



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **129064** (13) **C2**  
(51) МПК  
**F16L 15/04** (2006.01)  
**E21B 17/042** (2006.01)

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

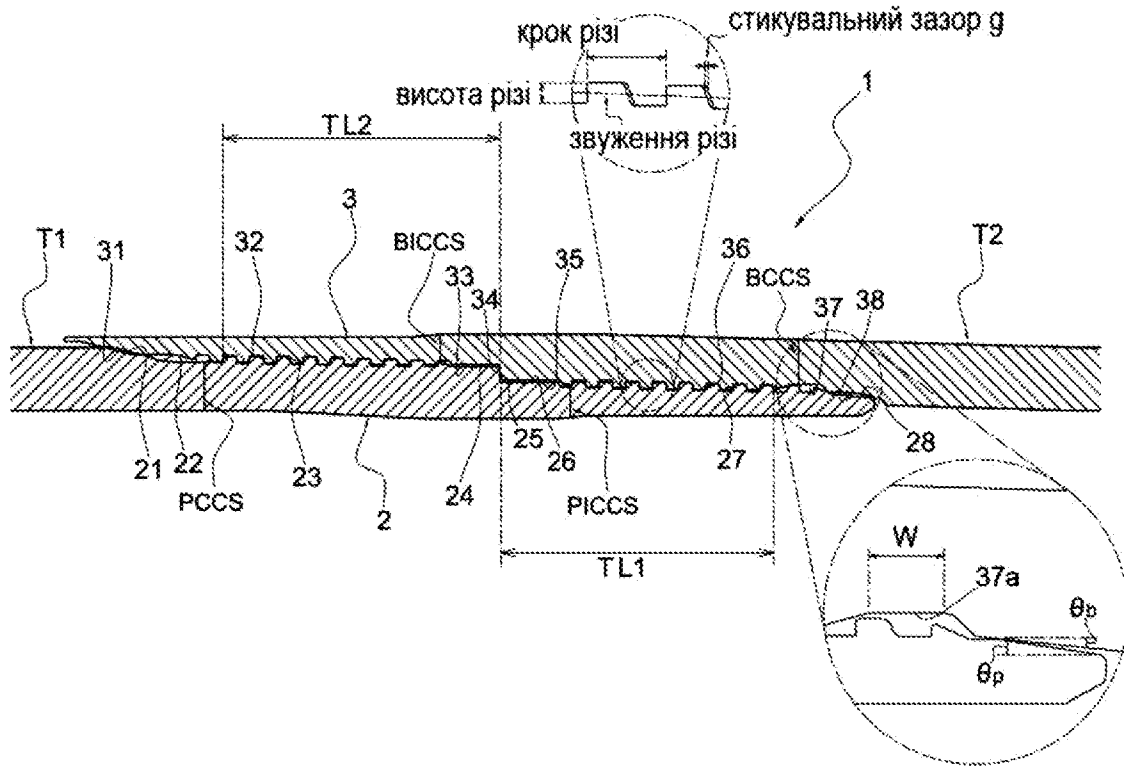
|   |   |
|---|---|
| <p>(21) Номер заявки: <b>a 2022 01838</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>22.12.2020</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>02.01.2025</b></p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>2020005810</b></p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>17.01.2020</b></p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заяву: <b>JP</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>05.10.2022, Бюл.№ 40</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>01.01.2025, Бюл.№ 1</b></p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: <b>РСТ/JP2020/047835, 22.12.2020</b></p> | <p>(72) Винахідник(и):<br/><b>Оку Йоусуке (JP),<br/>Марута Сатосі (JP)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці):<br/><b>НІППОН СТІЛ КОРПОРЕЙШН,<br/>6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku,<br/>Токуо 1008071, Japan (JP),<br/>ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС,<br/>54, rue Anatole France, Aulnoye-Aymeries<br/>59620, France (FR)</b></p> <p>(74) Представник:<br/><b>Бочаров Максим Анатолійович,<br/>реєстр. №367</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:<br/>US 6581980 B1, 24.06.2003<br/>US 6530607 B1, 11.03. 2003<br/>US 2006145480 A1, 06.07.2006<br/>US 2008296894 A1, 04.12.2008<br/>WO 2018211873 A1, 22.11.2018<br/>JP 2006526747 A, 14.11.2006<br/>JP H10169855 A, 26.06.1998<br/>JP 2012149760 A, 09.08.2012<br/>WO 2017104282 A1, 22.06.2017<br/>JP 2001124253 A, 11.05.2001<br/>JP H09126366 A, 13.05.1997<br/>UA 114131 C1, 25.04.2017</p> |
|---|---|

**(54) НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ ДЛЯ ТРУБ**

**(57) Реферат:**

У нарізному з'єднанні для труб з двоступінчастою конструкцією різі з поверхнями проміжного заплечика додатково підвищується опір стисненню. Після завершення згвинчування ніпеля 2 і муфти 3, діаметр стикувального зазору становить 0,15 мм або менше, причому стикувальний зазор визначається між закладною стороною зовнішньої різі, що включає внутрішню нарізну ділянку 27 і зовнішню нарізну ділянку 23, і закладною стороною внутрішньої різі, що включає внутрішню нарізну ділянку 36 і зовнішню нарізну ділянку 32, тим самим викликаючи контакт закладних сторін зовнішньої і внутрішньої різей до того, як кут  $\theta$  повороту поверхонь 25 і 34 проміжного заплечика, як позначається в поздовжньому перерізі, починає швидко збільшуватися, тим самим запобігаючи накопиченню пошкоджень в поверхнях 25 і 34 проміжного заплечика.

UA 129064 C2



Фіг. 3

## ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

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

## ПЕРЕДУМОВИ ДО СТВОРЕННЯ ВІНАХОДУ

5 Для видобутку підземних ресурсів в нафтових свердловинах, свердловинах природного газу тощо (які далі в сукупності називаються "нафтові свердловини") застосовуються обсадні труби, які утворюють множину відрізків стінок свердловини і трубопроводів, розташованих всередині обсадних труб для видобутку нафти або газу. Такі обсадні труби або трубопроводи збираються з великої кількості з'єднаних послідовно сталевих труб, причому для їхнього з'єднання 10 застосовується нарізне з'єднання для труб. Сталева труба, що застосовується в нафтовій свердловині, також називається трубою для нафтової свердловини.

Нарізне з'єднання для труб, загалом, класифікуються як інтегрального типу і муфтового типу. Інтегральні нарізне з'єднання для труб розкриті, наприклад, в Патентних документах 1 і 2, перелічених нижче, а нарізне з'єднання муфтового типу для труб розкриті, наприклад, 15 в Патентному документі 3, вказаному нижче.

Інтегральне з'єднання напряму з'єднує труби нафтової свердловини. Конкретно, внутрішня різь передбачена на одному кінці кожної труби для нафтової свердловини, в той час як зовнішня різь передбачена на іншому кінці кожної труби; при цьому у внутрішню різь на одній 20 трубі для нафтової свердловини угвинчується зовнішня різь іншої труби для нафтової свердловини, так що труби нафтової свердловини з'єднуються.

У випадку з'єднання муфтового типу, труби для нафтової свердловини з'єднуються із застосуванням трубчастої з'єднувальної муфти. Зокрема, внутрішня різь передбачена на кожному кінці з'єднувальної муфти, в той час як зовнішня різь передбачена на кожному кінці кожної труби для нафтової свердловини. Потім одна зовнішня різь однієї труби нафтової 25 свердловини угвинчується в одну внутрішню різь з'єднувальної муфти, а одна зовнішня різь іншої труби нафтової свердловини угвинчується в іншу внутрішню різь з'єднувальної муфти, так що труби нафтової свердловини з'єднуються за допомогою з'єднувальної муфти. Тобто, з'єднання муфтового типу безпосередньо з'єднує пару труб, одна з яких є трубою нафтової свердловини, в той час як інша є з'єднувальною муфтою.

30 Загалом, кінець труби для нафтової свердловини, на якому передбачена зовнішня різь, включає елемент, який повинен бути вставлений у внутрішню різь, передбачену на трубі для нафтової свердловини або з'єднувальної муфти, і таким чином, називається ніпелем. Кінець труби для нафтової свердловини або з'єднувальної муфти, на якому передбачена внутрішня різь, включає елемент для прийому зовнішньої різі, передбаченої на кінці труби для нафтової 35 свердловини, і таким чином, називається муфтою.

У останні роки розробляються все глибші свердловини з вищими температурами і глибшим тиском. Глибока свердловина має складний розподіл пластового тиску по глибині, що вимагає підвищеної кількості відрізків обсадної труби; так, іноді застосовують тип нарізного з'єднання, максимальний зовнішній діаметр якого, тобто зовнішній діаметр муфти, по суті, дорівнює 40 зовнішньому діаметру тіла труби для нафтової свердловини. Нарізне з'єднання із зовнішнім діаметром муфти, який, по суті, дорівнює зовнішньому діаметру тіла труби, труби для нафтової свердловини, іноді називають нарізним з'єднанням заглибленого типу. Додатково, нарізне з'єднання із зовнішнім діаметром муфти, меншим, ніж приблизно 108 % зовнішнього діаметра тіла труби, труби для нафтової свердловини, іноді називають нарізним з'єднанням 45 напівзаглибленого типу. Такі нарізне з'єднання заглибленого типу і напівзаглибленого типу не тільки повинні мати високу міцність і герметичність, але також повинні мати жорсткі обмеження за розміром для їхніх різних ділянок, щоб дозволити їхнім нарізним і ущільнювальним структурам розташовуватися всередині при обмеженій товщині стінки труби.

Для нарізних з'єднань заглибленого типу і напівзаглибленого типу з жорсткими 50 обмеженнями за розміром часто застосовується конструкція з'єднання, яка включає проміжні заплечики в середині з'єднання, як визначено вздовж осьового напрямку, із зовнішньою та внутрішньою різями, розташованими попереду і позаду їх, тобто двома ступенями різі.

Патентний документ 1 розкриває нарізне з'єднання з такою двоступінчастою конструкцією різі, яка забезпечує стабільну герметичність. У способі Патентного документа 1 робиться 55 спроба забезпечити стабільну герметичність навіть після багаторазового прикладання навантаження за рахунок забезпечення внутрішньої канавки між внутрішньою ущільнювальною поверхнею і внутрішньою ділянкою внутрішньої різі муфти, яка може вміщувати частину внутрішньої ділянки зовнішньої різі ніпеля.

Патентний документ 2 розкриває нарізне з'єднання заглибленого/напівзаглибленого типу, 60 яке включає кільцеву ділянку, яка розташована між зовнішньою ущільнювальною поверхнею і

внутрішньою різью муфти і має довжину в напрямку осі труби, яка перевищує крок різі внутрішньої різі, тим самим гарантуючи, що зовнішнє ущільнення забезпечує достатню герметичність.

#### ДОКУМЕНТИ ПОПЕРЕДНЬОГО РІВНЯ ТЕХНІКИ

##### 5 ПАТЕНТНІ ДОКУМЕНТИ

[Патентний документ 1] публікація WO 2018/211873

[Патентний документ 2] публікація WO 2016/056222

[Патентний документ 3] Заявка Японії JP 2012-149760 A

##### СУТЬ ВІНАХОДУ

##### 10 ПРОБЛЕМИ, ЩО ВИРІШУЮТЬСЯ ВІНАХОДОМ

Для збереження герметичності, що забезпечується взаємодією між ущільнювальними поверхнями, ефективно поліпшити опір стисненню нарізного з'єднання, тому що, якщо ділянки нарізного з'єднання деформуються стискувальними навантаженнями і ущільнювальні поверхні зміщуються в осьовому положенні, в результаті виникає невідповідна кількість взаємодій між

15 ущільнювальними поверхнями, що негативно впливає на герметичність.

Однак, інтегральне нарізне з'єднання заглибленого/напівзаглибленого типу з двоступінчастою нарізною конструкцією має обмеження за товщиною стінки, що утрудняє забезпечення великої ширини контакту для поверхонь проміжного заплечика (тобто радіальної ширини контактних ділянок). Якщо ширина контакту поверхонь проміжного заплечика

20 збільшується, товщина стінки труби в місцях різей і ущільнень ніпеля і муфти знижується, що призводить до погіршення характеристик, таких як герметичність, в той же час, роблячи утрудненим забезпечення достатніх площ проміжних критичних перерізів ніпеля і муфти, що призводить до зниження міцності на розтягування і герметичність нарізного з'єднання.

Тим часом, оскільки в останні роки були розроблені глибші нафтові свердловини з вищими температурами і глибшим тиском, бажані подальші поліпшення опору стисненню; при цьому спосіб, розкритий в Патентному документі 1, який дозволяє сприймати стискувальні навантаження тільки поверхнями проміжного заплечика, не забезпечує достатній опір

25 стисненню.

Патентний документ 3, вказаний вище, розкриває нарізне з'єднання для труб, що має ніпель, який включає носову частину, що продовжується від ділянки із зовнішньою різью в напрямку кінця труби, і поверхню заплечика на кінці носової частини, де нарізний зазор  $G$  між закладними сторонами зовнішньої і внутрішньої різей знаходиться в діапазоні від 0,01 мм до 0,1 мм, так що при прикладанні осьового стискувального навантаження, закладні сторони зовнішньої і внутрішньої різей контактують одна з одною, щоб витримувати частину осьового

35 стискувального навантаження, тим самим, поліпшуючи опір стисненню.

