



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122041** (13) **C2**  
(51) МПК  
**F16L 15/04** (2006.01)  
**E21B 17/042** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>a 2019 09275</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Іносе Кеїта (JP),</b> <b>Сугіно Масаакі (JP),</b> <b>Окада Такасі (JP)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>21.02.2018</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>НІППОН СТІЛ КОРПОРЕЙШН,</b> 6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071, Japan (JP), <b>ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС,</b> 54 rue Anatole France, Aulnoye-Aymeries 59620, France (FR)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.08.2020</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Кузьменко Сергій Юрійович, реєстр.</b> <b>№283</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>2017-043789</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 77473 C2, 15.12.2006 JP 50-129402 A, 13.10.1975 JP 9-119565 A, 06.05.1997 JP 10-318455 A, 04.12.1998 JP 2015-132285 A, 23.07.2015
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>08.03.2017</b>	
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>JP</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.12.2019, Бюл.№ 23</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.08.2020, Бюл.№ 16</b>	
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: <b>PCT/JP2018/006296, 21.02.2018</b>	

**(54) НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ ДЛЯ НАФТОВОЇ СВЕРДЛОВИНИ****(57)** Реферат:

Високі показники роботи ущільнення забезпечені в нарізному з'єднанні, застосовуваному для труб для нафтових свердловин з великою товщиною стінки та з показником ефективності з'єднання менше 1. Нарізне з'єднання (10) з'єднує труби для нафтових свердловин (1). Заявлене нарізне з'єднання (10) містить два ніпелі (11) і трубну з'єднувальну муфту. Кожен з ніпелів (11) забезпечений на кінці труби для нафтової свердловини (1) і не має розриву з тілом (12) труби, котре має товщину стінки не менше 12 мм. З'єднувальна муфта (2) містить дві муфти (21) і ділянку (22) заглиблення. Муфта (21) забезпечена на обох кінцях з'єднувальної муфти (2). Ділянка (22) заглиблення має довжину не менше 10 мм. Нарізне з'єднання (10) має показник ефективності з'єднання менше 1. Коли товщина стінки тіла (12) труби позначені як  $t_{pipe}$ , товщина стінки та довжина ділянки заглиблення (22) позначені як  $t_1$  і  $2 \times L_1$ , відповідно, і довжина кожної з муфт (21) позначена як  $L_2$ , і якщо наступні вирази (1) і (2) утворюють T і L, тоді, T і L задовольняють наступний вираз (3):

$$T = \frac{t_1}{t_{pipe}}, \quad (1)$$

$$L = \frac{L_1}{L_1 + L_2}, \quad (2)$$

UA 122041 C2

$$T \cdot L^{1/15} > 1.4 \quad (3)$$

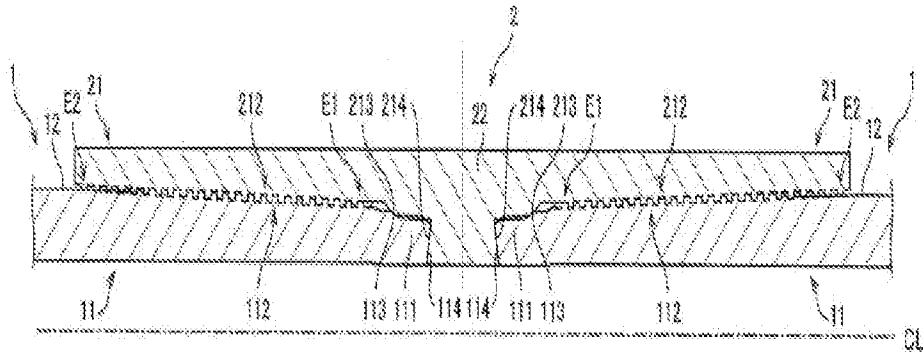


FIG. 5

## ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ

[0001] Даний винахід належить до нарізного з'єднання, і конкретніше, до нарізного з'єднання для з'єднання труб для нафтових свердловин за допомогою трубної з'єднувальної муфти.

## РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

5 [0002] У нафтових свердловинах або газових свердловинах (які нижче в даному документі називаються "нафтова свердловина" або т.п.), наприклад, застосовують сталеві труби, що називаються трубами для нафтових свердловин. Труби для нафтових свердловин з'єднують одну з одною за допомогою нарізних з'єднань і встановлюють у нафтових свердловинах.

10 [0003] Такі нарізні з'єднання взагалі класифікують, як з'єднання інтегрального типу і з'єднання муфтового типу. З'єднання інтегрального типу з'єднує безпосередньо труби для нафтових свердловин. Більш конкретно, охоплювальна нарізка забезпечена на внутрішній периферії кінця труби для нафтової свердловини, і охоплювана нарізка забезпечена на зовнішній периферії кінця труби для нафтових свердловин, і охоплювану нарізку однієї труби для нафтової свердловини вгвинчують у охоплювальну нарізку іншої труби для нафтової свердловини, щоб з'єднати труби для нафтової свердловини. З'єднання муфтового типу з'єднує труби для нафтової свердловини із застосуванням з'єднувальної муфти. Більш конкретно, охоплювальні нарізки забезпечені на внутрішній периферії обох кінців з'єднувальної муфти, і охоплювана нарізка забезпечена на зовнішній периферії кінця труби для нафтових свердловин, і охоплювану нарізку вгвинчують у відповідну охоплювальну нарізку з'єднувальної муфти щоб з'єднати труби для нафтової свердловини.

15 [0004] Кінцева частина труби для нафтової свердловини, на якій охоплювана нарізка містить елемент, що підлягає вставлянню в охоплювальну нарізку, і зазвичай називається "ніпелем". Кінцева частина труби для нафтової свердловини або з'єднувальної муфти, на якій забезпечена охоплювальна нарізка, містить елемент для прийому охоплюваної нарізки та зазвичай називається "муфтою".

20 [0005] Останнім часом нафтові свердловини стають усе глибше. Зазвичай, у глибоких свердловинах застосовують труби для нафтових свердловин з великою товщиною стінки і, отже, такі, що мають високий опір тиску. Нарізному з'єднанню для з'єднання труб для нафтової свердловини з великою товщиною стінки не тільки потрібна висока міцність і високі показники ущільнення, але також потрібен урахування суворих обмежень по зовнішніх діаметрах для забезпечення встановлення численних труб для нафтової свердловини всередині одна одної.

30 [0006] Для зменшення зовнішнього діаметра з'єднання може бути зменшена товщина стінки щонайменше одного з ніпеля та муфти. Нарізні з'єднання зі зменшеною товщиною стінки або зменшеною товщиною стінок ніпеля і/або муфти містять, наприклад, з'єднання зменшеного діаметра. Нарізне з'єднання зменшеного діаметра має зовнішній діаметр, по суті, такий, що дорівнює зовнішньому діаметру тіла труби для нафтових свердловин. Нарізне з'єднання зменшеного діаметра має показник ефективності з'єднання менше 1. Показник ефективності з'єднання є відношенням міцності на розтягання з'єднання до міцності на розтягання тіла труби для нафтових свердловин, і визначається, як частка від ділення площі поперечного перерізу частини з'єднання, що має найменшу площу опору розтягувальному навантаженню, коли з'єднання згвинчене (що зазвичай, називається "критичним перерізом"), на площу поперечного перерізу тіла труби для нафтових свердловин.

