JIP2. Кінчна внутрішня поверхня 90, що звужується, отримана за допомогою процесу обтиснення, з кутом α3 безпосередньо суміжна з другою внутрішньою циліндричною поверхнею 70 з другим внутрішнім діаметром JIP2. Друга внутрішня циліндрична поверхня 70 має довжину уздовж осі XX", що дорівнює щонайменше половині довжини, та переважно менше 150 % довжини, першої механічно обробленої внутрішньої циліндричної поверхні 68, переважно від 70 % до 100 % довжини першої механічно обробленої внутрішньої циліндричної поверхні 68.

Наприклад, відношення (JIP/ID) першого внутрішнього діаметра (JIP) та номінального внутрішнього діаметра (ID) другого трубного елемента 31 знаходиться в діапазоні від 98 % до 101,5 %, переважно від 98,5 % до 100,5 %, навіть більш переважно від 99,2 % до 100,3 %, наприклад, дорівнює 99,73 %.

Відношення (JIP2/ID) другого внутрішнього діаметра (JIP2) та номінального внутрішнього діаметра основного тіла першого трубного елемента знаходиться в діапазоні від 98,5 % до 100 %, переважно від 98,9 % до 99,9 %, наприклад, дорівнює 99,3 %.

Відношення (JIP2/JIP) другого внутрішнього діаметра (JIP2) та першого внутрішнього діаметра (JIP) знаходиться в діапазоні від 99 % до 99,9 %, наприклад, дорівнює 99,5 %.

Як показано на фіг. 1, 3 та 4, внутрішня циліндрична частина 68 проходить від охоплюваного вільного кінця 35 до місця вище внутрішньої нарізі 38 на віддалені від місця PCCS1. Друга внутрішня циліндрична частина 70 з постійним діаметром, що дорівнює другому внутрішньому діаметру JIP2, починається в місці PCCS1 та проходить до місця вище охоплюваної зовнішньої нарізі 36, між місцем PCCS2 та серединою охоплюваної зовнішньої нарізі уздовж осі XX". Згідно з цим варіантом здійснення поверхня 92, що звужується у внутрішньому напрямку, проходить над декількома, тобто 1-4 витками нарізі внутрішньою нарізі 38, наприклад. Конічна внутрішня поверхня 90, що звужується, з'єднується безпосередньо з другою внутрішньою циліндричною поверхнею 70 та закінчується нижче охоплюваної зовнішньої нарізі 36. Номінальний внутрішній діаметр ID визначається нижче поверхні 91 стику між охоплюваним кінцем та охоплюваним основним тілом 31, при цьому охоплювана зовнішня ущільнювальна поверхня 27 та канавка 52 утворені між охоплюваною зовнішньою ущільнювальною поверхнею 37 та зовнішньою нарізю 36

Як показано на фіг. 1-4, якщо номінальний зовнішній діаметр OD дорівнює 355,6 мм, а номінальний внутрішній діаметр ID дорівнює 313,94 мм:

- довжина першої циліндричної зовнішньої поверхні 58 знаходиться в діапазоні від 98 мм до 109 мм;
- довжина другої зовнішньої циліндричної поверхні 60 знаходиться в діапазоні від 83 мм до 87 мм;
- другий зовнішній діаметр JOB2 знаходиться в діапазоні від 363,52 мм до 364,02 мм;
- перший зовнішній діаметр JOB знаходиться в діапазоні від 362 мм до 363 мм, переважно від 362,36 мм до 362,86 мм;
- перший внутрішній діаметр JIP знаходиться в діапазоні від 313 мм до 313,8 мм, переважно від 313,12 мм до 313,37 мм;
- другий внутрішній діаметр JIP2 знаходиться в діапазоні від 311 мм до 312,5 мм, переважно від 312 мм до 312,25 мм;
- довжина першої внутрішньої циліндричної поверхні 68 знаходиться в діапазоні від 88 мм до 100 мм, переважно від 89,75 мм до 99,75 мм;
- довжина другої внутрішньої циліндричної поверхні 70 знаходиться в діапазоні від 77 мм до 80 мм;
- діаметральний натяг зовнішнього ущільнення метал-метал знаходиться в діапазоні від 1,12 мм до 1,32 мм, так що різниця (JOB2-JOB) другого зовнішнього діаметра JOB2 та першого зовнішнього діаметра JOB знаходиться в діапазоні від 85 % до 90 % діаметрального натягу зовнішнього ущільнення метал-метал;
- діаметральний натяг внутрішнього ущільнення метал-метал знаходиться в діапазоні від 1,23 мм до 1,33 мм, так що різниця (JIP-JIP2) першого внутрішнього діаметра JIP та другого внутрішнього діаметра JIP2 знаходиться в діапазоні від 91 % до 116 % значення діаметрального натягу внутрішнього ущільнення метал-метал;
- діаметральний натяг зовнішньої нарізі, якщо є в наявності, знаходиться у діапазоні від 0 до 0,18 мм;
- діаметральний натяг зовнішньої нарізі, якщо є в наявності, знаходиться у діапазоні від 0 до 0,18 мм.