Однак, Патентний документ 3 стосується нарізних з'єднань іншого типу, ніж нарізні з'єднання з двоступінчастою конструкцією різі, і не розкриває, наскільки великим повинен бути зазор між закладними сторонами для запобігання небажаній деформації поверхонь проміжного заплечика нарізного з'єднання з двоступінчастою конструкцією різі.

40 Задачею даного винаходу є додаткове поліпшення опору стисненню нарізного з'єднання для труб з двоступінчастою конструкцією різі.

##### ЗАСІБ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ

Автори даної заявки зосередилися на тому, як і в якій мірі деформуються поверхні проміжного заплечика нарізного з'єднання для труб з двоступінчастою конструкцією різі при прикладанні стискувального навантаження, і проаналізували ці чинники із застосуванням пружнопластичного аналізу, в основному, із застосуванням комп'ютерного моделювання. Вони виявили, що чим більше осьове стискувальне навантаження, прикладене до поверхонь проміжного заплечика ніпеля і муфти, тим більше стає кут  $\theta$  повороту заплечика. Додатково, вони виявили, що, якщо тільки поверхні проміжного заплечика несуть осьові стискувальні навантаження, для осьових стискувальних навантажень, що перевищують певний рівень, одиничний приріст  $\Delta\theta$  кута повороту заплечика поверхонь проміжного заплечика на одиницю приросту  $\Delta L$  осьового стискувального навантаження швидко збільшується, як показано на Фіг. 1.

45 Кут  $\theta$  повороту заплечика, що застосовується тут, визначається, як показано на Фіг. 2, як кут, утворений між прямою лінією  $L1$ , що проходить через зовнішній край  $P1$  поверхні проміжного заплечика ніпеля, і внутрішній край  $B1$  поверхні проміжного заплечика муфти, як визначено в

50 поздовжньому перерізі після завершення згинчування, з одного боку, і прямою лінією  $L2$ , що проходить через зовнішній край  $P2$  поверхні проміжного заплечика ніпеля і внутрішній край  $B2$  поверхні проміжного заплечика муфти, як позначається в одному і тому ж поздовжньому перерізі при прикладанні осьового стискувального навантаження. На Фіг. 2, поверхні проміжного заплечика після завершення згинчування позначені пунктирними лініями, а поверхні

60 заплечика після завершення згинчування позначені пунктирними лініями, а поверхні

проміжного заплечика після прикладання осьового стискувального навантаження позначені суцільними лініями. Хоч Фіг. 2 показує точку для B2, накладену на точку для B1, насправді B1 і B2 не обов'язково розташовуються таким чином, щоб їхні точки накладалися одна на одну. Тут зовнішній край поверхні проміжного заплечика ніпеля являє собою зовнішній кінець поверхні контакту в контакті з поверхнею проміжного заплечика муфти, а не зовнішній кінець фаски, передбаченої на зовнішньому периферійному краї поверхні проміжного заплечика ніпеля. Внутрішній край поверхні проміжного заплечика муфти являє собою внутрішній кінець поверхні контакту в контакті з поверхнею проміжного заплечика ніпеля, а не внутрішній кінець фаски, передбаченої на внутрішньому периферійному краї поверхні проміжного заплечика муфти.

Додатково, як застосовується в даному документі, "після завершення згвинчування" означає момент часу, коли після того, як ніпель згвинчений на муфті, до нарізного з'єднання не прикладається ні осьове навантаження, ні внутрішній/зовнішній тиск. З іншого боку, "коли з'єднання згвинчене" означає, що ніпель і муфта згвинчені, незалежно від того, чи прикладається, щонайменше, одне з осьового навантаження, внутрішнього тиску і зовнішнього тиску, тобто "коли з'єднання згвинчене" застосовується, якщо ніпель і муфта згвинчені навіть після прикладання осьового навантаження, внутрішнього тиску і зовнішнього тиску в діапазоні, який не призводить до руйнування нарізного з'єднання або втрати контактної поверхневої тиску між ущільнювальними поверхнями ніпеля і муфти, більш переважно, в межах діапазону пружності. У цьому винаході, "осьове навантаження, внутрішній тиск і зовнішній тиск в діапазоні пружності" можуть являти собою осьове навантаження, внутрішній тиск і зовнішній тиск в межах еліпса плинності, до якого нарізне з'єднання, що становить для нас інтерес, забезпечує міцність.

Якщо кут повороту заплечика поверхонь проміжного заплечика є дуже великим, пластична деформація може легко накопичуватись в поверхнях проміжного заплечика і поблизу них, що є небажаною ситуацією. Додатково, великий кут повороту заплечика може викликати таку ступінь деформації зовнішнього краю і прилеглих ділянок поверхонь проміжного заплечика ніпеля, а також внутрішнього краю і прилеглих ділянок поверхонь проміжного заплечика муфти, що спричинить руйнування, яке згодом може зменшити ефективну площу контакту заплечика.

Все це говорить про те, що якщо величина зазору між закладними сторонами зовнішньої і внутрішньої різей після завершення згвинчування є такою, що закладні сторони починають контактувати в момент часу X (див. Фіг. 1) до швидкого збільшення одиничного приросту  $\Delta\theta$  кута  $\theta$  повороту заплечика, потім, навіть при прикладанні відносно великого стискувального навантаження, стискувальне навантаження, що діє на поверхні проміжного заплечика, буде меншим і, як вказано лінією з двома точками на Фіг. 1, ступінь збільшення кута  $\theta$  повороту заплечика після того, як закладні сторони торкнулися одна одну, буде менше.

Потім автори даної заявки досліджували нарізне з'єднання декількох наборів діаметрів труб, щоб визначити кут  $\theta$  повороту заплечика, при якому одиничний приріст  $\Delta\theta$  швидко збільшується, і виявили, що незалежно від діаметрів труб, одиничний приріст  $\Delta\theta$  кута повороту заплечика швидко збільшується при куті  $\theta$  повороту заплечика більше приблизно  $1^\circ$ .

Коли до двоступінчастого нарізного з'єднання, що має проміжні заплечики, прикладається осьове стискувальне навантаження, в ніпелі і муфті виникає стискувальна деформація, так що величина  $\alpha$  стиснення ніпеля і муфти, яка виміряна в осьовому напрямку, збільшується по мірі віддалення від проміжних заплечиків в осьовому напрямку. Таким чином, в конструкції, в якій розмір стискувального зазору є однаковим по всій довжині, коли стискувальне навантаження поступово збільшується, закладні сторони мають тенденцію контактувати одна з одною, починаючи з місць, віддалених від проміжних заплечиків, і такий контакт між закладними сторонами потім послідовно просувається до місць поблизу проміжних заплечиків.

Додатково, відносне зміщення між закладними сторонами ніпеля і муфти впливає не тільки на вищезазначену величину  $\alpha$  стиснення, але також величину  $\beta$  зміщення ніпеля і муфти, виміряну в осьовому напрямку, викликану поворотною деформацією поверхонь проміжного заплечика. Ця величина  $\beta$  зміщення може бути виражена як  $D_{sh} \times \tan\theta$ , де  $D_{sh}$  являє собою відстань між радіально зовнішнім краєм поверхні проміжного заплечика ніпеля і радіально внутрішнім краєм поверхні проміжного заплечика муфти, як позначається в поздовжньому перерізі після завершення згвинчування (тобто радіальну ширину ділянки контакту між поверхнями проміжного заплечика), як показано на Фіг. 2.

Вищезазначене відносне зміщення між ділянками закладних сторін ніпеля і муфти, що почали контактувати одна з одною, дорівнює зазору  $G$  між закладними сторонами після завершення згвинчування; по суті, закладні сторони починають контактувати, навіть коли кут повороту заплечика менше  $1^\circ$ , якщо виконується наступний вираз (1):

$$G \leq \alpha + \beta = \alpha + D_{sh} \times \tan 1^\circ \dots (1),$$

де при прикладанні осьового стискувального навантаження, яке призводить до того, що закладні сторони починають контактувати, а являє собою величину викликаного деформацією стиснення осьового зміщення ділянок закладних сторін, які почали контактувати, відносно проміжних заплечиків.

5 Автори даної заявки досліджували два типи зразків з шириною  $D_{sh}$  контакту заплечика, що дорівнює 1,80 мм і 1,92 мм, шляхом проведення пружнопластичного аналізу за допомогою комп'ютерного моделювання для визначення стикувального зазору  $G$ , який призводить до того, що закладні сторони починають знаходитися в контакті, коли кут повороту заплечика становить  $1^\circ$  або менше, і виявили, що для кожного з цих зразків закладні сторони починають  
10 контактувати, коли кут  $\theta$  повороту заплечика становить  $1^\circ$  або менше, якщо стикувальний зазор  $G$  не більше ніж 0,15 мм. Проте, передбачається, що у випадку більшої ширини  $D_{sh}$  контакту заплечика, кут  $\theta$  повороту заплечика може бути збережений на рівні  $1^\circ$  або менше навіть при більшому стикувальному зазорі  $G$ .

Підстановка  $G=0,15$  і  $D_{sh}=1,80$  мм або 1,92 мм у виразі (1) і обчислення  $\alpha$  дає  $\alpha=0,12$  мм.

15 Чим більше ширина  $D_{sh}$  контакту заплечика, тим більше осьове стискувальне навантаження, яке повертає проміжний заплечик на  $1^\circ$ . Додатково, як правило, чим більше діаметр труби, тим більше ширина  $D_{sh}$  контакту заплечика. Відповідно, можна передбачити, що значення  $\alpha$ , яке знайдене при куті повороту заплечика, що дорівнює  $1^\circ$ , є, загалом, постійно незалежним від діаметра труби.

20 Даний винахід ґрунтується на цих висновках.

Нарізне з'єднання для труб згідно з даним винаходом включає трубчастий ніпель і трубчасту муфту, при цьому ніпель і муфта виконані з можливістю згвинчування при угвинчуванні ніпеля в муфту. Ніпель включає зовнішню різь, що має внутрішню нарізну ділянку і зовнішню нарізну ділянку, рознесені одна від одної в осьовому напрямку, і поверхню проміжного заплечика, розташовану між внутрішньою нарізною ділянкою і зовнішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі. Муфта включає внутрішню різь, що має внутрішню нарізну ділянку, виконану з можливістю зачеплення з внутрішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі, коли з'єднання згвинчене, і зовнішню нарізну ділянку, виконану з можливістю зачеплення із зовнішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі, коли з'єднання згвинчене, і поверхню проміжного заплечика, передбачену між  
25 внутрішньою нарізною ділянкою і зовнішньою нарізною ділянкою внутрішньої різі, і виконану з можливістю контакту з поверхнею проміжного заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене. Зовнішня різь і внутрішня різь сконструйовані таким чином, що після завершення згвинчування, опорні сторони зовнішньої різі і внутрішньої різі знаходяться в контакті одна з одною, а між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі утворений зазор. Зазор, що утворюється між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згвинчування, має таку величину, що при прикладанні заданого осьового стискувального навантаження, меншого, ніж граничне стискувальне навантаження ніпеля і муфти, ніпель і муфта деформуються таким чином, що закладні сторони зовнішньої різі і внутрішньої різі починають контактувати з тим, щоб нести частину осьового стискувального навантаження.

40 Нарізне з'єднання для труб згідно з даним винаходом задовольняє наступний вираз (1):

$$G \leq 0,12 + D_{sh} \times \tan 1^\circ \dots (1).$$

де  $G$  являє собою розмір зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби, а  $D_{sh}$  являє собою відстань між радіально зовнішнім краєм поверхні проміжного заплечика ніпеля і  
45 радіально внутрішнім краєм поверхні проміжного заплечика муфти, як позначається в поздовжньому перерізі після завершення згвинчування.

#### ПЕРЕВАГИ ВІНАХОДУ

Згідно з даним винаходом, коли нарізне з'єднання з двоступінчастою конструкцією різі сприймає прикладені до нього поступово зростаючі осьові стискувальні навантаження, закладні сторони зовнішньої і внутрішньої різей контактують одна з одною до збільшення одиничного приросту  $\Delta\theta$  кута повороту поверхонь проміжного заплечика до певного рівня, таким чином, дозволяючи закладним сторонам нести частину осьового стискувального навантаження для досягнення відносно невеликого кута  $\theta$  повороту заплечика для поверхонь проміжного заплечика, тобто відносно невеликої величини поворотної деформації поверхонь проміжного заплечика як позначається в поздовжньому перерізі навіть при прикладанні відносно великого осьового стискувального навантаження, тим самим зменшуючи пошкодження, накопичені на поверхнях проміжного заплечика. Це дозволить досягнути бажаного додаткового поліпшення опору стисненню нарізного з'єднання з двоступінчастою конструкцією різі.

#### КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

60 Фіг.1 являє собою графік, що показує взаємозв'язок між осьовим стискувальним

навантаженням і кутом повороту заплечика в нарізному з'єднанні для труб з двоступінчастою конструкцією різі, де осьові стискувальні навантаження сприймаються тільки поверхнями проміжного заплечика.