35 [0007] Максимальна величина внутрішнього тиску під час обпресування ущільнення для нарізного з'єднання залежить від зовнішнього діаметра і товщини стінки тіла труби для нафтових свердловин. Відповідно, відносно високий внутрішній тиск багаторазово прикладають до нарізного з'єднання зменшеного діаметра під час обпресування ущільнення, порівнюючи з іншими нарізними з'єднаннями. При цьому муфта може деформуватися зі збільшенням свого діаметра так, що зусилля на контакт ущільнення, утвореного ущільнювальними поверхнями ніпеля і муфти, стичними одна з одною, зменшується, потенційно приводячи до протікання.

40 [0008] Показники роботи ущільнення нарізного з'єднання звичайно поліпшують за допомогою конструювання різних форм для нарізки або ущільнення. Наприклад, у патентному документі 1 (JP H02(1990)-80886 A) описана методика для зняття меж перешкодостійкості вимірної в радіальному напрямку ділянки ніпеля з ідеальною нарізкою, найближчої до кінця ніпеля, при цьому запобігають зменшенню меж перешкодостійкості в ущільненні, обумовленому зчепленням нарізок. Патентний документ 2 (японський патент 3726302) описує методику для підвищення показників роботи ущільнення за допомогою конструювання ненарізної ділянки ніпеля, що утворює таке ущільнення, що ділянка має двосекційну кінчну конструкцію, і виконуючи звуження ділянки суміжної з кінцем ніпеля меншого, ніж звуження іншої ділянки.

45 [0009] Наступні документи існуючої техніки включені в даному документі у вигляді посилання.

СУТЬ ВИНАХОДУ

[0010] Коли нарізне з'єднання зменшеного діаметра з показником ефективності з'єднання менше 1 проходить обпресування ущільнення або застосовується, внутрішній тиск неодноразово прикладається до з'єднання, при цьому муфта може легко деформуватися зі збільшенням свого діаметра, що потенційно приводить до протікання. Деформацію муфти зі збільшенням діаметра, обумовлену кількарізним прикладанням внутрішнього тиску, важко зменшити шляхом розробки нових форм для нарізки або ущільнення. Таким чином, у варіанті нарізного з'єднання зменшеного діаметра важко забезпечити високі показники роботи ущільнення шляхом розробки різних форм для нарізки або ущільнення, що зазвичай застосовується.

[0011] Завданням даного винаходу є забезпечення високих показників роботи ущільнення в нарізному з'єднанні, застосовуваному для труб для нафтових свердловин з великою товщиною стінки та з показником ефективності з'єднання менше 1.

[0012] Нарізне з'єднання даного винаходу є нарізним з'єднанням для з'єднання труб для нафтової свердловини. Нарізне з'єднання містить два ніпелі і трубну з'єднувальну муфту. Кожен з ніпелів забезпечений на кінці відповідного одного з ніпелів та є нерозривним з тілом відповідної труби з товщиною стінки не менше 12 мм. З'єднувальна муфта містить дві муфти і ділянку заглиблення. Муфти забезпечені на обох кінцях з'єднувальної муфти. Кожна з муфт виконана з функціональною можливістю згвинчування з відповідним ніпелем. Ділянка заглиблення розташована між двома муфтами. Кожен з ніпелів містить носову частину, поверхню заплечика ніпеля, охоплювану нарізку, і ущільнювальну поверхню ніпеля. Носова частина утворює кінцеву ділянку ніпеля. Зовнішня периферійна поверхня носової частини не стикається з муфтою, згвинченою з ніпелем. Поверхня заплечика ніпеля утворена на кінцевій поверхні носової частини. Охоплювана нарізка забезпечена на зовнішній периферійній поверхні ніпеля і розташована ближче до тіла відповідної труби, ніж носова частина. Охоплювана нарізка є конічною нарізкою. Ущільнювальна поверхня ніпеля забезпечена на зовнішній периферійній поверхні ніпеля і розташована між носовою частиною і охоплюваною нарізкою. Кожна з муфт містить охоплювальну нарізку, поверхню заплечика муфти та ущільнювальну поверхню муфти. Охоплювальна нарізка, забезпечена на внутрішній периферійній поверхні з'єднувальної муфти, відповідна охоплюваній нарізці. Охоплювальна нарізка є конічною нарізкою. Поверхня заплечика муфти розташована ближче до середини з'єднувальної муфти, як визначено за напрямком осі труби, ніж охоплювальна нарізка. Поверхня заплечика муфти стикається з поверхню заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене, для утворення упору. Ущільнювальна поверхня муфти забезпечена на внутрішній периферійній поверхні з'єднувальної муфти і розташована між охоплювальною нарізкою і поверхнею заплечика муфти. Ущільнювальна поверхня муфти стикається з ущільнювальною поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене, для утворення ущільнення. Ділянка заглиблення має довжину не менше 10 мм, виміряну в напрямку осі труби. З'єднання має показник ефективності з'єднання менше 1. Показник ефективності з'єднання обчислюють як частку від ділення  $A1/A2$ , де  $A1$  площа поперечного перерізу з'єднувальної муфти, виміряна на кінцях суміжних з ущільненням охоплюваної нарізки і охоплювальної нарізки, зчеплених одна з одною, коли з'єднання згвинчене (поперечний переріз ділянки з'єднання, що має найменшу площу опору розтягувальному навантаженню, коли з'єднання згвинчене), і  $A2$  площа поперечного перерізу тіла. Коли товщина стінки тіла виражена, як  $t_{pipe}$ , товщина стінки ділянки заглиблення та довжина ділянки заглиблення виміряна в напрямку осі труби виражені, як  $t_1$  і  $2 \times L_1$ , відповідно, і довжина кожної з муфт, виміряна в напрямку осі труби виражена, як  $L_2$ , і коли наступний вираз (1) дає  $T$ , і наступний вираз (2) дає  $L$ ,  $T$  і  $L$  задовольняють наступний вираз (3).

[0013]

$$T = \frac{t_1}{t_{pipe}} \quad (1)$$

$$L = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \quad (2)$$

$$T \cdot L^{1/15} > 1.4 \quad (3)$$

[0014] Даний винахід забезпечує високі показники роботи ущільнення в нарізному з'єднанні, що застосовується для труб для нафтових свердловин з великою товщиною стінки і з показником ефективності з'єднання менше 1.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

[0015] На фіг. 1 схематично показаний поздовжній переріз нарізного з'єднання, що застосовується для розгляду конструювання з'єднувальної муфти.

На фіг. 2 показаний поздовжній переріз моделі циліндра з двох частин, що апроксимує з'єднувальну муфту нарізного з'єднання, показану на фіг. 1.

5 На фіг. 3 показаний графік залежності між параметром  $a$ , що належить до величини натягу ущільнення і параметром  $L$ , що належить до довжини ділянки заглиблення з'єднувальної муфти.

10 На фіг. 4 показаний графік залежності між параметром, що належить до величини натягу ущільнення і параметром  $T$ , що належить до товщини стінки ділянки заглиблення з'єднувальної муфти.

На фіг. 5 схематично показаний переріз нарізного з'єднання варіанта здійснення.

На фіг. 6 схематично показаний поздовжній переріз нарізного з'єднання варіації варіанта здійснення.

#### ВАРІАНТИ ЗДІЙСНЕННЯ ВІНАХОДУ

15 [0016] Як розглянуто вище, у нарізному з'єднанні зменшеного діаметра важко запобігти деформації муфти зі збільшенням діаметра, обумовленій внутрішнім тиском, навіть при розробці нової форми для нарізки або ущільнення. У нарізному з'єднанні зі з'єднувальною муфтою, можна збільшити жорсткість з'єднувальної муфти для запобігання деформації муфти зі збільшенням діаметра. Тобто, можна збільшити зовнішній діаметр і товщину стінки  
20 з'єднувальної муфти для запобігання деформації муфти зі збільшенням діаметра. Разом з тим, оскільки нарізне з'єднання зменшеного діаметра має жорсткі обмеження зовнішнього діаметра, є межа для збільшення зовнішнього діаметра з'єднувальної муфти.