Згідно з варіантами здійснення на фіг. 1-4, довжина уздовж осі X-X" другої внутрішньої циліндричної поверхні 70 менше довжини другої зовнішньої циліндричної поверхні 60.

При згвинчуванні з'єднання, профіль внутрішнього діаметра ніпельного елемента та профіль зовнішнього діаметра коробчастого елемента змінюються внаслідок дії сил, що виникають у результаті посадки з натягом відповідних охоплювальної та охоплюваної ущільнювальних поверхонь коробчастого та ніпельного елементів та зачеплення нарізей.

Фіг. 7 являє собою вид зовнішнього діаметра на носу коробчастого елемента після згвинчування. Внаслідок дії сил згвинчування, перша циліндрична зовнішня поверхня 58 вже не є циліндричною, а набуває трохи конічної форми, з максимальним зовнішнім діаметром поряд з вільним кінцем 25 та меншим діаметром на стику із поверхнею 82, що звужується у зовнішньому напрямку. У всіх місцях уздовж циліндричної поверхні 58 та другої зовнішньої циліндричної поверхні 60 зовнішній діаметр з'єднання 10 залишається менше порогового значення. Завдяки конкретній ознаці наявності як першої, так і другої циліндричних зовнішніх поверхонь 58 та 60,

відсутній безпосередній радіальний контакт з носом коробчастого елемента та обсадною колоною вже на місці під час установки. Дійсно, товщина коробчастого елемента 20 на другому критичному поперечному перерізі BCCS2 дозволяє коробчастому елементу забезпечувати кращу зносостійкість обсадної колони, водночас забезпечуючи високу ефективність з'єднання.

Аналогічно внаслідок дії сил згвинчування перша циліндрична внутрішня поверхня 68 вже не циліндрична, а набуває трохи конічної форми з мінімальним внутрішнім діаметром поряд з охоплюваним вільним кінцем 35 та більшим діаметром на стику з поверхнею 92, що звужується у внутрішньому напрямку. У всіх місцях уздовж внутрішньої циліндричної поверхні 68 та другої внутрішньої циліндричної поверхні 70 внутрішній діаметр з'єднання 10 залишається вище порогового значення, наприклад, прохідного діаметра. Завдяки конкретній ознаці наявності як першої, так і другої циліндричних внутрішніх поверхонь 68 та 70, відсутній безпосередній радіальний контакт з носом ніпельного елемента та ще однією обсадною колоною, що підлягає установці у свердловині. Дійсно, товщина ніпельного елемента 30 на першому критичному поперечному перерізі PCCS1 дозволяє ніпельному елементу забезпечувати кращу зносостійкість обсадної колони, водночас забезпечуючи високу ефективність з'єднання.

Завдяки додатковій товщині на критичних поперечних перерізах коробчастого та ніпельного елементів, з'єднання забезпечує більш високу зносостійкість обсадної колони, водночас забезпечуючи більш високу ефективність та високі експлуатаційні характеристики, коли з'єднання зазнає дії осьового розтягнення.