5 Фіг. 2 являє собою спрощений збільшений вигляд перерізу поверхонь проміжного заплечика нарізного з'єднання для труб з двоступінчастою конструкцією різі в стані деформації при прикладанні до з'єднання осьового стискувального навантаження.

Фіг. 3 являє собою вигляд поздовжнього перерізу нарізного з'єднання для труб нафтової свердловини згідно з варіантом здійснення, яке згвинчене.

10 Фіг. 4 являє собою діаграму комплексного навантаження, прикладеного до випробуваних зразків з № 1 по №10.

Фіг. 5 являє собою діаграму комплексного навантаження, прикладеного до випробуваних зразків з № 11 по № 20.

15 Фіг. 6 являє собою графік, що показує взаємозв'язок між стискувальним навантаженням і кутом повороту заплечика, що отриманий при прикладанні поступово зростаючих простих стискувальних навантажень до випробуваних зразків № 1 - № 5.

Фіг. 7 являє собою графік, що показує взаємозв'язок між стискувальним навантаженням і кутом повороту заплечика, що отриманий при прикладанні поступово зростаючих простих стискувальних навантажень до випробуваних зразків № 6 - № 10.

20 Фіг. 8 являє собою графік, що показує взаємозв'язок між стискувальним навантаженням і кутом повороту заплечика, що отриманий при прикладанні поступово зростаючих простих стискувальних навантажень до випробуваних зразків № 11 - № 15.

Фіг. 9 являє собою графік, що показує взаємозв'язок між стискувальним навантаженням і кутом повороту заплечика, що отриманий при прикладанні поступово зростаючих простих стискувальних навантажень до випробуваних зразків № 16 - № 20.

25 Фіг. 10 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 1 і № 6 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

30 Фіг. 11 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 2 і № 7 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

Фіг. 12 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 3 і № 8 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

35 Фіг. 13 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 4 і № 9 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

Фіг. 14 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 5 і № 10 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

40 Фіг. 15 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 11 і № 16 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

45 Фіг. 16 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 12 і № 17 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

Фіг. 17 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 13 і № 18 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

50 Фіг. 18 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 14 і № 19 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

Фіг. 19 являє собою графік, що показує кут повороту заплечика для різних етапів навантаження в двох випробуваних зразках № 15 і № 20 з різними осьовими розмірами внутрішньої канавки.

55 **ВАРІАНТИ ЗДІЙСНЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВІНАХОДУ**

60 Нарізне з'єднання згідно з даним варіантом здійснення включає трубчастий ніпель і трубчасту муфту. Ніпель і муфта згвинчуються, коли ніпель угвинчується в муфту. Ніпель передбачений на кінці труби першої труби, а муфта передбачена на кінці труби другої труби. Перша труба може бути довгою трубою, такою як труба для нафтової свердловини. Друга труба може бути довгою трубою, такою як труба для нафтової свердловини, або з'єднувальною

муфтою для з'єднання довгих труб. Труба для нафтової свердловини і з'єднувальна муфта зазвичай виготовляються зі сталі; альтернативно, вони можуть бути виготовлені з металу, такого як неіржавіюча сталь або сплав на основі нікелю.

5 Ніпель може включати комплект зовнішньої різі, що має внутрішню нарізну ділянку і зовнішню нарізну ділянку, рознесені одна від одної в осьовому напрямку, і поверхню проміжного заплечика, передбачену між внутрішньою нарізною ділянкою і зовнішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі. Переважно, кожна з внутрішньої і зовнішньої нарізних ділянок утворені звужуваною різзю. Внутрішня нарізна ділянка може бути розташована далі до кінця труби, ніж зовнішня нарізна ділянка. Переважно, створююча звуження звужуваної різі, що становить  
10 внутрішню нарізну ділянку, розташована радіально всередину створюючої звуження звужуваної різі, що становить зовнішню нарізну ділянку. Поверхня проміжного заплечика може бути утворена стороною ступінчастої ділянки, утвореної ділянкою зовнішньої периферії ніпеля, розташованим між внутрішньою і зовнішньою нарізними ділянками. Поверхня проміжного заплечика може бути звернена до кінця труби ніпеля. Кожна з внутрішньої і зовнішньої нарізних  
15 ділянок може являти собою, наприклад, трапецієподібну різь, круглу API різь, упорну API різь або різь типу ластів'ячий хвіст.

Муфта може включати комплект внутрішньої різі, що має внутрішню нарізну ділянку і зовнішню нарізну ділянку, рознесені одна від одної в осьовому напрямку, і поверхню проміжного заплечика, передбачену між внутрішньою нарізною ділянкою і зовнішньою нарізною ділянкою  
20 внутрішньої різі. Переважно, кожна з внутрішньої і зовнішньої нарізної ділянок внутрішньої різі утворена звужуваною різзю, що доповнює відповідну одну з внутрішньої і зовнішньої нарізних ділянок зовнішньої різі. Внутрішня нарізна ділянка внутрішньої різі знаходиться в зачепленні з внутрішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі, коли з'єднання згвинчене. Зовнішня нарізна ділянка внутрішньої різі знаходиться в зачепленні із зовнішньою нарізною ділянкою зовнішньої  
25 різі, коли з'єднання згвинчене. Поверхня проміжного заплечика муфти може бути утворена стороною ступінчастої ділянки, утвореної ділянкою зовнішньої периферії муфти, розташованої між внутрішньою і зовнішньою нарізними ділянками внутрішньої різі. Поверхня проміжного заплечика муфти звернена до кінця труби муфти і звернена до поверхні проміжного заплечика ніпеля. Поверхня проміжного заплечика муфти знаходиться в контакт з поверхнею проміжного  
30 заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене, при цьому ці поверхні проміжного заплечика функціонують як заплечики для передачі крутного моменту. Кожна з внутрішньої і зовнішньої нарізних ділянок внутрішньої різі може бути, наприклад, трапецієподібною різзю, круглою API різзю, упорною API різзю або різзю типу ластів'ячий хвіст, що доповнює відповідну внутрішню і зовнішню нарізну ділянку зовнішньої різі.

35 Поверхня проміжного заплечика кожного з ніпеля і муфти може бути представлена площиною, яка перпендикулярна осі труби, або звужуваною площиною, нахиленою від такої перпендикулярної площини, як позначається в поздовжньому перерізі.

Переважно, на зовнішній периферії ніпеля може бути передбачена внутрішня ущільнювальна поверхня ніпеля, розташована далі до кінця труби першої труби, ніж внутрішня нарізна ділянка ніпеля, і може бути передбачена внутрішня ущільнювальна поверхня муфти на  
40 внутрішній периферії муфти, розташована далі до центра труби другої труби, ніж внутрішня нарізна ділянка муфти, і виконана з можливістю взаємодії з внутрішньою ущільнювальною поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене. Переважно, зовнішня ущільнювальна поверхня ніпеля може бути передбачена на зовнішній периферії ніпеля, розташованій далі до центра труби першої труби, ніж зовнішня нарізна ділянка ніпеля, а зовнішня ущільнювальна поверхня муфти може бути передбачена на внутрішній периферії муфти, розташованій далі до кінця труби другої труби, ніж зовнішня нарізна ділянка муфти, і виконана з можливістю взаємодії із зовнішньою ущільнювальною поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене. В інших реалізаціях, кожна з внутрішніх ущільнювальних поверхонь ніпеля і муфти може бути розташована між  
50 внутрішньою нарізною ділянкою і поверхнею проміжного заплечика. В інших реалізаціях кожна із зовнішніх ущільнювальних поверхонь ніпеля і муфти може бути розташована між зовнішньою нарізною ділянкою і поверхнею проміжного заплечика. Одне або декілька таких ущільнень можуть бути передбачені в різних місцях, як визначено вздовж напрямку осі труби, у випадку більше ніж одного ущільнення, в залежності від необхідної герметичності і конструкції з'єднання,  
55 і така ущільнювальна поверхня може взагалі не бути передбачена у всіх реалізаціях, які не вимагають великої герметичності.

Переважно, після завершення згвинчування ніпеля і муфти, опорні сторони внутрішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і внутрішньої нарізної ділянки внутрішньої різі знаходяться в контакт з одною, опорні сторони зовнішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і зовнішньої  
60 нарізної ділянки внутрішньої різі знаходяться в контакт з одною, між закладними

сторонами внутрішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і внутрішньої нарізної ділянки внутрішньої різі утворений зазор, і зазор утворений між закладними сторонами зовнішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і зовнішньої нарізної ділянки внутрішньої різі.

5 Переважно, розмір зазору, утвореного між закладними сторонами внутрішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і внутрішньої нарізної ділянки внутрішньої різі є однаковим по всьому діапазону зачеплення між внутрішніми нарізними ділянками; як альтернатива, в невеликому діапазоні може бути присутній більший зазор. Переважно, розмір зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і зовнішньої нарізної ділянки внутрішньої різі є однаковим по всьому діапазону зачеплення між зовнішніми нарізними ділянками; як альтернатива, в невеликому діапазоні може бути присутній більший зазор. 10 Переважно, розмір зазору, утвореного між закладними сторонами внутрішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і внутрішньої нарізної ділянки внутрішньої різі дорівнює розміру зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої нарізної ділянки зовнішньої різі і зовнішньої нарізної ділянки внутрішньої різі.

15 Переважно, зазор, утворений між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згвинчування, має таку величину, що при прикладанні заданого осьового стискувального навантаження, меншого, ніж граничне стискувальне навантаження ніпеля і муфти, ніпель і муфта деформуються таким чином, що закладні сторони внутрішніх нарізних ділянок зовнішньої різі і внутрішньої різі починають 20 контактувати, щоб нести частину осьового стискувального навантаження. Закладні сторони внутрішніх нарізних ділянок можуть контактувати різними способами в той час, коли вони починають контактувати; контакт може починатися в заданому місці на внутрішніх нарізних ділянках, як визначено вздовж напрямку осі труби, і площа контакту між закладними сторонами може поступово розширяться по мірі збільшення осьового стискувального навантаження, або 25 всі закладні сторони внутрішніх нарізних ділянок можуть почати контактувати одночасно.

Переважно, зазор, утворений між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згвинчування, має таку величину, що при прикладанні заданого осьового стискувального навантаження, меншого, ніж граничне стискувальне навантаження ніпеля і муфти, ніпель і муфта деформуються таким чином, що закладні сторони зовнішніх нарізних ділянок зовнішньої різі і внутрішньої різі починають 30 контактувати з тим, щоб нести частину осьового стискувального навантаження. Закладні сторони зовнішніх нарізних ділянок можуть контактувати різними способами в той час, коли вони починають контактувати; контакт може починатися в заданому місці на зовнішніх нарізних ділянках, як визначено вздовж напрямку осі труби, і площа контакту між закладними сторонами може поступово розширяться по мірі збільшення осьового стискувального навантаження, або 35 всі закладні сторони зовнішніх нарізних ділянок можуть почати контактувати одночасно. Осьове стискувальне навантаження, при якому закладні сторони зовнішніх нарізних ділянок починають контактувати, може відрізнятися від осьового стискувального навантаження, при якому закладні сторони внутрішніх нарізних ділянок починають контактувати.

40 Переважно, нарізне з'єднання для труб згідно з даним винаходом задовольняє наступний вираз (1):

$$G \leq 0,12 + D_{sh} \times \tan 1^\circ \dots (1).$$

де  $G$  являє собою розмір зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби, а  $D_{sh}$  являє 45 собою відстань між радіально зовнішнім краєм поверхні проміжного запличика ніпеля і радіально внутрішнім краєм поверхні проміжного запличика муфти як позначається в поздовжньому перерізі після завершення згвинчування. Розмір/вимірювання зазору, що застосовується тут, утвореного між закладними сторонами, означає розмір/вимірювання найменшої ділянки зазору, утвореної між закладними сторонами. Якщо розмір зазору, 50 утвореного між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок, відрізняється від розміру зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок, менший з них дає розмір/вимірювання "зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої і внутрішньої різей". Зовнішній периферійний край поверхні проміжного запличика ніпеля і внутрішній периферійний край поверхні проміжного запличика муфти, переважно, являють собою 55 правильне коло, і рівняння (1) може задовольнятися в стані, коли ніпель і муфта є правильно скріпленими без стиснення.

Переважно, осьова відстань між місцем, в якому починається контакт між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок через прикладання заданого осьового стискувального навантаження, з одного боку, і поверхнями проміжного запличика, з іншого боку, позначеного 60 TL1, становить від 0,8 до 1,2 разу, а більш переважно, від 0,9 до 1,1 разу осьової відстані TL2

між місцем, в якому починається контакт між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок через прикладання заданого осьового стискувального навантаження, з одного боку, і поверхнями проміжного заплечика, з іншого боку. Це забезпечує однорідність між величиною відносного зміщення тих ділянок закладних сторін внутрішніх нарізних ділянок, які починають контактувати через деформацію стиснення (тобто величиною зменшення розміру зазору), з одного боку, і величиною відносного зміщення тих ділянок закладних сторін зовнішніх нарізних ділянок, які починають контактувати через деформацію стиснення, з іншого боку. Це забезпечує однорідність між осьовим стискувальним навантаженням, при якому починається контакт між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок, з одного боку, і осьовим стискувальним навантаженням, при якому починається контакт між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок, з іншого боку.