[0017] Зазвичай, ділянка з'єднувальної муфти, розташована між муфтами (що нижче в даному документі називається ділянкою заглиблення) має більшу товщину стінки, ніж ділянки з  
25 ущільненнями муфт і, отже, має вищу жорсткість. Тому ділянка заглиблення не має значного збільшення свого діаметра, коли внутрішній тиск прикладений до нарізного з'єднання, і таким чином вважається таким, що має функцію зменшення діаметра ущільнювальної поверхні муфти.

[0018] Винахідники зосередили зусилля на ділянці заглиблення з'єднувальної муфти та спробували поліпшити показники роботи ущільнення за допомогою розробки нової конструкції ділянки заглиблення. Винахідники розглянули можливість конструювання ділянки заглиблення для забезпечення високих показників роботи ущільнення без збільшення зовнішнього діаметра з'єднувальної муфти.

[0019] На фіг. 1 схематично показаний поздовжній переріз нарізного з'єднання, що належить до типу зі з'єднувальною муфтою. У з'єднувальній муфті даного нарізного з'єднання  $1/2$  довжина поверхонь заплечика муфти, виміряної в напрямку осі труби, позначена  $L_1$ , довжина муфти, виміряна в напрямку осі труби, позначена  $L_2$ , і відстань між поверхнею заплечика муфти та  
35 серединою контакту ущільнювальної поверхні муфти, виміряна в напрямку осі труби, позначена  $L_s$ . Коли довжина ділянки заглиблення, виміряна в напрямку осі труби, вдвічі перевищує  $L_1$ ,  $L_1$  називають нижче довжиною ділянки заглиблення, для простоти пояснення.

[0020] Була створена модель циліндра із двох частин, що апроксимує з'єднувальну муфту, показану на фіг. 1, і необхідна і достатня жорсткість для даної моделі була вивчена із застосуванням теорії пружних оболонок. На фіг. 2 показаний поздовжній переріз моделі циліндра з двох частин, яку застосовували для зазначеного вивчення. У моделі циліндра з двох частин, показаної на фіг. 2, циліндрична ділянка  $S1$  з більшою товщиною стінки відповідає ділянці заглиблення, а циліндрична ділянка  $S2$  з меншою товщиною стінки відповідає муфті.

[0021] У варіанті стандартного циліндра величину відхилення  $w$  циліндричної оболонки, обумовлену внутрішнім тиском  $P$ , виміряним на місці, де дія кінцевих ділянок знехтувано мала, дає вираз (4), наведений нижче, на основі механіки матеріалу. Величина відхилення  $w$   
45 становить  $1/2$  величини збільшення діаметра циліндричної оболонки обумовленого внутрішнім тиском  $P$ . У виразі (4),  $E$  є модулем Юнга,  $\nu$  є коефіцієнтом Пуассона,  $r$  є середнім діаметром циліндра, і  $t$  є товщиною стінки циліндра.

[0022]

$$w = \frac{Pr^2}{Et} + \frac{\nu P}{E}(1 + \nu) \quad (4)$$

55 [0023] Права сторона виразу (4) є окремим рішенням даної проблеми. Якщо припустити, що величина відхилення в напрямку від осі циліндра є позитивною, фундаментальне рівняння циліндричної оболонки, на яку діє внутрішній тиск  $P$ , дає наступний вираз (5):

[0024]

$$w = \frac{Pr^2}{Et} + \frac{\nu P}{E}(1 + \nu) + e^{\beta x}(C_1 \cos \beta x + C_2 \sin \beta x) + e^{-\beta x}(C_3 \cos \beta x + C_4 \sin \beta x) \quad (5)$$

[0025] Якщо величини відхилення в циліндрах S1 і S2, позначити  $w_1$  та  $w_2$ , тоді  $w_1$  і  $w_2$  дають наступні вирази (6) і (7).  $r_i$  у виразах (6) і (7) є внутрішнім діаметром ділянки заглиблення з'єднувальної муфти, тобто внутрішнім діаметром циліндричної ділянки S1.

5 [0026]

$$w_1 = \frac{P(r_i + t_1/2)^2}{E_1 t_1} + \frac{\nu_1 P}{E_1}(1 + \nu_1) + e^{\beta_1 x}(C_{11} \cos \beta_1 x + C_{12} \sin \beta_1 x) + e^{-\beta_1 x}(C_{13} \cos \beta_1 x + C_{14} \sin \beta_1 x) \quad (6)$$

$$w_2 = \frac{P(r_i + t_1 + t_2/2)^2}{E_2 t_2} + \frac{\nu_2 P}{E_2}(1 + \nu_2) + e^{\beta_2 x}(C_{21} \cos \beta_2 x + C_{22} \sin \beta_2 x) + e^{-\beta_2 x}(C_{23} \cos \beta_2 x + C_{24} \sin \beta_2 x) \quad (7)$$

[0027] Якщо напрямком осі труби з'єднувальної муфти представляє вісь  $x$ , і середина з'єднувальної муфти, визначена за напрямком осі труби, представляє нульову точку осі  $x$ , тоді кут  $\theta_1$  відхилення і зрізувальна сила  $Q_1$  на правому кінці ( $x=0$ ) циліндричної ділянки S1 на фіг. 2 дорівнюють нулю. Таким чином, наступні вирази, (8) і (9), є дійсними:

[0028]

$$\theta_{1(x=0)} = -D_1 \frac{\partial w_1}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0 \quad (8)$$

$$Q_{1(x=0)} = -D_1 \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} \Big|_{x=0} = 0 \quad (9)$$

15 [0029] Оскільки циліндричні частини S1 і S2 не мають розриву, кут відхилення,  $\theta_1$  циліндричної ділянки S1 і кут відхилення,  $\theta_2$  циліндричної ділянки S2 дорівнюють один одному, коли  $x=L_1$ . Таким чином, величини відхилення  $w_1$  та  $w_2$  у циліндричних частинах S1 і S2 дорівнюють один одному, згинальні моменти  $M_1$  і  $M_2$  дорівнюють один одному, і зрізувальні сили  $Q_1$  і  $Q_2$  дорівнюють одна одній. Тобто, наступні вирази (10) - (13), є дійсними.

20 [0030]

$$w_{1(x=L_1)} = w_{2(x=L_1)} \quad (10)$$

$$\theta_{1(x=L_1)} = \theta_{2(x=L_1)} \quad (11)$$

$$M_{1(x=L_1)} = M_{2(x=L_1)} \quad (12)$$

$$Q_{1(x=L_1)} = Q_{2(x=L_1)} \quad (13)$$

25 [0031] Додатково, оскільки лівий кінець циліндричної ділянки S2 на фіг. 2 ( $x=L_1+L_2$ ) є вільним кінцем, наступні вирази, (14) і (15), є дійсними.

[0032]

$$M_{2(x=L_1+L_2)} = 0 \quad (14)$$

$$Q_{2(x=L_1+L_2)} = 0 \quad (15)$$

30 [0033] Розв'язавши вирази (8) - (15) одночасно, визначають невідомі кількісні параметри  $C_{11}$ - $C_{14}$  та  $C_{21}$ - $C_{24}$ . Таким чином, величини відхилення  $w_1$  і  $w_2$  циліндричних частин S1 і S2, відповідно, визначають із виразів (6) і (7). Якщо  $x=L_1+L_s$  підставлений у вираз (7), величина відхилення ущільнення може бути дана наступним виразом (16).  $L_s$  є відстанню між межею циліндричних частин S1 та S2 і місцем, що відповідає середині контакту ущільнювальної

35 поверхні муфти, виміряною у напрямку осі  $x$ .