Також збільшується строк служби з'єднання, оскільки вільний кінець коробчастого елемента не знаходиться в прямому радіальному контакті.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Нарізне трубне з'єднання (10), що містить:
трубний охоплювальний кінець (20), що проходить від основного тіла (21) першого трубного елемента (22), причому трубний охоплювальний кінець (20) містить:
- охоплювальну зовнішню нарізь (26) між охоплювальним заплечиком (18, 24) та охоплювальним вільним кінцем (25); та
- охоплювальну внутрішню нарізь (28), так що охоплювальний заплечик (24) являє собою охоплювальний проміжний заплечик, розташований між охоплювальною зовнішньою нарізю (26) та охоплювальною внутрішньою нарізю (28);
трубний охоплюваний кінець (30), що проходить від основного тіла (31) другого трубного елемента (32), причому трубний охоплюваний кінець (30) містить:
- охоплювану зовнішню нарізь (36), охоплювану внутрішню нарізь (38) та охоплюваний заплечик (34), причому указана охоплювана зовнішня нарізь (36) виконана з можливістю взаємного блокування за допомогою нарізного зачеплення з охоплювальною зовнішньою нарізю (26), указана охоплювана внутрішня нарізь (38) виконана з можливістю взаємного блокування за допомогою нарізного зачеплення з охоплювальною внутрішньою нарізю (28), та
при цьому трубний охоплюваний кінець (30) містить першу механічно оброблену внутрішню поверхню (68) охоплюваного кінця (30) поряд з охоплюваним вільним кінцем (35), другий внутрішній діаметр (JIP2) вище щонайменше однієї заглибини нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі (36), так що другий внутрішній діаметр (JIP2) менше першого внутрішнього діаметра (JIP) першої механічно обробленої внутрішньої поверхні (68).

2. Нарізне трубне з'єднання за п. 1, яке **відрізняється** тим, що другий внутрішній діаметр (JIP2) трубного охоплюваного кінця розташований вище заглибини нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі (36).

3. Нарізне трубне з'єднання за п. 1 або 2, яке **відрізняється** тим, що другий внутрішній діаметр (JIP2) розташований нижче проміжного заплечика (34).

4. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що внутрішня поверхня трубного охоплюваного кінця, що має менший внутрішній діаметр, ніж перший внутрішній діаметр (JIP), проходить щонайменше на ділянці, що починається від першого критичного поперечного перерізу (PCCS1) ніпельного елемента до другого критичного поперечного перерізу (PCCS2, PCCS3) ніпельного елемента трубного охоплюваного кінця.

5. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що другий внутрішній діаметр (JIP2) є постійним на охоплюваній другій циліндричній поверхні (70), а перша механічно оброблена внутрішня поверхня (68) містить циліндричну поверхню, утворену з цим першим внутрішнім діаметром.

6. Нарізне трубне з'єднання за п. 5, яке **відрізняється** тим, що охоплювана друга циліндрична поверхня (70) проходить вище проміжного заплечика.

7. Нарізне трубне з'єднання за п. 5 або 6, яке **відрізняється** тим, що охоплювана друга циліндрична поверхня (70) проходить вище другого критичного поперечного перерізу (PCCS2) ніпельного елемента, розташованого на першій заглибині зачепленої нарізі охоплюваної зовнішньої нарізі (28) поряд з охоплюваним основним тілом (31).

8. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із пп. 5-7, яке **відрізняється** тим, що охоплювана друга циліндрична поверхня (70) проходить вище частини охоплюваної зовнішньої нарізі, а перша механічно оброблена зовнішня поверхня (68) проходить вище частини охоплюваної внутрішньої нарізі.

9. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що трубний охоплювальний кінець (20) містить охоплювальну внутрішню ущільнювальну поверхню (29), а трубний охоплюваний кінець (30) містить охоплювану внутрішню ущільнювальну поверхню (39), так що охоплювана та охоплювальна внутрішні ущільнювальні поверхні (29, 39) утворюють внутрішнє ущільнення метал-метал, коли нарізне трубне з'єднання згвинчене, і при цьому внутрішній діаметр трубного охоплюваного кінця вище цієї охоплюваної внутрішньої ущільнювальної поверхні (29) дорівнює першому зовнішньому діаметру.

10. Нарізне трубне з'єднання за п. 9, яке **відрізняється** тим, що охоплювана внутрішня ущільнювальна поверхня (39) розташована між охоплюваною внутрішньою наріззю та охоплюваним вільним кінцем.

11. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що охоплюваний вільний кінець (35) знаходиться на віддаленні у поздовжньому напрямку від внутрішнього заплечика (18) трубного охоплювального кінця, коли з'єднання згвинчене.

12. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що охоплювальний проміжний заплечик та охоплюваний проміжний заплечик упираються один в одного, коли з'єднання згвинчене.

13. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що охоплювана та охоплювальна нарізі, відповідно зовнішня та внутрішня, радіально зміщені відносно поздовжньої осі нарізного з'єднання.

14. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що механічно оброблена внутрішня поверхня (68) охоплюваного кінця та циліндрична поверхня (70), що має указаний другий внутрішній діаметр (JIP2), з'єднані конусною поверхнею (92), що утворює кут (α4) посадки, який знаходиться у діапазоні від 5° до 7°, наприклад дорівнює 6°.

15. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що циліндрична поверхня (70), що має указаний другий внутрішній діаметр (JIP2), з'єднана з основним тілом другого трубного елемента, що має номінальний внутрішній діаметр (ID), конічною поверхнею (90), що утворює кут (α3) обтиснення, який знаходиться у діапазоні від 2° до 4°, наприклад дорівнює 3°.

16. Нарізне трубне з'єднання за попереднім пунктом, яке **відрізняється** тим, що трубний охоплювальний кінець (20) містить охоплювальну зовнішню ущільнювальну поверхню (27), трубний охоплюваний кінець (30) містить охоплювану зовнішню ущільнювальну поверхню (37), при цьому охоплювальна зовнішня ущільнювальна поверхня (27) розташована між охоплювальною зовнішньою наріззю (26) та охоплювальним вільним кінцем (25), охоплювана зовнішня ущільнювальна поверхня (37) розташована між охоплюваною зовнішньою наріззю (36) та охоплюваним основним тілом (31), так що охоплювана та охоплювальна зовнішні ущільнювальні поверхні (27, 37) утворюють зовнішнє ущільнення метал-метал, коли нарізне трубне з'єднання згвинчене,
та при цьому конусна поверхня (90) з кутом (α3) обтиснення закінчується вище охоплюваної зовнішньої нарізі (36).

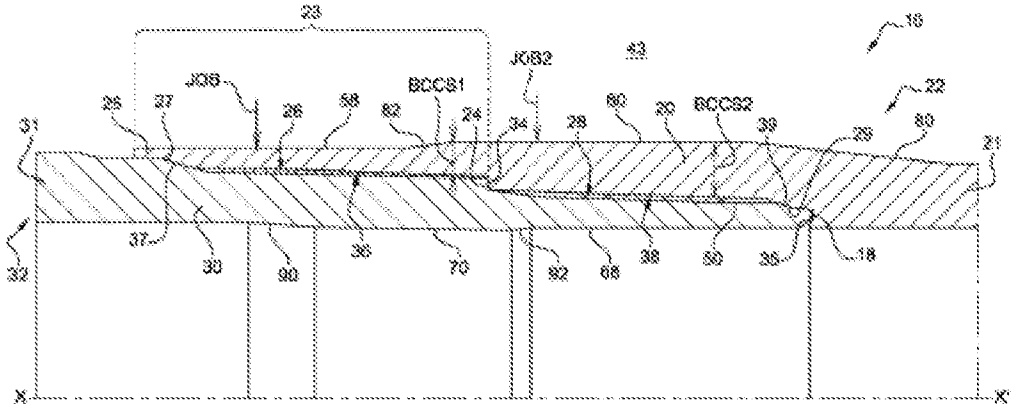
17. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що різниця (JIP-JIP2) першого внутрішнього діаметра (JIP) та другого внутрішнього діаметра (JIP2) знаходиться у діапазоні від 80 до 120 %, переважно від 91 до 116 % максимального значення радіального натягу внутрішнього ущільнення метал-метал.

18. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що відношення (JIP2/ID) другого внутрішнього діаметра (JIP2) та номінального внутрішнього діаметра основного тіла другого трубного елемента знаходиться в діапазоні від 98,5 до 100 %, переважно від 98,9 до 99,9 %, наприклад дорівнює 99,3 %.