Розмір  $G$  зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згинчування, як виміряно в напрямку осі труби, може бути, наприклад, не більше ніж 0,15 мм. У таких реалізаціях, в інтегральному нарізному з'єднанні для труб з першою і другою трубами, що мають зовнішні діаметри не менше ніж 180 мм і менше ніж 380 мм, а більш переважно, не менше ніж 240 мм і менше ніж 360 мм, закладні сторони зовнішньої і внутрішньої різей починають контактувати до того, як кут повороту заплечика проміжних заплечиків перевищить  $1^\circ$ .

Для запобігання заїданню під час згинчування, переважно, щоб розмір  $G$  зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згинчування, вимірний в напрямку осі труби, становив не менше ніж 0,06 мм.

Переважно, ніпель включає ущільнювальну поверхню, розташовану далі до кінця ніпеля, ніж зовнішня різь (тобто внутрішню ущільнювальну поверхню ніпеля); муфта включає ущільнювальну поверхню, виконану з можливістю контакту з ущільнювальною поверхнею ніпеля, коли з'єднання згинчене (тобто внутрішню ущільнювальну поверхню муфти), і внутрішню канавку, передбачену в положенні на внутрішній периферії муфти між ущільнювальною поверхнею і внутрішньою різзю муфти, що продовжується по окружності, при цьому внутрішня канавка виконана з можливістю розміщення частини зовнішньої різі ніпеля, коли з'єднання згинчене; і внутрішня канавка має нижню частину канавки з осьовою шириною, меншою, ніж подвоєний крок різі внутрішньої нарізної ділянки зовнішньої різі. У таких реалізаціях, оскільки внутрішня канавка, передбачена між ущільнювальною поверхнею і внутрішньою нарізною ділянкою муфти, містить частину зовнішньої різі ніпеля, стабільна герметичність забезпечується навіть після багаторазового прикладання навантаження, як описано в Патентному документі 1. Додатково, нижня ділянка внутрішньої канавки, в якій існує критичний переріз муфти, має зменшену довжину, тим самим збільшуючи жорсткість ділянки муфти в критичному перерізі муфти і поблизу нього, таким чином поліпшуючи опір стисненню.

Як обговорювалося вище, в двоступінчастому нарізному з'єднанні, що має поверхні проміжного заплечика, поверхні проміжного заплечика ніпеля і муфти мають характеристику, що полягає в тому, що кут  $\theta$  повороту заплечика збільшується по мірі збільшення прикладеного осьового стискувального навантаження. Переважно, кут  $\theta$  повороту заплечика, при якому закладні сторони зовнішньої різі і внутрішньої різі починають контактувати, щоб нести частину осьового стискувального навантаження, становить менше ніж  $1^\circ$ . Таким чином, закладні сторони зовнішньої і внутрішньої різей починають контактувати до того, як приріст кута повороту заплечика збільшується до певного рівня, і закладні сторони починають сприймати частину осьового стискувального навантаження, тим самим, запобігаючи куту  $\theta$  повороту заплечика від того, щоб стати понадміру великим.

[Конструкція нарізного з'єднання для труб нафтової свердловини]

Посилаючись на Фіг. 3, нарізне з'єднання для труб нафтової свердловини згідно з даним варіантом здійснення, позначене цифрою 1, являє собою нарізне з'єднання інтегрального типу, яке включає трубчастий ніпель 2 і трубчасту муфту 3, виконану з можливістю бути нагвинченою на ніпель 2, коли ніпель 2 вкручується в неї. Ніпель 2 передбачений на кінці труби однієї з першої і другої труб  $T1$  і  $T2$  нафтових свердловини, з'єднаних разом, причому ця труба позначена як  $T1$ , а муфта 3 передбачена на кінці труби іншої труби  $T2$  нафтової свердловини. У розташуванні, в якому ніпель 2 на кінці труби першої труби  $T1$  нафтової свердловини вставлений в муфту 3 на кінці труби другої труби  $T2$  нафтової свердловини, щоб максимально збільшити товщину стінки труби ніпеля 2 і муфти 3, кінець труби, труби  $T1$  нафтової свердловини, який повинен включати ніпель 2, обтискається, а трубний кінець труби  $T2$  нафтової свердловини, який повинен включати муфту 3, розвальцьовується, і кожна з труб піддається обрешетуванню після обтиснення або розвальцьовування для отримання ніпеля 2 і муфти 3.

На зовнішній периферії ніпелі 2 передбачені, починаючи від центра труби першої труби Т1 нафтової свердловини (тобто ліворуч на Фіг. 3) у напрямку до кінця труби (тобто праворуч на Фіг. 3): зовнішня ущільнювальна поверхня 21 ніпеля, зовнішня канавка 22, зовнішня нарізна ділянка 23, утворена звужуваною різью, ділянка 24 без різі, що має зовнішню периферійну поверхню, прилеглу до западини різі зовнішньої нарізної ділянки 23, ступінчаста ділянка, що включає поверхню 25 проміжного заплечика, ділянка 26 без різі, що включає зовнішню периферійну поверхню, прилеглу до вершини різі внутрішньої нарізної ділянки 27, внутрішня нарізна ділянка 27, утворена звужуваною різью, що має менший діаметр, ніж зовнішня нарізна ділянка 23, і внутрішня ущільнювальна поверхня 28 ніпеля. Зовнішня і внутрішня нарізні ділянки 23 і 27 разом утворюють зовнішню різь з двоступінчастою конструкцією різі.

На внутрішній периферії муфти 3 передбачені, починаючи від кінця труби другої труби Т2 нафтової свердловини (тобто ліворуч на Фіг. 3) у напрямку до центра труби (тобто праворуч на Фіг. 3): зовнішня ущільнювальна поверхня 31 муфти, зовнішня нарізна ділянка 32, утворена звужуваною різью, ділянка 33 без різі, що має внутрішню периферійну поверхню, прилеглу до вершини різі зовнішньої нарізної ділянки 32, ступінчаста ділянка, що включає поверхню 34 проміжного заплечика, ділянка 35 без різі, прилегла до западини різі внутрішньої нарізної ділянки 36, внутрішня нарізна ділянка 36, утворена звужуваною різью, що має менший діаметр, ніж зовнішня нарізна ділянка 32, внутрішня канавка 37, і внутрішня ущільнювальна поверхня 38 муфти. Зовнішня і внутрішня нарізні ділянки 32 і 36 разом утворюють внутрішню різь з двоступінчастою конструкцією різі.

Коли ніпель 2 затягується в муфту 3, поверхня 25 проміжного заплечика ніпеля 2 контактує з поверхнею 34 проміжного заплечика муфти 3. Крутний момент згвинчування в цей момент іноді також називають крутним моментом на заплечуку. При додатковому затягуванні ніпеля 2 в муфті 3 ковзний контакт між поверхнями 25 і 34 проміжного заплечика спричиняє швидке збільшення крутного моменту згвинчування. Таким чином, поверхні 25 і 34 проміжного заплечика функціонують як заплечики для передачі крутного моменту. Поверхні 25 і 34 проміжного заплечика або прилеглі ділянки і/або зовнішня/внутрішня різь руйнуються, коли крутний момент затягування перевищує відповідні моменти, що крутять на межі плинності, і крутний момент затягування більше не збільшується, навіть коли збільшується величина повороту при затягуванні. Отже, згвинчування повинне бути завершене до того, як крутний момент затягування досягне крутного моменту межі плинності.

У нарізному з'єднанні 1, після завершення згвинчування, закладні сторони зовнішньої нарізної ділянки 23 зовнішньої різі і зовнішньої нарізної ділянки 32 внутрішньої різі знаходяться в контакті одна з одною, і закладні сторони внутрішньої нарізної ділянки 27 зовнішньої різі і внутрішньої нарізної ділянки 36 внутрішньої різі знаходяться в контакті одна з одною. Додатково, після завершення згвинчування утворюється невеликий зазор G між закладними сторонами зовнішньої нарізної ділянки 23 зовнішньої різі і зовнішньої нарізної ділянки 32 внутрішньої різі, а також невеликий зазор G утворюється між закладними сторонами внутрішньої нарізної ділянки 27 зовнішньої різі і внутрішньої нарізної ділянки 36 внутрішньої різі. Ці зазори G мають такий розмір, що при прикладанні заданого осьового стискувального навантаження, меншого, ніж стискувальне навантаження плинності ніпеля 2 і муфти 3, ніпель і муфта пружно деформуються так, що закладні сторони зовнішніх нарізних ділянок 23 і 32 починають контактувати, і закладні сторони внутрішніх нарізних ділянок 27 і 36 починають контактувати з тим, щоб нести частину осьового стискувального навантаження. Стискувальне навантаження плинності означає стискувальне навантаження, при якому досягається межа плинності. Коли межа плинності перевищена, пластична деформація швидко прогресує в різних частинах ніпеля 2 і муфти 3, так що ніпель і муфта більше не можуть витримувати навантаження, що перевищують стискувальні навантаження плинності, спричиняючи руйнування нарізного з'єднання 1.

Додатково, коли з'єднання згвинчене, зовнішня ущільнювальна поверхня 21 ніпеля і зовнішня ущільнювальна поверхня 31 муфти знаходяться в контакті з взаємодією по всьому колу, тим самим забезпечуючи герметичність, головним чином, проти зовнішнього тиску. Коли з'єднання згвинчене, внутрішня ущільнювальна поверхня 28 ніпеля і внутрішня ущільнювальна поверхня 38 муфти знаходяться в контакті з взаємодією по всьому колу, що забезпечує герметичність, головним чином, проти внутрішнього тиску. Зазначено, що під час стиснення, ділянки ніпеля 2 поблизу внутрішньої ущільнювальної поверхні прагнуть деформуватися радіально всередину для зменшення їхнього діаметра; якщо виконується співвідношення  $\theta_r > \theta_b$ , де  $\theta_r$  являє собою кут звуження внутрішньої ущільнювальної поверхні 28 ніпеля, що становить половину внутрішнього ущільнення, а  $\theta_b$  являє собою кут звуження внутрішньої ущільнювальної поверхні 38 муфти, що становить іншу половину, то положення контакту між ущільнювальними

поверхнями 28 і 38 знаходиться відносно далеко від кінця труби ніпеля, що, як очікується, пом'якшує ефекти деформації, яка зменшує діаметр, і призводить до поліпшення герметичності при прикладанні стискувального навантаження.

5 Зовнішня канавка 22 передбачена в місці на зовнішній периферії ніпеля між зовнішньою ущільнювальною поверхнею 21 ніпеля і зовнішньою нарізною ділянкою 23. Зовнішня канавка 22 продовжується по окружності, і переважно, продовжується вздовж всього кола. Зовнішня канавка 22 може вміщати частину зовнішньої нарізної ділянки 32 внутрішньої різі муфти 3. Переважно, зовнішня канавка 22 має нижню частину канавки з осьовою шириною, яка в два рази менше кроку різі зовнішньої нарізної ділянки 32 муфти 3.

10 Внутрішня канавка 37 передбачена в місці на внутрішній периферії муфти між внутрішньою ущільнювальною поверхнею 38 муфти і внутрішньою нарізною ділянкою 36. Внутрішня канавка 37 продовжується по окружності, і переважно, продовжується вздовж всього кола. Внутрішня канавка 37 може вміщати частину внутрішньої нарізної ділянки 27 зовнішньої різі ніпеля 2. Переважно, внутрішня канавка 37 має нижню частину 37а канавки з осьовою шириною W, яка в два рази менше кроку різі внутрішньої нарізної ділянки 27 ніпеля 2. Нарізне з'єднання 1 має критичний переріз PCCS ніпеля, розташований в межах діапазону, пов'язаного із зовнішньою канавкою 22, і критичний переріз BSSC муфти в межах діапазону, пов'язаного з внутрішньою канавкою 37. Муфта 3 має проміжний критичний переріз муфти BICCS, розташований поруч з тим кінцем діапазону зачеплення між зовнішньою нарізною ділянкою 23 зовнішньої різі і зовнішньою нарізною ділянкою 32 внутрішньої різі, яка знаходиться ближче до поверхні 34 проміжного запличика. Ніпель 2 має проміжний критичний переріз ніпеля PICCS, розташований поруч з тим кінцем діапазону зачеплення між внутрішньою нарізною ділянкою 27 зовнішньої різі і внутрішньою нарізною ділянкою 36 внутрішньої різі, яка знаходиться ближче до поверхні 25 проміжного запличика.

25 Критичний переріз (CCS) означає вертикальний переріз з'єднання з найменшою площею для витримування розтягувального навантаження, коли з'єднання згвинчене. При прикладанні надмірного осьового розтягувального навантаження, з'єднання ймовірно буде зруйноване в місці критичного перерізу або біля нього. Передача розтягувального навантаження від ніпеля і муфти в осьовому напрямку розосередилася по всьому діапазону зачеплення різі. Таким чином, переріз ніпеля, на який діє все розтягувальне навантаження, розташований додатково у напрямку до тіла труби ніпеля, ніж діапазон зачеплення різі, в той час як переріз муфти, на який діє все розтягувальне навантаження, розташований додатково у напрямку до тіла труби муфти, ніж діапазон зачеплення різі. Той з перерізів, на який діє все розтягувальне навантаження, який має найменшу площу, являє собою критичний переріз. Відношення площі критичного перерізу до площі перерізу тіла труби, труби T1 нафтової свердловини називається ефективністю з'єднання, яка є показником міцності, що широко застосовується на розтягування з'єднувальних ділянок труби для нафтової свердловини відносно межі міцності на розтягування тіла труби.