[0034]

$$w_2 = \frac{P(r_i + t_1 + t_2/2)^2}{E_2 t_2} + \frac{\nu_2 P}{E_2} (1 + \nu_2) + e^{\beta_2 x} (C_{21} \cos \beta_2 (L_1 + L_s) + C_{22} \sin \beta_2 (L_1 + L_s)) + e^{-\beta_2 x} (C_{23} \cos \beta_2 (L_1 + L_s) + C_{24} \sin \beta_2 (L_1 + L_s)) \quad (16)$$

[0035] Винахідники застосовували параметри  $T$ ,  $L$  та  $a$ , визначені наступним виразом (17), для визначення впливу товщини стінки ділянки заглиблення і її довжини, виміряної в напрямку осі труби, на показники роботи ущільнення.

5 [0036]

$$T = \frac{t_1}{t_{pipe}}, \quad L = \frac{L_1}{L_1 + L_2}, \quad a = \frac{\delta - 2w_2(L_s)}{\delta} \quad (17)$$

[0037]  $T$  є параметром, отриманим за допомогою нормалізації товщини  $t_1$  стінки ділянки заглиблення з товщиною  $t_{pipe}$  стінки тіла труби.  $L$  є параметром, отриманим за допомогою нормалізації довжини  $L_1$  ділянки заглиблення з довжиною половини з'єднувальної муфти,  $L_1+L_2$ .  $a$  є параметром, отриманим за допомогою нормалізації реальної величини натягу ущільнення, знайденої, коли з'єднувальна муфта збільшується в діаметрі,  $\delta - 2w_2(L_s)$ , з розрахунковою величиною натягу ущільнення під час згинчування,  $\delta$ . Величина відхилення  $w_2$ , що застосовується у виразі (17), є величиною відхилення  $w_2$  ущільнення, яку дає вираз (16).

10

[0038] На фіг. 3 показана залежність між  $L$  та  $a$ , де  $T$  є сталою, і довжина  $L_1$  ділянки заглиблення варіюється. На фіг. 4 показана залежність між  $T$  і  $a$ , де  $L$  є сталою, і товщина  $t_1$  стінки ділянки заглиблення варіюється. Залежності, показані на фіг. 3 і 4 можуть бути дані наступними виразами (18) і (19), відповідно.  $f(T)$  є довільною функцією, яка не містить  $L$ ,  $g(L)$  є довільною функцією, котра не містить  $T$ , і  $m$  є сталою.

[0039]

$$a(T, L) \propto f(T) \cdot L^{1/m} \quad (18)$$

20

$$a(T, L) \propto T \cdot g(L) \quad (19)$$

[0040] Наступний вираз (20), може бути отриманий з виразів (18) і (19):

[0041]

$$a(T, L) \propto T \cdot L^{1/m} \quad (20)$$

25

[0042] Як розглянуто вище,  $a$  є параметром, отриманим за допомогою нормалізації реальної величини натягу ущільнення, знайденою, коли діаметр з'єднувальної муфти збільшений з величиною натягу ущільнення під час згинчування. При цьому, чим більша величина  $a$ , тим вищим стає тиск контактної поверхні на ущільненні під час прикладання внутрішнього тиску, що поліпшує показники роботи ущільнення. Достатня жорсткість з'єднувальної муфти забезпечена і, у результаті, забезпечені високі показники роботи ущільнення якщо  $T \cdot L^{1/m}$  більше порога  $a_{th}$ . Винахідники продовжили аналіз і вивчення та досягли умов  $m=15$  і  $a_{th}=1,4$ , а також виконали нарізне з'єднання варіанта здійснення.

30

[0043] Нарізне з'єднання варіанта здійснення є нарізним з'єднанням для з'єднання труб для нафтових свердловин. Нарізне з'єднання містить два ніпелі і трубну з'єднувальну муфту. Кожен з ніпелів забезпечений на кінці відповідної однієї із труб і є нерозривним з тілом відповідної однієї із труб, що має товщину стінки не менше 12 мм. З'єднувальна муфта містить дві муфти і ділянку заглиблення. Муфти забезпечені на обох кінцях з'єднувальної муфти. Кожна з муфт виконана з функціональною можливістю згинчування з відповідним ніпелем. Ділянка заглиблення розташована між двома муфтами. Кожен з ніпелів містить носову частину, поверхню заплечика ніпеля, охоплювану нарізку і ущільнювальну поверхню ніпеля. Носова частина утворює кінцеву ділянку ніпеля. Зовнішня периферійна поверхня носової частини не стикається з муфтою, згинченою на ніпелі. Поверхня заплечика ніпеля виконана на кінцевій поверхні носової частини. Охоплювана нарізка забезпечена на зовнішній периферійній поверхні ніпеля і розташована ближче до тіла відповідної труби, ніж носова частина. Охоплювана нарізка є кінцевою нарізкою. Ущільнювальна поверхня ніпеля забезпечена на зовнішній периферійній поверхні ніпеля і розташована між носовою частиною і охоплюваною нарізкою. Кожна з муфт містить охоплювальну нарізку, поверхню заплечика муфти та ущільнювальну поверхню муфти. Охоплювальна нарізка забезпечена на внутрішній периферійній поверхні з'єднувальної муфти,

45

причому відповідає охоплюваній нарізці. Охоплювальна нарізка є кінчною нарізкою. Поверхня заплечика муфти розташована ближче до середини з'єднувальної муфти, визначеної за напрямком осі труби, ніж охоплювальна нарізка. Поверхня заплечика муфти стикається з поверхню заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене, для утворення упору. Ущільнювальна поверхня муфти забезпечена на внутрішній периферійній поверхні з'єднувальної муфти і розташована між охоплювальною нарізкою та поверхнею заплечика муфти. Ущільнювальна поверхня муфти стикається з ущільнювальною поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене для утворення ущільнення. Ділянка заглиблення має довжину не менше 10 мм, виміряну в напрямку осі труби. З'єднання має показник ефективності з'єднання менше 1. Показник ефективності з'єднання обчислюють, як частку від ділення  $A1/A2$ , де  $A1$  площа поперечного перерізу з'єднувальної муфти виміряна на кінцях, суміжних з ущільненням охоплюваної нарізки та охоплювальної нарізки, зчеплених одна з одною, коли з'єднання згвинчене, і  $A2$  площа поперечного перерізу тіла. Коли товщиною стінки тіла позначена, як  $t_{pipe}$ , товщина стінки ділянки заглиблення та довжина ділянки заглиблення, виміряна в напрямку осі труби, позначені, як  $t_1$  і  $2 \times L_1$ , відповідно, і довжина кожної з муфт, виміряна в напрямку осі труби позначена, як  $L_2$ , і коли наступний вираз (1) визначає  $T$  і наступний вираз (2) визначає  $L$ ,  $T$  і  $L$  задовольняють наступний вираз (3).