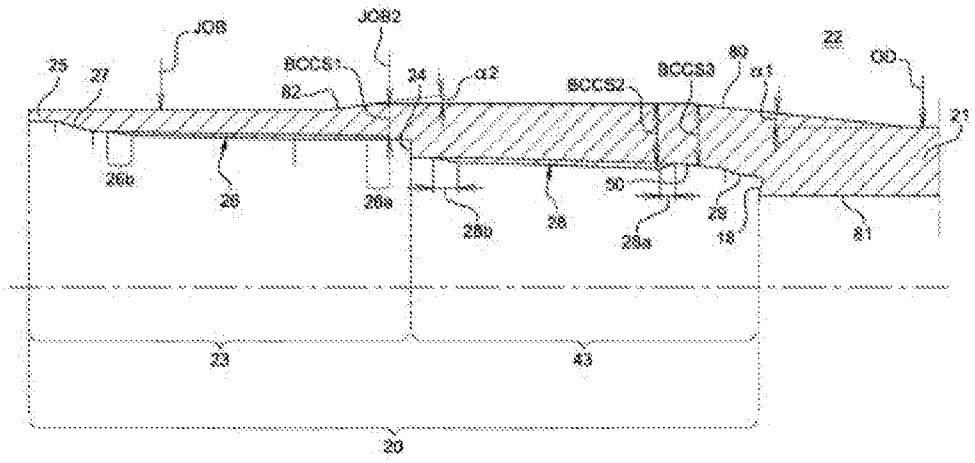
19. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що відношення (JIP2/JIP) другого внутрішнього діаметра (JIP2) до першого внутрішнього діаметра (JIP) знаходиться в діапазоні від 99 до 99,9 %, наприклад дорівнює 99,5 %.

20. Нарізне трубне з'єднання за будь-яким із попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що, після нарізного зачеплення трубного охоплювального кінця з трубним охоплюваним кінцем в

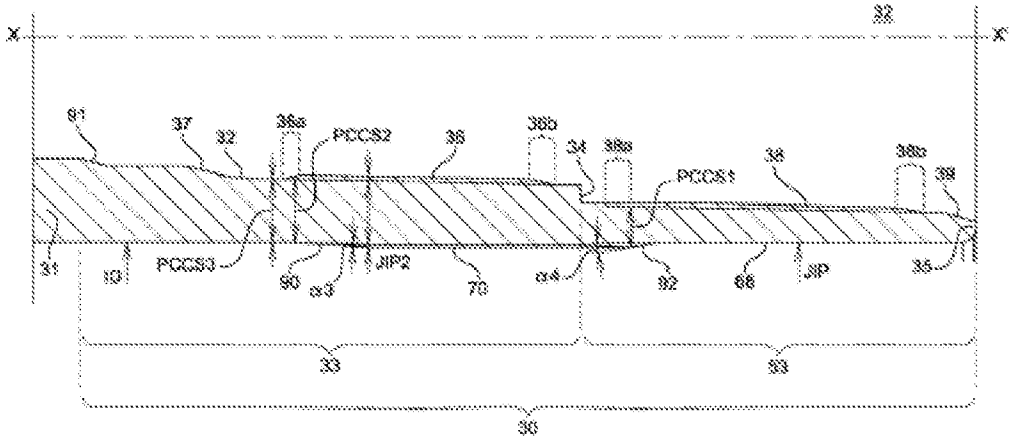
кінці згвинчування нарізного трубного з'єднання, внутрішній діаметр трубного охоплюваного кінця в обох місцях вище зовнішньої нарізі та внутрішньої нарізі менше одного і того самого порогового значення 105 % та переважно 103 % номінального внутрішнього діаметра основного тіла (21).