30 Додатково до критичного перерізу BCCS муфти і критичного перерізу PCCS ніпеля, нарізне з'єднання 1 з двоступінчастою конструкцією різі має ще одне місце з малим перерізом з'єднання для витримування міцності на розтягування, розташоване в центральній ділянці з'єднання, як визначено вздовж осьового напрямку. Тобто, нарізне з'єднання з двоступінчастою конструкцією різі має ділянку без нарізного зачеплення в центральній її ділянці вздовж осьового напрямку. У цьому перерізі без нарізного зачеплення, розтягувальне навантаження, що сприймається ніпелем і муфтою, передається в осьовому напрямку без збільшення або зменшення. Таким чином, переріз ніпеля штифта з найменшою площею в перерізі без нарізного зачеплення являє собою проміжний критичний переріз ніпеля (PICCS), в той час як переріз муфти з найменшою площею в перерізі без нарізного зачеплення являє собою проміжний критичний переріз муфти (BICCS). Для запобігання розриву в центральній ділянці з'єднання, бажано максимізувати загальну площу проміжних критичних перерізів ніпеля і муфти.

50 Коли з'єднання згвинчене, ділянка 24 без різі ніпеля 2 вставлена в ділянку 33 без різі муфти 3, в той час як ділянка 26 без різі ніпеля 2 вставлена в ділянку 35 без різі муфти 3. Зазор утворений між ділянками 24 і 33 без різі, та інший між ділянками 26 і 35 без різі.

55 Кожна з поверхонь 25 і 34 проміжного запличика утворена плоскою площиною, яка є перпендикулярною осі труби, коли з'єднання не згвинчене. Альтернативно, кожна з поверхонь 25 і 34 проміжного запличика може бути злегка нахилена від площини, перпендикулярної осі труби, коли з'єднання не згвинчене.

У нарізному з'єднанні 1 для труб нафтової свердловини згідно з даним варіантом здійснення, поверхні 25 і 34 проміжного запличика і внутрішні нарізні ділянки 27 і 36 зовнішньої і внутрішньої різі сконструйовані таким чином, щоб задовольняти наступний вираз: (1):

60  $G \leq 0,12 + D_{sh} \times \tan 1^\circ \dots (1).$

Тут G являє собою розмір зазору, утвореного між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок 27 і 36 зовнішньої і внутрішньої різей після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби, а Dsh являє собою відстань між радіально зовнішнім краєм поверхні 25 проміжного запличика ніпеля 2 і радіально внутрішнім краєм поверхні 34 проміжного запличика муфти 3, як позначається в поздовжньому перерізі після завершення згвинчування. У даному варіанті здійснення, розмір зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок 23 і 32 зовнішньої і внутрішньої різей після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби, який дорівнює розміру зазору, утвореного між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок 27 і 36 зовнішньої і внутрішньої різей після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби. Як альтернатива, розмір зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок 23 і 32 зовнішньої і внутрішньої різей після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби, може відрізнитися від розміру зазору, утвореного між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок 27 і 36 зовнішньої і внутрішньої різей після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби; в таких реалізаціях також, переважно, щоб розмір зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок 23 і 32 зовнішньої і внутрішньої різей після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби, також задовольняв вираз (1), наведений вище.

Якщо зовнішній діаметр труби T1 нафтової свердловини, що підлягає з'єднанню нарізним з'єднанням 1, не менше ніж 180 мм і менше ніж 380 мм, або, більш переважно, не менше ніж 240 мм і менше ніж 360 мм, то, переважно, щоб виконувалося  $G \leq 0,15$  мм. Додатково, для запобігання заїданню під час згвинчування, переважно, щоб виконувалося  $G \geq 0,06$  мм.

Даний винахід може застосовуватися не тільки до інтегральних нарізних з'єднань, але також і до нарізних з'єднань муфтового типу. Додатково, кожна з різей може бути, наприклад, трапецієподібною різью, круглою API різью, упорною API різью, або клиноподібною різью. В іншому випадку, даний винахід не обмежений ілюстрованими вище варіантами здійснення, і можливі різні модифікації без відхилення від суті даного винаходу.

#### ПРИКЛАДИ

Для підтвердження ефектів нарізного з'єднання 1 для сталевих труби згідно з даним варіантом здійснення, моделювання проводилося із застосуванням чисельного аналізу пружнопластичним методом кінцевих елементів для оцінки опору стисненню.

#### Умови випробування

Основні розміри зразків нарізного з'єднання, перевічених в аналізах, наведені в таблиці 1. В таблиці 1, Dout являє собою зовнішній діаметр тіла труби, труби T1 нафтової свердловини; Din вказує внутрішній діаметр тіла труби, труби T1 нафтової свердловини; JE вказує міцність з'єднання; TL1 вказує відстань, виміряну в напрямку осі труби, між місцем, в якому починається контакт між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок 27 і 36 (в даному варіанті здійснення, цей кінець закладної сторони внутрішньої нарізної ділянки 36 внутрішньої різі, який знаходиться ближче до муфти тіла труби), з одного боку, і поверхнями 25 і 34 проміжного запличика, з іншого боку; TL2 вказує відстань, виміряну в напрямку осі труби, між місцем, в якому починається контакт між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок 23 і 32 (в даному варіанті здійснення, цей кінець закладної сторони зовнішньої нарізної ділянки 23 зовнішньої різі, який знаходиться ближче до ніпеля тіла труби), з одного боку, і поверхнями 25 і 34 проміжного запличика, з іншого боку; G вказує стикувальний зазор після завершення згвинчування; і W вказує осьову ширину нижньої частини внутрішньої канавки 27.

Для кожного зразка, що випробовується, уніфікованим чином були застосовані наступні умови: кут звуження різі на нарізних ділянках 23, 27, 32 і 36 становив  $1,591^\circ$  (1/18), висота різі (виміряна на опорній стороні) становила 1,3 мм, а крок різь становив 5,08 мм. Матеріал труб для нафтової свердловини був Q125 (номінальна межа плинності  $YS=862$  МПа (125 тисяч фунтів на квадратний дюйм)).

За допомогою моделювання був проведений аналіз в умові навантаження, при якій застосовувалися прості стискувальні навантаження, і в умові навантаження, при якій застосовувалися складні навантаження, що імітують серію А випробувань у відповідності з API 5C5 CAL IV від 2017 року, показаних на фігурах 4 і 5. Фіг. 4 являє собою діаграму комплексного навантаження, прикладеного до випробуваних зразків з №1 по №10 з розміром труби 9 5/8" 47# (зовнішній діаметр тіла труби: 244,48 мм; внутрішній діаметр тіла труби: 220,50 мм); і Фіг. 5 являє собою діаграму комплексного навантаження, прикладеного до випробуваних зразків з №11 по №20 з розміром труби 13 3/8" 72# (зовнішній діаметр тіла труби: 339,73 мм; внутрішній діаметр тіла труби: 313,61 мм). На кресленнях "Стиснення" означає стискувальне навантаження; "Розтягування" означає розтягувальне навантаження; "IP" означає внутрішній тиск; "EP" означає зовнішній тиск; "VME 100% для труб" вказує криву плинності тіла труби,

труби нафтової свердловини; "Міцність з'єднання" означає міцність з'єднання; "CYS" (що означає межу плинності з'єднання) означає межу плинності нарізного з'єднання; "CYS 100%" вказує криву плинності нарізного з'єднання; "CYS 95 %" вказує на криву плинності для 95 % з 100 % CYS; "Високе руйнування для з'єднання" вказує на криву руйнування, що виникає внаслідок зовнішнього тиску на нарізне з'єднання. Крива для "CYS 100 %" була отримана шляхом множення осьової сили (стиснення або розтягування), вказаної "VMA 100 % для труб", на міцність з'єднання JE.

Для перевірки опору стисненню, автори винаходу зосередили увагу на куті  $\theta$  повороту поверхонь 25 і 34 проміжного заплечика, які несуть основну частину стискувального навантаження, і визначили, як цей кут  $\theta$  повороту змінювався.

Таблиця 1

| Познач. | Dout [мм] | Din [мм] | JE [Г] | TL1 [мм] | TL2 [мм] | G [мм] | W [мм] | Інше             |
|---------|-----------|----------|--------|----------|----------|--------|--------|------------------|
| №1      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,060  | 5,37   | Приклад винаходу |
| №2      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,105  | 5,37   | Приклад винаходу |
| №3      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,150  | 5,37   | Приклад винаходу |
| №4      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,200  | 5,37   | Порів. приклад   |
| №5      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,400  | 5,37   | Порів. приклад   |
| №6      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,060  | 10,45  | Приклад винаходу |
| №7      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,105  | 10,45  | Приклад винаходу |
| №8      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,150  | 10,45  | Приклад винаходу |
| №9      | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,200  | 10,45  | Порів. приклад   |
| №10     | 244,48    | 220,50   | 67,3   | 51,7     | 52,4     | 0,400  | 10,45  | Порів. приклад   |
| №11     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,060  | 5,37   | Приклад винаходу |
| №12     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,105  | 5,37   | Приклад винаходу |
| №13     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,150  | 5,37   | Приклад винаходу |
| №14     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,200  | 5,37   | Порів. приклад   |
| №15     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,400  | 5,37   | Порів. приклад   |
| №16     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,060  | 10,45  | Приклад винаходу |
| №17     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,105  | 10,45  | Приклад винаходу |
| №18     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,150  | 10,45  | Приклад винаходу |
| №19     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,200  | 10,45  | Порів. приклад   |
| №20     | 339,73    | 313,61   | 70,5   | 49,2     | 49,8     | 0,400  | 10,45  | Порів. приклад   |

Результати обчислення

Фігури 6-9 показують графіки порівняння кутів повороту заплечика при прикладанні простих стискувальних навантажень для різних розмірів стикувального зазору. Позитивне значення вказує на розтягувальне навантаження, а негативне значення вказує на стискувальне навантаження. Графіки дозволили авторам винаходу визначити тенденцію, згідно з якою чим менше стикувальний зазор G, тим менший кут повороту заплечика, незалежно від діаметра труби і розміру внутрішньої канавки.

Для більш докладного опису випробовуваних зразків з № 1 по № 5 і з № 6 по № 10 було визначено, що контакт між закладними сторонами починається приблизно при -2800 кН для випробовуваних зразків № 5 і № 10, приблизно при -2000 кН для випробовуваних зразків №4 і № 9, приблизно при -1500 кН для випробовуваних зразків №3 і № 8, приблизно при -1300 кН для зразків №, що випробовуються, №2-7 і нижче ніж-1000 кН для випробовуваних зразків № 1 і № 6, що означає менший нахил кривих, які вказують на кут повороту заплечика. Для випробовуваних зразків №4, № 5, № 9 і № 10, які мали стикувальні зазори більше, ніж 0,15 мм, закладні сторони контактували після нахилу кривої, яка вказує, що кут повороту заплечика збільшився до певного рівня, що передбачає велике пошкодження поверхонь проміжного заплечика.

З результатів випробувань на комплексне навантаження, показаних на фігурах 10-14 видно, що пошкодження накопичуються на поверхнях проміжного заплечика. Графіки дозволяють визначити тенденцію накопичення пошкоджень для кожного зразка, що випробовується, в поверхнях проміжного заплечика на початкових етапах навантаження, коли збільшувалося стискувальне навантаження, тобто на етапах з 7 по 11. Однак, як показано на Фіг. 10, кут повороту заплечика залишався нижче ніж  $1^\circ$  на всіх етапах навантаження для випробовуваних зразків №1 і № 6, які мали менші стикувальні зазори, ніж будь-які інші зразки. Як показано на

Фіг. 11, кут повороту заплечика підтримувався приблизно між  $1,3^\circ$  і  $1,8^\circ$  на етапах навантаження 11 і далі, для випробовуваних зразків №2 і № 7, у яких стикувальні зазори були меншими, ніж в інших випробовуваних зразків за винятком № 1 і № 6. Як показано на Фіг. 12, загалом, така ж тенденція була визначена для випробовуваних зразків № 3 і № 8, які мали стикувальний зазор 0,15 мм, тобто кут повороту заплечика зберігався приблизно на рівні  $2,3^\circ$  на етапі 11 навантаження.

З іншого боку, Фіг. 13 дозволяє виявити тенденцію, що полягає в тому, що для випробовуваних зразків №4 і № 9 зі стикувальним зазором 0,2 мм кут повороту заплечика зростає приблизно до  $3,0^\circ$  на етапі 11 навантаження, а при подальших етапах навантаження накопичувалися великі пошкодження. Як показано на Фіг. 14, для зразків № 5 і № 10 зі стикувальним зазором 0,4 мм кут повороту заплечика перевищував  $4,0^\circ$  на етапі 11 навантаження і коливався на рівні приблизно  $3,5^\circ$  при подальших етапах навантаження.

Аналогічні тенденції можуть бути очевидні з фігур 15-19 для випробовуваних зразків № 11 - № 20 з різними діаметрами труби.