[0044]

$$T = \frac{t_1}{t_{pipe}} \quad (1)$$

$$L = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \quad (2)$$

$$T \cdot L^{1/15} > 1,4 \quad (3)$$

[0045] У нарізному з'єднанні, розкритому вище, ділянка заглиблення має товщину стінки і довжину, виміряну в напрямку осі труби які задовольняють вираз (3). Дана конструкція повинна збільшувати жорсткість з'єднувальної муфти. Зазначене повинне запобігати деформації муфти зі збільшенням діаметра під час прикладання внутрішнього тиску, при цьому запобігається зменшення контактної сили, що діє між ущільнювальною поверхнею муфти та ущільнювальною поверхнею ніпеля. Зовнішній діаметр з'єднувальної муфти не потребує зміни для задоволення виразу (3). Таким чином, розкрите вище нарізне з'єднання повинне забезпечувати високі показники роботи ущільнення без збільшення зовнішнього діаметра з'єднувальної муфти.

[0046] Варіанти здійснення конкретно описані нижче з посиланням на креслення. На кресленнях однаковим і відповідним елементам присвоєні однакові позиції, і однакові описи не повторюються. Для простоти пояснення креслення можуть показувати елементи спрощено або схематично, а також можуть не показувати деякі елементи.

[0047] [Конструкція в цілому]

На фіг. 5 схематично показаний поздовжній переріз нарізного з'єднання 10 варіанта здійснення. Розглянуте додатково нижче докладно, нарізне з'єднання 10 є так названим нарізним з'єднанням зменшеного діаметра. Нарізне з'єднання 10 з'єднує труби 1 для нафтових свердловин за допомогою трубної з'єднувальної муфти 2. Кожна з труб 1 для нафтових свердловин є сталеву трубою з відносно великою товщиною стінки. У кожній з труб 1 для нафтових свердловин тіло 12 труби має товщину стінки, що дорівнює або більша 12 мм.

[0048] Як показано на фіг. 5, нарізне з'єднання 10 містить два ніпелі 11 і трубну з'єднувальну муфту 2. Кожен з ніпелів 11 забезпечений на кінці труби 1 для нафтових свердловин, і не має розриву з тілом 12 труби. З'єднувальна муфта 2 містить дві муфти 21 і ділянку 22 заглиблення. Муфти 21 забезпечені на обох кінцях з'єднувальної муфти 2. Кожна з муфт 21 згвинчена з відповідним ніпелем 11. Для простоти пояснення, як визначено за напрямком осі труби нарізного з'єднання 10, напрямком до кінця ніпеля 11 можна називати напрямком всередину, і напрямком до тіла 12 труби називати напрямком назовні.

[0049] Ніпелі 11 містять носову частину 111, охоплювану нарізку 112, ущільнювальну поверхню 113 ніпеля і поверхню 114 заплечика ніпеля.

[0050] Носова частина 111 розташована ближче до кінця ніпеля 11, ніж охоплювана нарізка 112 та ущільнювальна поверхня 113 ніпеля. Носова частина 111 формує кінцеву ділянку ніпеля 11. Коли ніпель 11 і муфта 21 згвинчені, зовнішня периферійна поверхня носової частини 111 не стикається з муфтою 21. Тобто, коли з'єднання згвинчене, зовнішній діаметр носової частини 111 менше внутрішнього діаметра ділянки муфти 21, що повернена до носової частини 111. Наприклад, зовнішня периферійна поверхня носової частини 111 може бути утворена ввігнутою



поверхнею з виїмкою до внутрішньої периферії ніпеля 11 щодо ущільнювальної поверхні 113 ніпеля.

5 [0051] Охоплювана нарізка 112 забезпечена на зовнішній периферійній поверхні ніпеля 11. На ніпелі 11 охоплювана нарізка 112 розташована ближче до тіла 12 труби, ніж носова частина 111. Охоплювана нарізка 112 являє собою конічну нарізку. Ущільнювальна поверхня 113 ніпеля забезпечена на зовнішній периферії ніпеля 11 і розташована між носовою частиною 111 і охоплюваною нарізкою 112.

10 [0052] Ущільнювальна поверхня 113 ніпеля є взагалі конічною поверхнею, діаметр якої зменшується від охоплюваної нарізки 112 до носової частини 111. Ущільнювальна поверхня 113 ніпеля утворена, наприклад, периферією тіла обертання, отриманого обертанням дуги навколо осі CL труби, або периферією усіченого конуса, вісь якого представлена віссю CL труби, або комбінацією двох чи більше таких периферійних ділянок.

15 [0053] Поверхня 114 заплечика ніпеля є тороїдною поверхнею, що утворена кінцевою поверхнею носової частини 111. У даному варіанті здійснення поверхня 114 заплечика ніпеля є скошеною, так що його зовнішня периферія розташована ближче до кінця ніпеля 11 ніж його внутрішня периферія. Тобто, у перерізі ніпеля 11 у площині, яка містить вісь CL труби, поверхня 114 заплечика ніпеля сформована такою, що його зовнішня периферія нахилена до напрямку просування під час вгвинчування ніпеля 11. Разом з тим, поверхня 114 заплечика ніпеля не обмежена такою формою. Поверхня 114 заплечика ніпеля може бути, по суті, перпендикулярною осі CL труби.

20 [0054] Кожна з муфт 21 містить охоплювальну нарізку 212, ущільнювальну поверхню 213 муфти і поверхню 214 заплечика муфти.

25 [0055] Охоплювальна нарізка 212 відповідає охоплюваній нарізці 112 ніпеля 11 і забезпечена на внутрішній периферійній поверхні муфти 21. Охоплювальна нарізка 212 являє собою нарізку, яка зчіплюється з нарізкою, що являє собою охоплювану нарізку 112. Охоплювальна нарізка 212 являє собою конічну нарізку.

30 [0056] Ущільнювальна поверхня 213 муфти відповідає ущільнювальній поверхні 113 ніпеля і забезпечена на внутрішній периферії муфти 21. Ущільнювальна поверхня 213 муфти стикається з ущільнювальною поверхнею 113 ніпеля, коли ніпель 11 і муфта 21 згвинчені.

35 [0057] Ущільнювальна поверхня 113 ніпеля та ущільнювальна поверхня 213 муфти мають деяку величину натягу. Тобто, коли з'єднання не згвинчене, діаметр ущільнювальної поверхні 113 ніпеля трохи більше діаметра ущільнювальної поверхні 213 муфти. При цьому, коли ніпель 11 угвинчують в муфту 21, ущільнювальні поверхні ніпеля і муфти 113 і 213 стикаються та, коли з'єднання згвинчене, зчіплюються належним чином одна з одною для досягнення посадки з натягом. Таким чином, ущільнювальні поверхні 113 і 213 ніпеля і муфти утворюють ущільнення, застосовуючи контакт металу з металом.

40 [0058] Поверхня 214 заплечика муфти відповідає поверхні 114 заплечика ніпеля і забезпечена на внутрішньому кінці муфти 21, як визначено за напрямком осі труби. Поверхня 214 заплечика муфти стикається з поверхнею 114 заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене.

45 [0059] Коли ніпель 11 вгвинчують у муфту 21, поверхні 114 і 214 заплечиків ніпеля та муфти стикаються і притискаються одна до одної. Поверхні 114 і 214 заплечиків ніпеля і муфти, у зіткненні одна з одною, являють собою упор.

50 [0060] Площа зіткнення поверхні 114 і 214 заплечиків ніпеля і муфти, тобто площа упору, переважно становить не менше 30 % площі поперечного перерізу тіла 12 труби. Поперечний переріз означає переріз у площині перпендикулярній осі CL труби. Якщо площа упору становить не менше 30 % поперечного перерізу тіла 12 труби, це зменшує пластичну деформацію поверхні 114 заплечика ніпеля і суміжної ущільнювальної поверхні 113 ніпеля, що відбувається, коли надмірне стискальне навантаження прикладене до нарізного з'єднання 10. Дане повинно стабілізувати ущільнення на основі контакту, при цьому запобігається зменшення тиску контактної поверхні ущільнення.