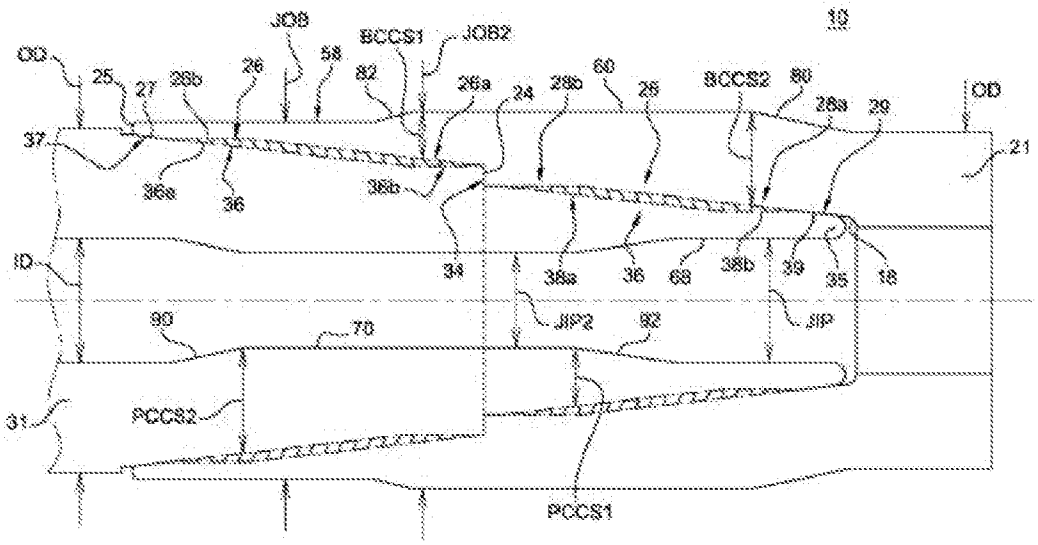
Фіг. 1



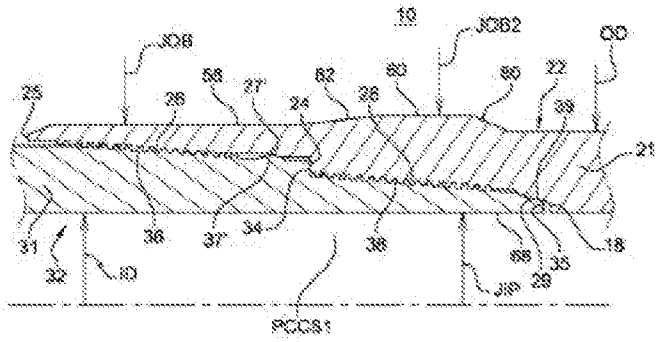
Фіг. 2



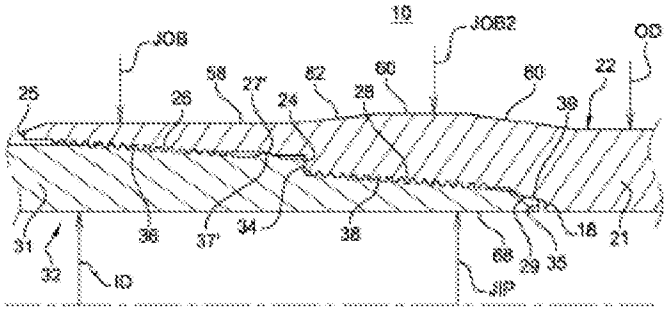
Фіг. 3



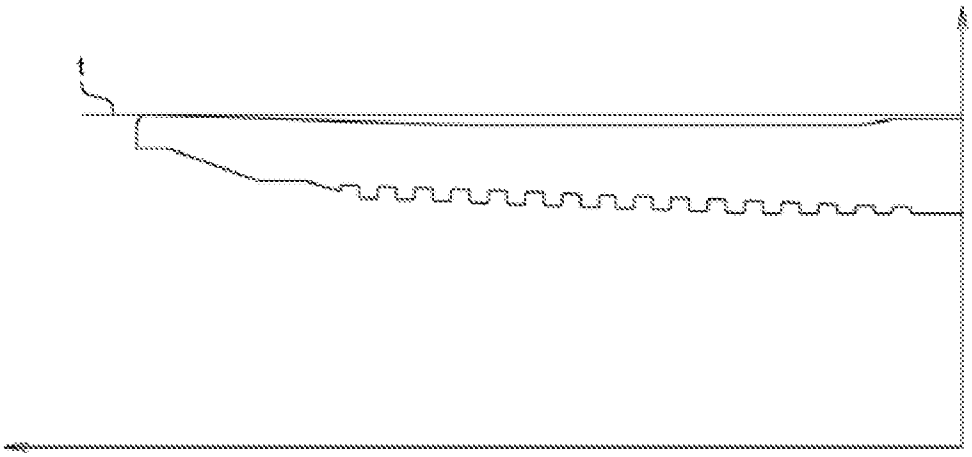
Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601