Приведені вище результати показують, що пошкодження поверхонь проміжного заплечика нарізного з'єднання для труб з двоступінчастою конструкцією різі можна ефективно зменшити, якщо стикувальний зазор становить 0,15 мм.

Додатково, буде встановлено з фігур 10-19, що зменшення ширини внутрішньої канавки 37 зберігає кут повороту поверхонь проміжного заплечика на більш низькому рівні, хоч і незначне.

Таким чином, було продемонстровано, що застосування даного винаходу підвищує опір стисненню нарізного з'єднання для труб з двоступінчастою конструкцією різі.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАЛЬНИХ ПОЗИЦІЙ

1: нарізне з'єднання для труб;

2: ніпель;

23: Зовнішня різь (зовнішня нарізна ділянка);

27: Зовнішня різь (внутрішня нарізна ділянка);

25: поверхня проміжного заплечика;

3: муфта;

32: внутрішня різь (зовнішня нарізна ділянка);

36: внутрішня різь (внутрішня нарізна ділянка);

34: поверхня проміжного заплечика.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Нарізне з'єднання для труб, яке містить трубчастий ніпель і трубчасту муфту, при цьому ніпель і муфта виконані з можливістю згвинчування при вгвинчуванні ніпеля в муфту, при цьому ніпель включає зовнішню різь, що має внутрішню нарізну ділянку і зовнішню нарізну ділянку, рознесені одна від одної в осьовому напрямку, і поверхню проміжного заплечика, передбачену між внутрішньою нарізною ділянкою і зовнішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі,

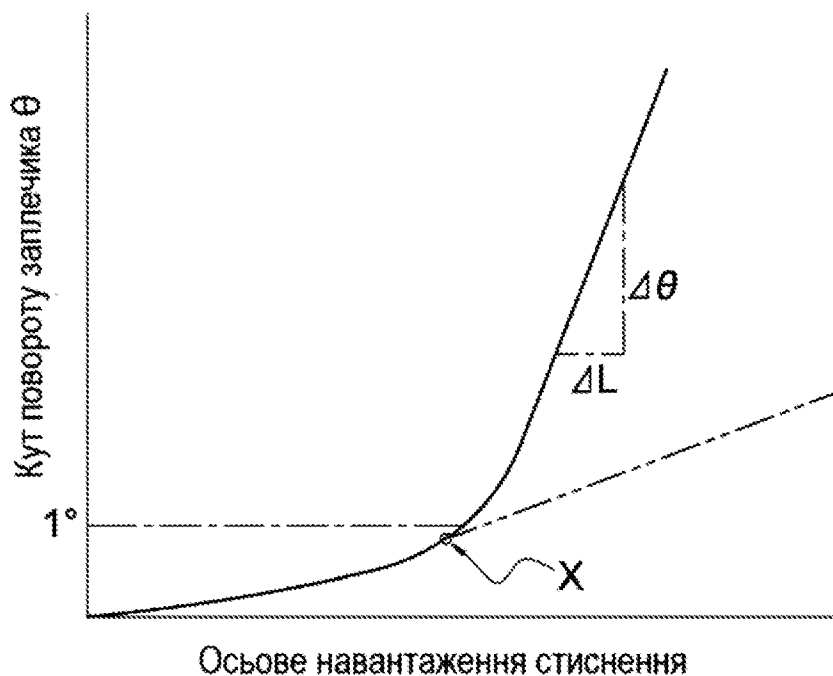
муфта включає внутрішню різь, що має внутрішню нарізну ділянку, виконану з можливістю зачеплення з внутрішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі, коли з'єднання згвинчується, і зовнішню нарізну ділянку, виконану з можливістю зачеплення із зовнішньою нарізною ділянкою зовнішньої різі, коли з'єднання згвинчується, і поверхню проміжного заплечика, передбачену між внутрішньою нарізною ділянкою і зовнішньою нарізною ділянкою внутрішньої різі і виконану з можливістю контакту з поверхнею проміжного заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчується, зовнішня різь і внутрішня різь виконані у такий спосіб, що після завершення згвинчування, опорні сторони зовнішньої різі і внутрішньої різі знаходяться в контакті одна з одною, а між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі утворений зазор,

зазор, утворений між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згвинчування, має такий розмір, що при прикладанні заданого осьового стискувального навантаження, меншого, ніж стискувальне навантаження плинності ніпеля і муфти, ніпель і муфта деформуються у такий спосіб, що закладні сторони зовнішньої різі і внутрішньої різі починають контактувати з тим, щоб нести частину осьового стискувального навантаження, і нарізне з'єднання для сталевих труб задовольняє наступний вираз (1):

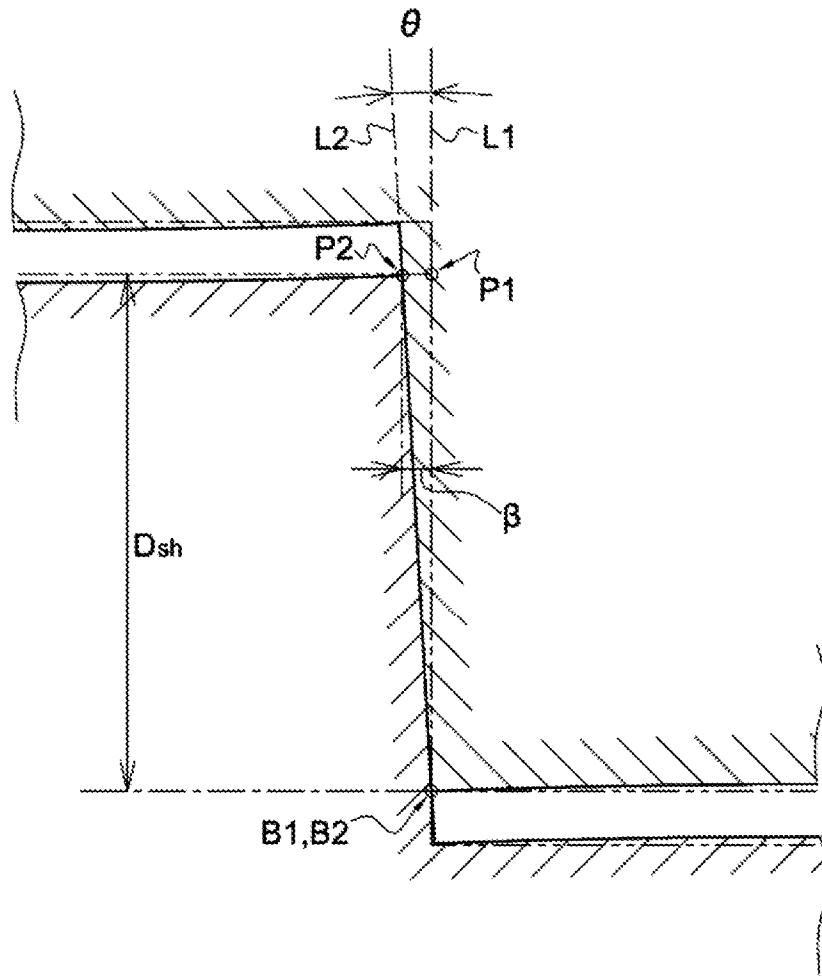
$$G \leq 0,12 + D_{sh} \times \tan 1^\circ \dots, (1)$$

де  $G$  являє собою розмір зазору, утвореного між закладними сторонами зовнішньої різі і внутрішньої різі після завершення згвинчування, виміряного в напрямку осі труби, а  $D_{sh}$  являє собою відстань між радіально зовнішнім краєм поверхні проміжного заплечика ніпеля і радіально внутрішнім краєм поверхні проміжного заплечика муфти, як позначається в

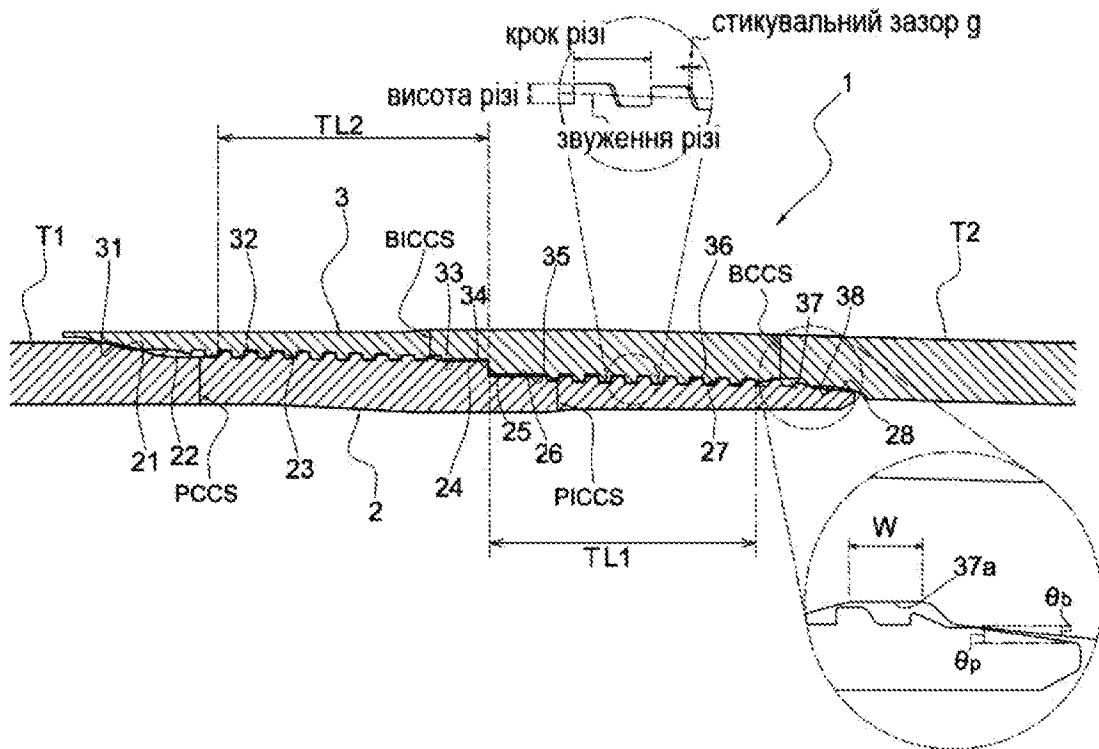
- поздовжньому перерізі після завершення згинчування, при цьому осьова відстань між місцем, в якому починається контакт між закладними сторонами внутрішніх нарізних ділянок внаслідок прикладання заданого осьового стискувального навантаження, з одного боку, і поверхнями проміжного заплечика, з іншого боку, становить від
- 5 0,8 до 1,2 разу осьової відстані між місцем, в якому починається контакт між закладними сторонами зовнішніх нарізних ділянок внаслідок прикладання заданого осьового стискувального навантаження, з одного боку, і поверхнями проміжного заплечика, з іншого боку.
2. Нарізне з'єднання для труб за п. 1, в якому  $G \leq 0,15$  мм задовольняється.
3. Нарізне з'єднання для труб за п. 1 або 2, в якому  $G \geq 0,06$  мм задовольняється.
- 10 4. Нарізне з'єднання для труб за пп. 1, 2 або 3, в якому:
- ніпель має ущільнювальну поверхню, розташовану далі до кінця ніпеля, ніж зовнішня різь;
- муфта включає ущільнювальну поверхню, виконану з можливістю контакту з ущільнювальною
- поверхнею ніпеля, коли з'єднання згинчується, і внутрішню канавку, яка передбачена на
- внутрішній периферії муфти між ущільнювальною поверхнею і внутрішньою різзю муфти і
- 15 продовжується по окружності, при цьому внутрішня канавка виконана з можливістю розміщення частини зовнішньої різі ніпеля, коли з'єднання згинчується; і
- внутрішня канавка має нижню частину канавки з осьовою шириною, меншою, ніж подвоєний
- крок різі зовнішньої різі.
5. Нарізне з'єднання для труб за будь-яким одним із пп. 1-4, в якому поверхні проміжного
- 20 заплечика ніпеля і муфти мають характеристику, яка полягає в тому, що кут  $\theta$  повороту заплечика збільшується у міру збільшення прикладеного осьового стискувального навантаження, а кут  $\theta$  повороту заплечика, за якого закладні сторони зовнішньої різі і внутрішньої різі починають контактувати, щоб сприймати частину осьового стискувального навантаження, становить менше ніж  $1^\circ$ ,
- 25 де кут  $\theta$  повороту заплечика являє собою кут, утворений між прямою лінією, що проходить через радіально зовнішній край поверхні проміжного заплечика ніпеля, і радіально внутрішній край поверхні проміжного заплечика муфти, як позначається в поздовжньому перерізі після завершення згинчування, з одного боку, і прямою лінією, що проходить через радіально зовнішній край поверхні проміжного заплечика ніпеля і радіально внутрішній край поверхні
- 30 проміжного заплечика муфти, як позначається в одному і тому самому поздовжньому перерізі при прикладанні осьового стискувального навантаження.