[0061] Хоча зазначене не є обмежувальним, площа упору переважно становить не більше 60 % площі поперечного перерізу тіла 12 труби для запобігання зменшенню мінімального перерізу з'єднувальної муфти 2.

55 [0062] Як розглянуто вище, нарізне з'єднання 10 є так названим нарізним з'єднанням зменшеного діаметра. Таким чином, нарізне з'єднання 10 має показник ефективності з'єднання менше 1. Показник ефективності з'єднання обчислюють, як частку від ділення  $A1/A2$ , де  $A1$  площа поперечного перерізу ділянки з'єднувальної муфти 2, що має найменшу площу опору розтягуювальному навантаженню, коли з'єднання згвинчене (тобто критичного перерізу), і  $A2$  площа поперечного перерізу тіла труби.

60 [0063] Охоплювана і охоплювальна нарізки 112 і 212 мають кінці E1 та E2 своїх зчеплених

відрізків довжини, коли з'єднання згвинчене. Площа А1 критичного перерізу з'єднувальної муфти 2 є площею поперечного перерізу з'єднувальної муфти 2, виміряної на кінці Е1 зчепленого відрізка довжини, що розташований суміжно з ущільненням.

5 [0064] Ділянка з'єднувальної муфти 2, розташована між двома муфтами 21, утворює ділянку 22 заглиблення. Внутрішній діаметр ділянки 22 заглиблення є по суті, постійним. Зовнішній діаметр з'єднувальної муфти 2 також є, по суті, постійним. Таким чином, ділянка 22 заглиблення має товщину стінки яка є, по суті, незмінною. Товщина стінки ділянки 22 заглиблення більше товщини стінки муфти 21. Таким чином, ділянка 22 заглиблення має вищу жорсткість, ніж муфта 21.

10 [0065] Внутрішній діаметр ділянки 22 заглиблення переважно менший внутрішнього діаметра тіла 12 труби. Дане збільшує товщину стінки ділянки 22 заглиблення і збільшує її жорсткість. Разом з тим, якщо є виступ між ніпелем 11 і ділянкою 22 заглиблення на внутрішній периферійній поверхні нарізного з'єднання 10, коли з'єднання згвинчене, генерується турбулентний потік у внутрішньому текучому середовищі при його проходженні крізь нарізне з'єднання 10. Дане може не тільки зменшувати продуктивність свердловини, але також пошкоджувати нарізне з'єднання 10. Таким чином, переважним є внутрішній діаметр ділянки 22 заглиблення, що, по суті, дорівнює внутрішньому діаметру кінця ніпеля 11.

15 [0066] Для одержання внутрішнього діаметра вершини ніпеля 11, що дорівнює внутрішньому діаметру ділянки 22 заглиблення, наприклад, може бути виконане витягування, що робить внутрішній діаметр кінця ніпеля 11 менше внутрішнього діаметра тіла 12 труби. Дане збільшує товщину стінки ділянки ніпеля 11, розташованого ближче до кінця, ніж охоплювана нарізка 112 (тобто упорного виступу). Дане збільшує жорсткість упорного виступу ніпеля 11. Дане збільшує контактну силу ущільнення, при цьому додатково поліпшуючи показники роботи ущільнення нарізного з'єднання 10.

20 [0067] Довжина ділянки 22 заглиблення становить не менше 10 мм. Довжина ділянки з'єднувальної муфти 2, розташованої між внутрішнім кінцем однієї поверхні 214 заплечика муфти і внутрішнім кінцем іншої поверхні 214 заплечика муфти, виміряна в напрямку осі труби, називається нижче довжиною ділянки 22 заглиблення. Якщо ділянка 22 заглиблення має довжину щонайменше 10 мм, дане запобігає негативному впливу деформації заплечика, що виникає, коли одну муфту 21 і зв'язаний ніпель 11 згвинчують, на згвинчування іншої муфти 21 і зв'язаного ніпеля 11, при цьому запобігається неналежному згвинчуванню. Дане повинне запобігати зниженню показників роботи ущільнення нарізного з'єднання 10.

25 [0068] Чим довша ділянка 22 заглиблення, тим вища жорсткість з'єднувальної муфти 2, яка поліпшує показники роботи ущільнення нарізного з'єднання 10. Разом з тим, при деякій довжині ділянки 22 заглиблення, досягається межа поліпшення показників роботи ущільнення. Таким чином, максимальна довжина ділянки 22 заглиблення може становити, наприклад, 100 мм.

30 [0069] Товщина стінки і довжина ділянки 22 заглиблення є такими, що з'єднувальна муфта 2 має необхідну жорсткість. Більш конкретно, параметри T і L, які належать до товщини стінки та довжини ділянки 22 заглиблення визначаються наступними виразами (1) і (2), і T і L встановлюють задовольняючими наступний вираз (3):

40 [0070]

$$T = \frac{t_1}{t_{pipe}} \quad (1)$$

$$L = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \quad (2)$$

$$T \cdot L^{1/15} > 1.4 \quad (3)$$

45 [0071] Хоча товщина стінки ділянки 22 заглиблення є, по суті, постійною,  $t_1$  у виразі (1) визначають, як товщину стінки ділянки 22 заглиблення, виміряну на його середині, визначеної за напрямком осі труби. Тобто,  $t_1$  є товщиною стінки з'єднувальної муфти 2, виміряної на проміжній позиції між двома поверхнями 214 заплечиків муфти.  $t_{pipe}$  є товщиною стінки тіла 12 труби.

50 [0072]  $L_1$  у виразі (2) є відстанню між найвіддаленішою в напрямку всередину точкою поверхні 214 заплечика муфти і серединою з'єднувальної муфти 2, виміряної в напрямку осі труби. Тобто, довжина ділянки 22 заглиблення, виміряна в напрямку осі труби може бути дана, як  $2 \times L_1$ . Довжина  $2 \times L_1$  дорівнює мінімальній відстані між протилежними поверхнями 214 заплечика муфти.

55 [0073]  $L_2$  у виразі (2) є довжиною кожної муфти 21, виміряної в напрямку осі труби.  $L_2$  є

відстанню між кінцем з'єднувальної муфти 2 і найвіддаленішою в напрямку всередину точкою відповідної поверхні 214 запличика муфти.

5 [0074] Для обчислення  $T$  і  $L$  на основі виразів (1) та (2), змінні можна приймати в будь-яких одиницях; разом з тим,  $t_1$  і  $t_{\text{ріре}}$  повинні бути прийняті в однакових одиницях, і  $L_1$  і  $L_2$  повинні бути прийняті в однакових одиницях.

[0075] [Корисний ефект]

10 У даному варіанті здійснення товщина стінки ділянки 22 заглиблення з'єднувальної муфти 2 і її довжина, виміряні в напрямку осі труби, є такими, що задовольняють вираз (3). Зовнішній діаметр з'єднувальної муфти 2 не потребує регулювання для задоволення виразу (3). Дане повинне поліпшувати жорсткість з'єднувальної муфти 2 без збільшення зовнішнього діаметра з'єднувальної муфти 2. Таким чином, навіть у нарізному з'єднанні зменшеного діаметра, із жорсткими обмеженнями по зовнішньому діаметру, деформація зі збільшенням діаметра кожної муфти 21 під час прикладання внутрішнього тиску може бути відвернена, при цьому підтримується зусилля на контактні ущільнення. Дане повинне забезпечувати високі показники роботи ущільнення.

15 [0076] Загалом, якщо товщина стінки тіла труби становить 15 мм або більше, навантаження, прикладене до з'єднання, збільшується так, що муфта може легше деформуватися. З іншого боку, у нарізному з'єднанні 10 даного варіанта здійснення товщину стінки та довжину ділянки 22 заглиблення регулюють для поліпшення жорсткості з'єднувальної муфти 2, при цьому запобігається деформація муфти 21. Зазначене дозволяє припустити, що нарізне з'єднання 10, повинне також бути досить ефективним, якщо товщина стінки тіла труби становить 15 мм або більше.

20 [0077] Нарізне з'єднання зменшеного діаметра зазвичай має показник ефективності з'єднання менше 1 і має відносно низьку жорсткість. Зокрема, якщо показник ефективності з'єднання не перевищує 0,8, жорсткість нарізного з'єднання є недостатньою, при цьому показники роботи ущільнення можуть легко зменшитися. З іншого боку, у нарізному з'єднанні 10 даного варіанта здійснення товщину стінки і довжину ділянки 22 заглиблення регулюють для поліпшення жорсткості з'єднувальної муфти 2. Дане дозволяє припустити, що нарізне з'єднання 10 повинне також бути досить ефективним, якщо показник ефективності з'єднання не перевищує 0,8.

[0078] [Варіації]

25 Хоча описано варіант здійснення, даний винахід не обмежений описаним вище варіантом здійснення, і різні модифікації є можливими без відходу від суті розкриття. Наприклад, хоча нарізне з'єднання 10 даного варіанта здійснення містить одне ущільнення, воно може включати у себе два або більше ущільнень.

30 [0079] У вищеописаному варіанті здійснення внутрішній діаметр кінця ніпеля 11 і внутрішній діаметр ділянки 22 заглиблення з'єднувальної муфти 2 менше внутрішнього діаметра тіла 12 труби. Разом з тим, у нарізному з'єднанні 10а, показаному на фіг. 6, внутрішній діаметр вершини ніпеля 11а і внутрішній діаметр ділянки 22а заглиблення з'єднувальної муфти 2а може бути не менше внутрішнього діаметра тіла 12 труби. У таких реалізаціях також переважним є внутрішній діаметр кінця ніпеля 11а, що, по суті, дорівнює внутрішньому діаметру ділянки 22а заглиблення, коли з'єднання згвинчене.

ПРИКЛАДИ

35 [0080] Для підтвердження корисних ефектів нарізного з'єднання даного винаходу, провели фізичні обпресування ущільнення та чисельний аналіз із застосуванням методу кінцевих елементів для пружнопластичних тіл.

[0081] [Фізичне обпресування ущільнення]

40 Були підготовлені два зразки нарізного з'єднання зі з'єднувальною муфтою, що має базову конструкцію, показану на фіг. 5, і проведені фізичні обпресування ущільнення. Умови, загальні для даних зразків, описані нижче.

Труба, що застосовувалася: 8-5/8"57.4# сталева труба (із зовнішнім діаметром 219,1 мм і товщиною стінки 16,3 мм)

Сталь: вуглецева сталь Q125 за стандартами API (з номінальною межею текучості 125 ksi (=862 Мпа))

45 Нарізка: кожна нарізка мала крок 5,08 мм, кут навантаженої сторони профілю нарізки  $-3^\circ$ , кут завідної сторони профілю нарізки  $10^\circ$  і проміжок на завідній стороні профілю нарізки 0,15 мм.

50 [0082] Для обпресування ущільнень, поверхнева обробка для ніпеля була "токарною", поверхнева обробка для муфти була обробкою на основі фосфату марганцю, і трубне мастило API накладалося на всі поверхні з'єднання. Обпресування ущільнення проводили згідно з ISO

13679:2011, і максимальне прикладене розтягувальне навантаження на з'єднання становило 75 % розтягувального навантаження межі текучості тіла труби.

[0083] Як показано в таблиці 1, два зразки мають величини, що відрізняються,  $T \cdot L^{1/15}$  обчислені за виразом (3).

5 [0084]

Таблиця 1

Зразок	Показник ефективності з'єднання	T(товщина стінки бази заглиблення/товщина стінки тіла труби (мм)	L (довжина бази заглиблення/довжина з'єднувальної муфти (мм)	$T \cdot L^{1/15}$	Результат обпресування ущільнення
порівн. прикл. 1	0,75	1,60	0,08	1,36	протікання
зобр. прикл. 1	0,82	1,69	0,08	1,43	Випробування пройшов

10 [0085] Як показано в таблиці 1, у зразку порівняльного приклада 1, протікання виникало під час обпресування ущільнення. У зразку порівняльного приклада 1  $T \cdot L^{1/15}$  становило менше 1,4 і не задовольняло вираз (3), що є передбачуваною причиною нестачі жорсткості ділянки заглиблення з'єднувальної муфти.

15 [0086] На відміну від зазначеного, зразок, що має ознаки винаходу прикладу 1, пройшов обпресування ущільнення, оскільки протікання під час обпресування ущільнення не відбулося. У зразку, що має ознаки винаходу приклада 1,  $T \cdot L^{1/15}$  було більше 1,4 і задовольняло вираз (3), що є передбачуваною причиною досить високої жорсткості ділянки заглиблення з'єднувальної муфти.

[0087] Чисельний аналіз із застосуванням методу кінцевих елементів для пружнопластичних тіл

20 Чисельний аналіз із застосуванням методу кінцевих елементів для пружнопластичних тіл проводили для множини зразків, показаних у таблиці 2. Після аналізу згвинчування нарізок для кожного зразка, застосували випробування за ISO13679 CAL4 Series A, що моделює навантаження, і оцінили показники роботи ущільнення, що протидіє кожному, внутрішньому і зовнішньому тиску. Показники роботи ущільнення оцінювали на основі мінімальної величини середнього тиску контактної поверхні ущільнення в статистиці навантаження (тобто

25 мінімального середнього тиску контактної поверхні ущільнення). Більш висока величина мінімального середнього тиску контактної поверхні ущільнення означає кращі показники роботи ущільнення. В аналізі із застосуванням методу кінцевих елементів для пружнопластичних тіл застосовували моделі, у яких матеріал був ізотропно зміцненим пружнопластичним матеріалом,

30 і модуль пружності становив 210 ГПа і межа текучості становила 125 ksi (=862 МПа) з випробувальним напруженням 0,2 %.

[0088]

Таблиця 2

Зразок	Показник ефективності з'єднання	T (товщина стінки бази заглиблення/товщина стінки тіла труби)	Довжина бази заглиблення (мм)	Довжина з'єднувальної муфти (мм)	L (довжина бази заглиблення/довжина з'єднувальної муфти)	T·L <sup>1/15</sup>	мінім. середн. тиск контакт. пов-ні (МПа)	Показник роботи ущільнення
порівн. прикл. 2-1	0,75	1,60	25	320	0,08	1,35	466,0	незад.
зобр. прикл. 2-1	0,75	1,60	50	345	0,14	1,41	515,5	задов.
зобр. прикл. 2-2	0,75	1,60	75	370	0,20	1,44	536,7	задов.
порівн. прикл. 2-2	0,79	1,65	25	320	0,08	1,39	480,4	незад.
зобр. прикл. 2-3	0,79	1,65	50	345	0,14	1,45	517,4	задов.
зобр. прикл. 2-4	0,79	1,65	75	370	0,20	1,48	525,2	задов.
зобр. прикл. 2-5	0,82	1,69	25	320	0,08	1,43	500,2	удовл.
зобр. прикл. 2-6	0,82	1,69	50	345	0,14	1,49	511,8	удовл.
зобр. прикл. 2-7	0,82	1,69	75	370	0,20	1,52	531,6	удовл.