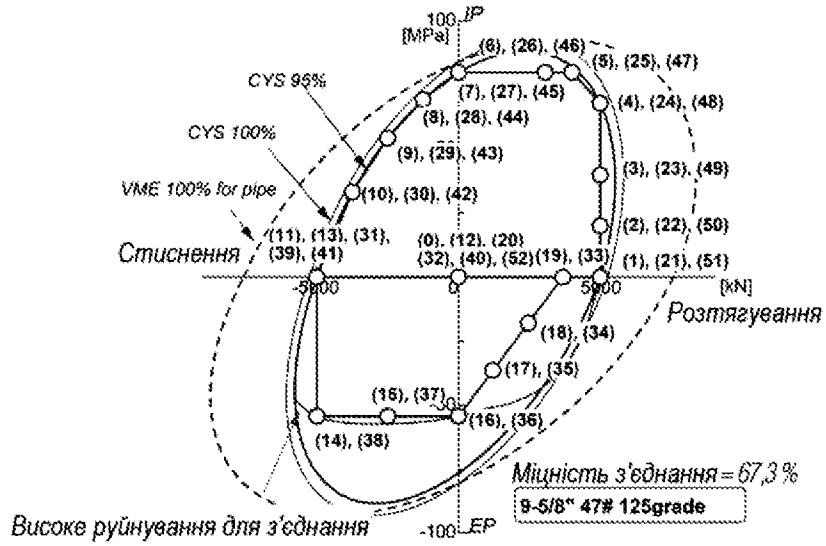
Фіг. 1



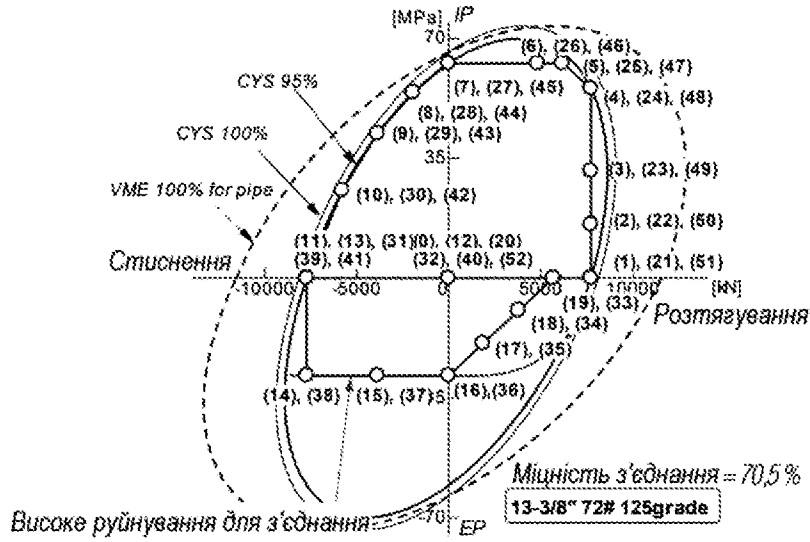
Фіг. 2



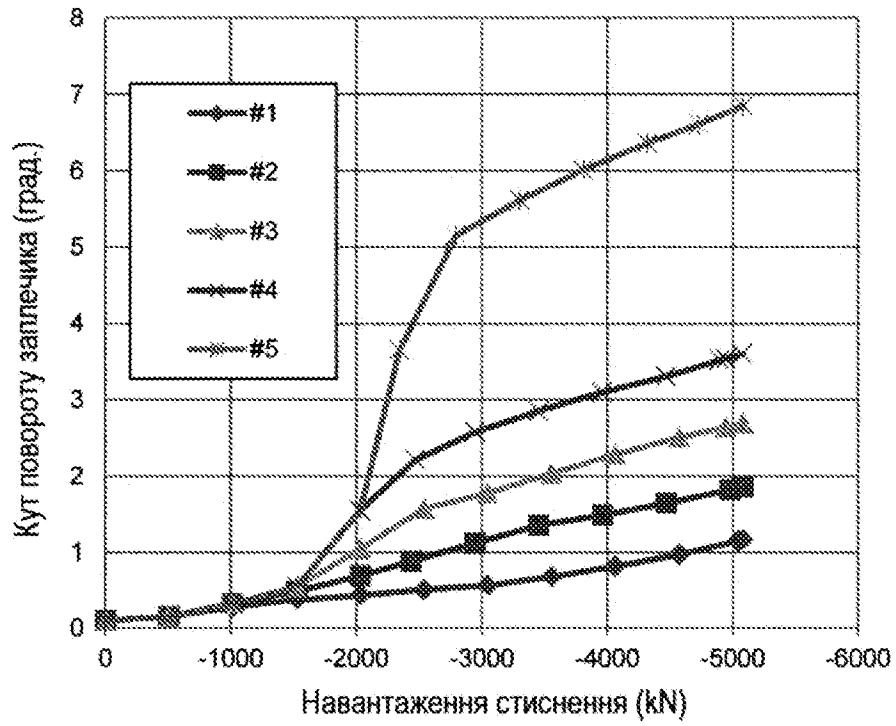
Фіг. 3



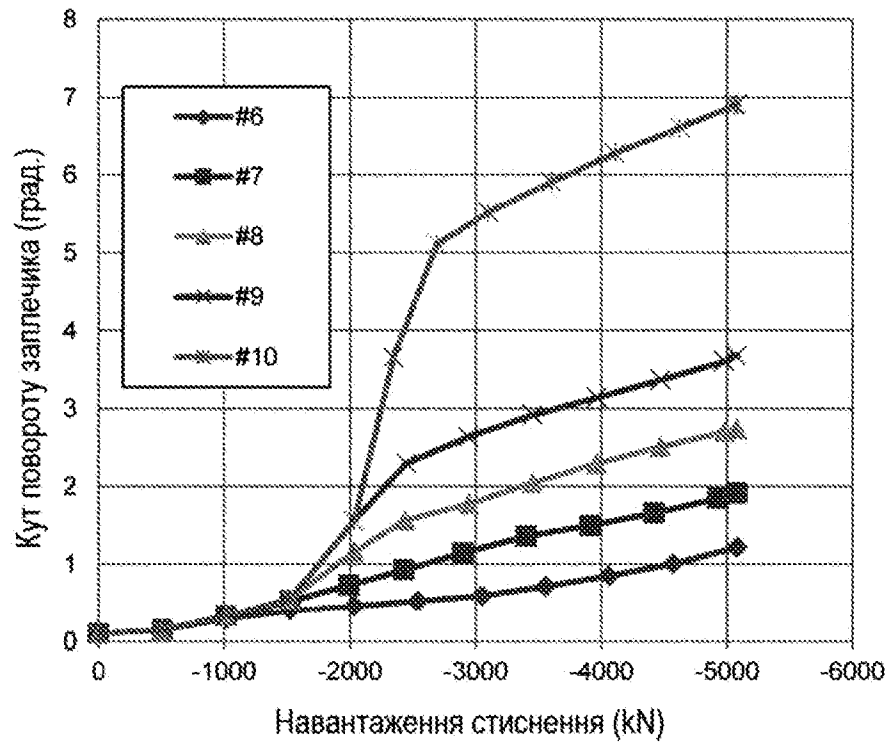
Фіг. 4



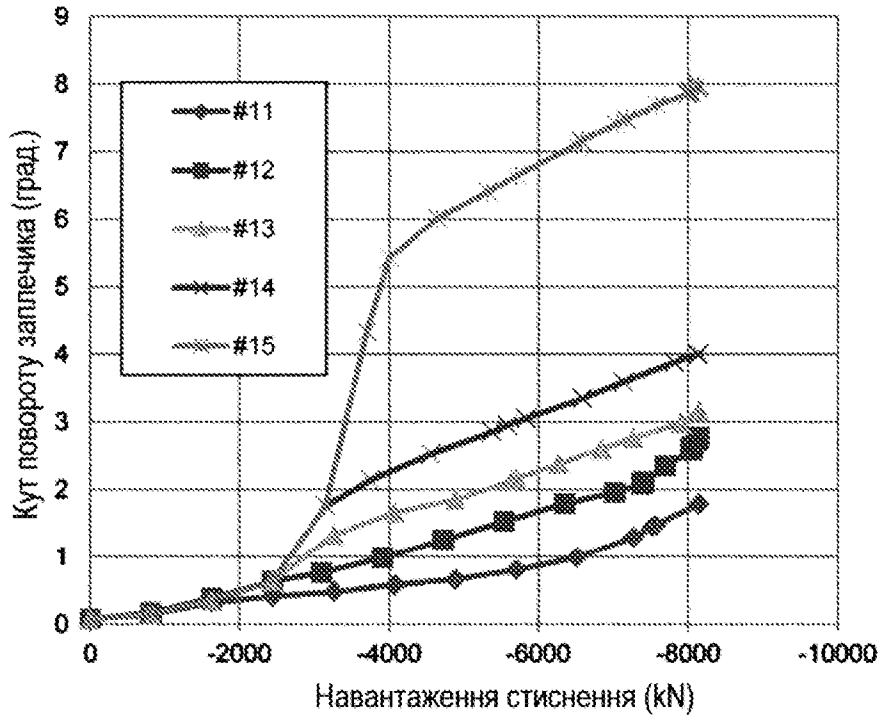
Фіг. 5



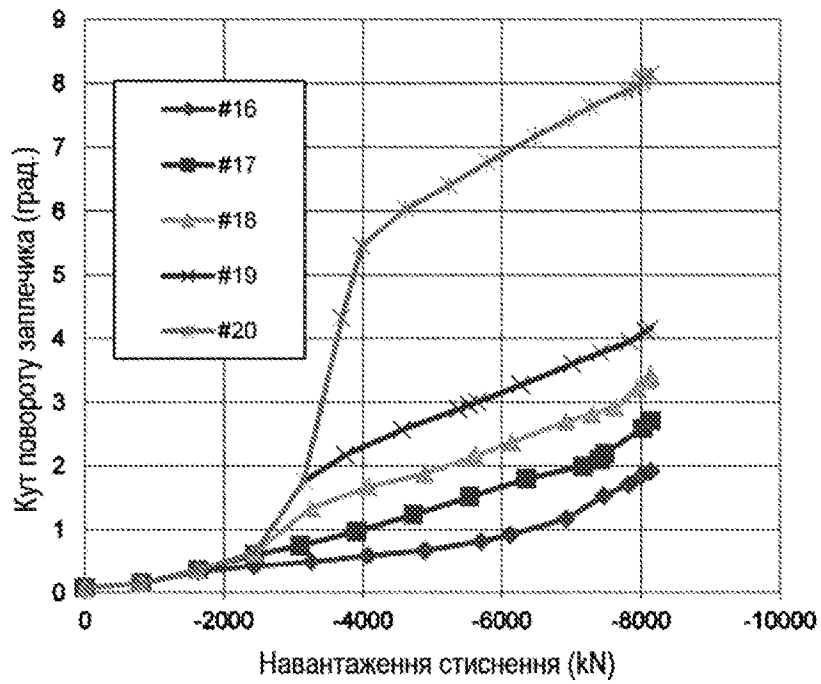
Фіг. 6



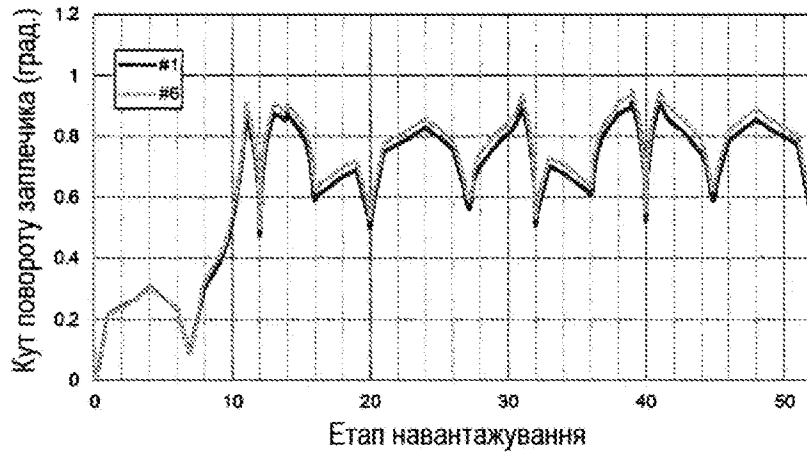
Фіг. 7



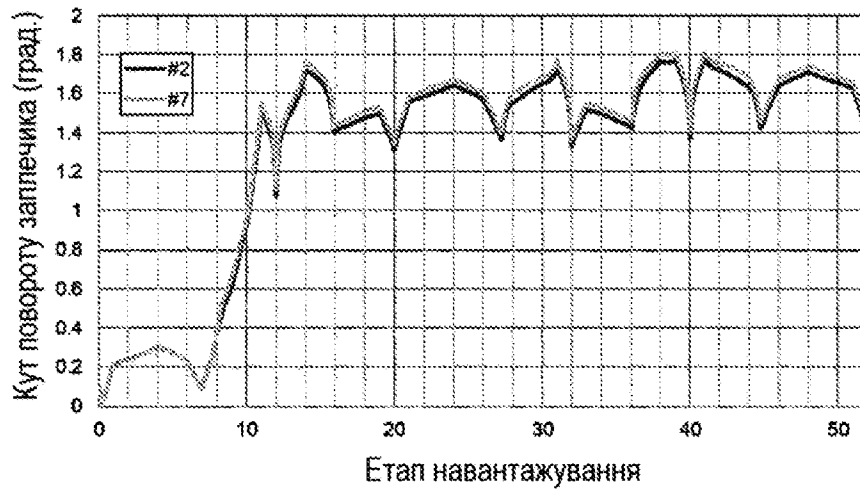
Фіг. 8



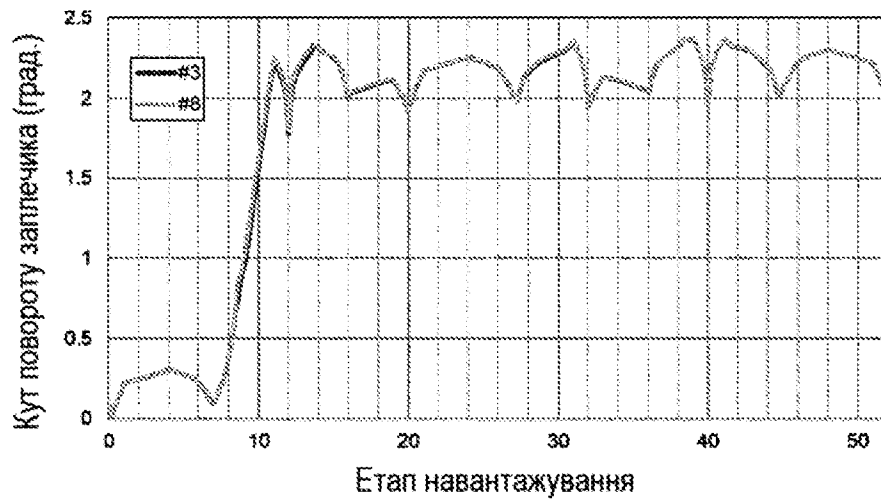
Фіг. 9



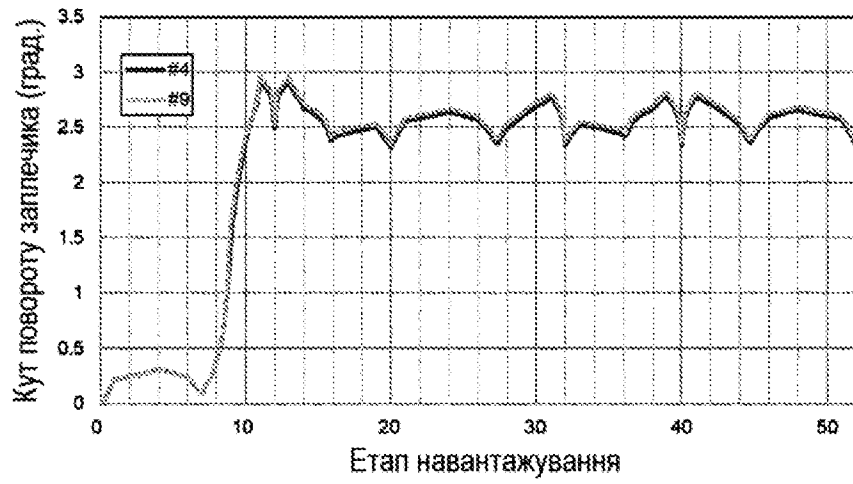
Фіг. 10



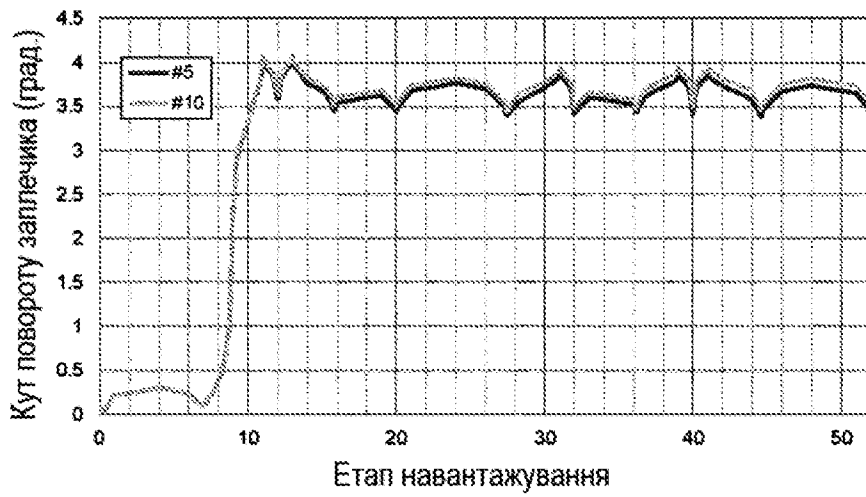
Фіг. 11



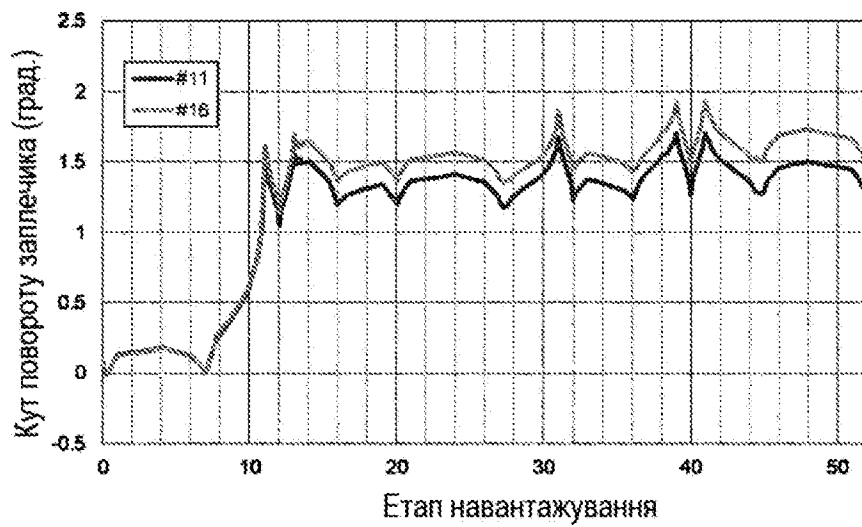
Фіг. 12



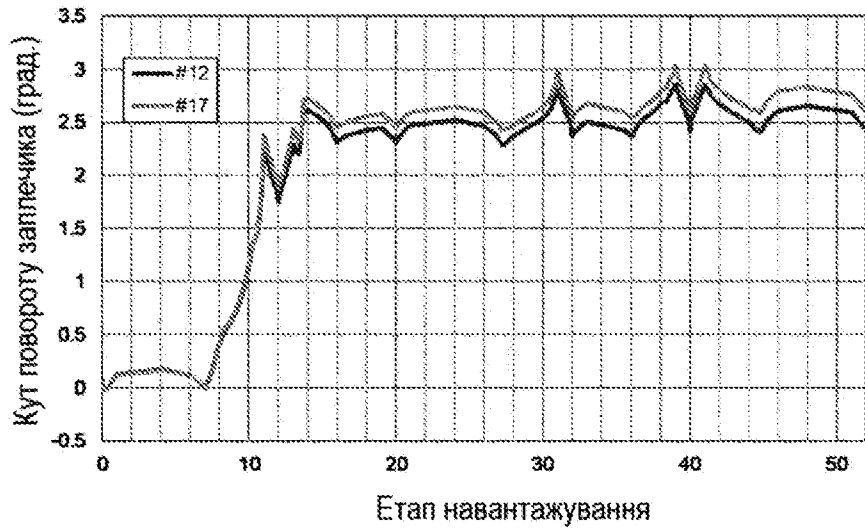
Фіг. 13



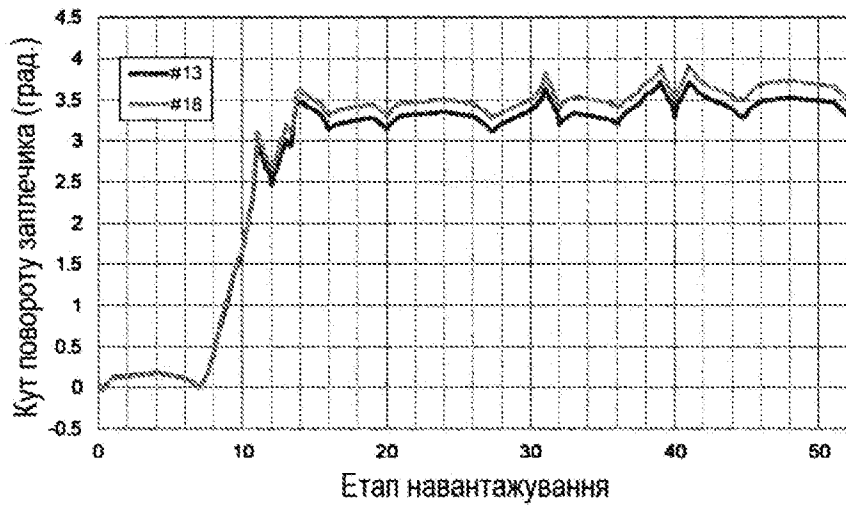
Фіг. 14



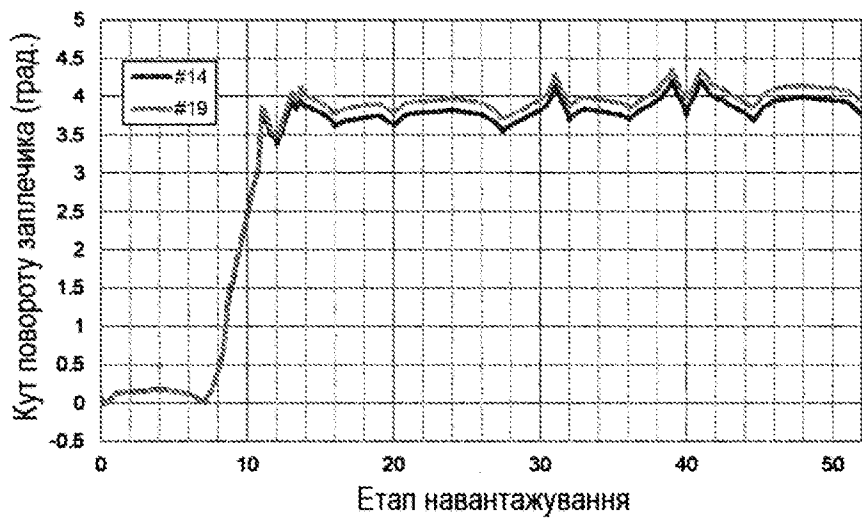
Фіг. 15



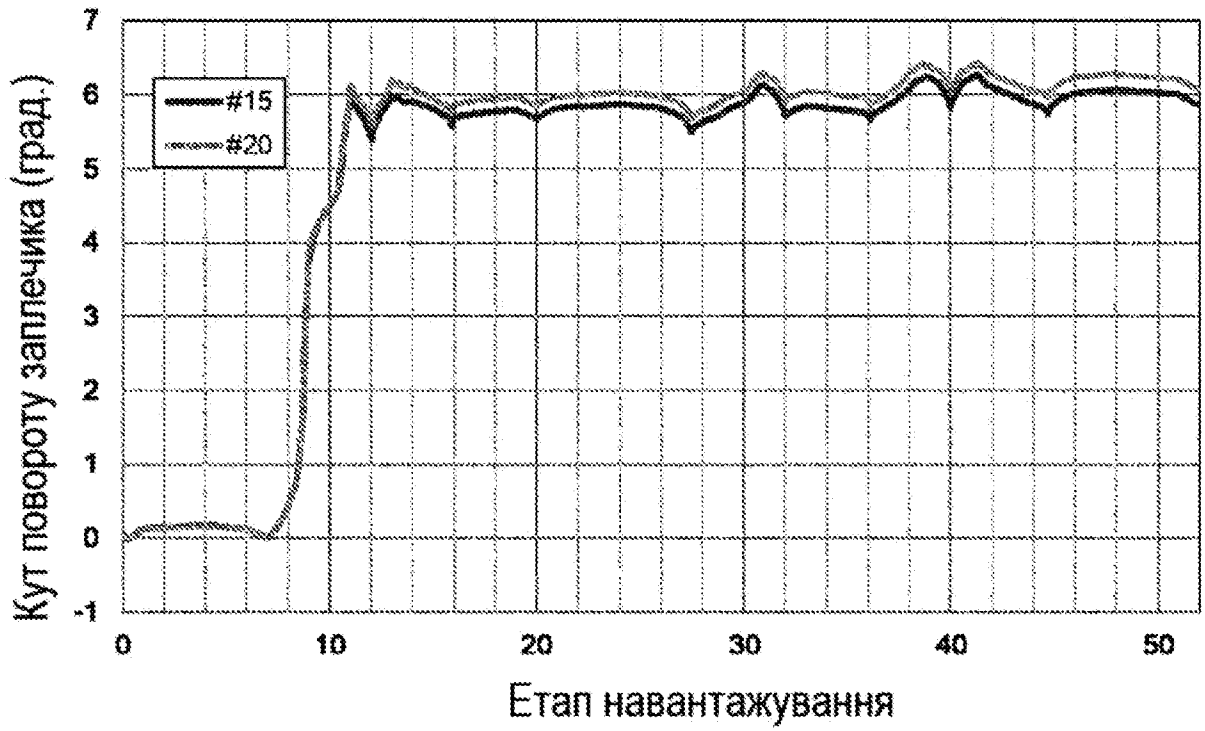
Фіг. 16



Фіг. 17



Фіг. 18



Фіг. 19