5 [0089] Кожен зі зразків, проілюстрованих у таблиці 2, є нарізним з'єднанням зі з'єднувальною муфтою, що має базову конструкцію, показану на фіг. 5, але таким, що має розміри з'єднувальної муфти, які відрізняються. Аналіз проводили із застосуванням методу кінцевих елементів для пружнопластичних тіл, де варіювали довжину ділянки заглиблення і зовнішній діаметр з'єднувальної муфти. Умови труби, що застосовувалася, сталі і нарізки були загальними для всіх зразків і були однаковими з умовами розглянутого вище фізичного обпресування ущільнень.

10 [0090] Зразок, який має ознаки винаходу прикладів 2-5 мав розмір з'єднувальної муфти, що дорівнює розміру зразка, що має ознаки винаходу приклада 1, котрий пройшов фізичне обпресування ущільнення. Оскільки мінімальний середній тиск контактної поверхні ущільнення зразка, який має ознаки винаходу прикладів 2-5, було не менше 500 МПа, дані зразки з мінімальними величинами середнього тиску контактної поверхні ущільнення не нижче 500 МПа  
15 були визначені, як такі, що мають задовільні показники роботи ущільнення, і зразки з величинами нижче 500 МПа були визначені, як такі, що мають незадовільні показники роботи ущільнення.

20 [0091] У кожному зі зразків порівняльних прикладів 2-1 і 2-2, мінімальний середній тиск контактної поверхні ущільнення становив менше 500 МПа, що означає незадовільні показники роботи ущільнення. У кожному зі зразків порівняльних прикладів 2-1 і 2-2, T·L<sup>1/15</sup> становив менше 1,4, дозволяючи припустити, що жорсткість ділянки заглиблення з'єднувальної муфти

була недостатньою.

[0092] На відміну від зазначеного, у кожному зі зразків, що мають ознаки винаходу прикладів 2-1-2-7, мінімальний середній тиск контактної поверхні ущільнення був не нижче 500 Па, що означає задовільні показники роботи ущільнення. У кожному зі зразків, що мають ознаки

5

винаходу прикладів 2-1-2-7,  $T \cdot L^{1/15}$  становило більше 1,4, дозволяючи припустити, що жорсткість ділянки заглиблення з'єднувальної муфти була достатньою.

[0093] Розглянуті вище фізичні обпресування ущільнення і аналіз із застосуванням методу кінцевих елементів для пружнопластичних тіл демонструють, що задовільні показники роботи ущільнення можуть бути досягнуті, якщо  $T \cdot L^{1/15} > 1,4$ .

10

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Нарізне з'єднання для з'єднання труб для нафтової свердловини, що містить:

15

два ніпелі, кожен з яких забезпечений на кінці відповідної однієї з труб і не має розриву з тілом відповідної труби, що має товщину стінки не менше 12 мм;

і трубну з'єднувальну муфту, яка містить дві муфти і ділянку заглиблення, причому муфти забезпечені на обох кінцях з'єднувальної муфти, кожна з муфт виконана з можливістю згвинчування з відповідним ніпелем, ділянка заглиблення розташована між двома муфтами,

20

кожен з ніпелів містить: носову частину, що утворює кінцеву ділянку ніпеля, зовнішню периферійну поверхню носової частини, що не контактує з муфтою, згвинченою з ніпелем; поверхню заплечика ніпеля, утворену на кінцевій поверхні носової частини;

охоплювану нарізку, забезпечену на зовнішній периферійній поверхні ніпеля і розташовану ближче до тіла відповідної труби, ніж носова частина, причому охоплювана нарізка є кінцевою нарізкою; і

25

ущільнювальну поверхню ніпеля, забезпечену на зовнішній периферійній поверхні ніпеля і розташовану між носовою частиною і охоплюваною нарізкою,

кожна з муфт містить:

охоплювальну нарізку, забезпечену на внутрішній периферійній поверхні з'єднувальної муфти, що відповідає охоплюваній нарізці, причому охоплювальна нарізка є кінцевою нарізкою;

30

поверхню заплечика муфти, розташовану ближче до середини з'єднувальної муфти, визначеної за напрямком осі труби, ніж охоплювальна нарізка, причому поверхня заплечика муфти контактує з поверхнею заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене, для утворення упору; і

ущільнювальну поверхню муфти, забезпечену на внутрішній периферійній поверхні з'єднувальної муфти і розташовану між охоплювальною нарізкою і поверхнею заплечика муфти, причому

35

ущільнювальна поверхня муфти контактує з ущільнювальною поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене для утворення ущільнення,

при цьому ділянка заглиблення має довжину не менше 10 мм, виміряну в напрямку осі труби, причому

з'єднання має показник ефективності з'єднання менше 1, показник ефективності з'єднання обчислюють як  $A1/A2$ , де  $A1$  площа поперечного перерізу з'єднувальної муфти, виміряна на кінцях, суміжних з ущільненням, охоплюваної нарізки та охоплювальної нарізки, зчеплених одна з одною, коли з'єднання згвинчене, і  $A2$  площа поперечного перерізу тіла і, коли товщина стінки тіла позначена як  $t_{pipe}$ , товщина стінки ділянки заглиблення і довжина ділянки заглиблення

45

виміряна в напрямку осі труби, позначені як  $t_1$  і  $2 \times L_1$ , відповідно, і довжина кожної з муфт, виміряна в напрямку осі труби, позначена як  $L_2$ , і, коли наступний вираз (1) утворює  $T$  і наступний вираз (2) утворює  $L$ ,  $T$  і  $L$  задовольняють наступний вираз (3):

$$T = \frac{t_1}{t_{pipe}}, \quad (1)$$

$$L = \frac{L_1}{L_1 + L_2}, \quad (2)$$

$$T \cdot L^{1/15} > 1.4 \quad (3)$$

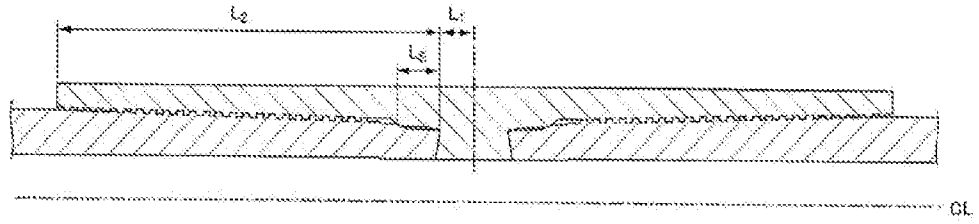


FIG. 1

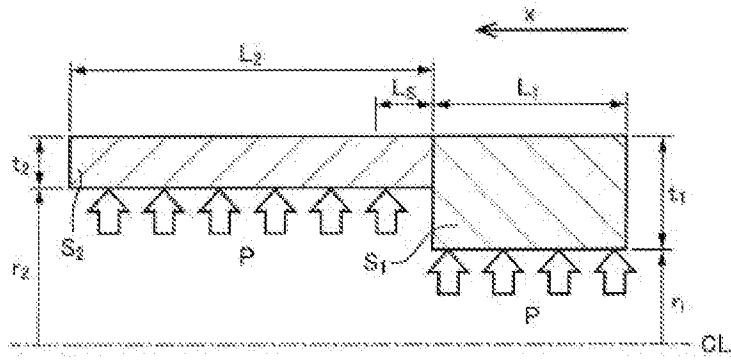


FIG. 2

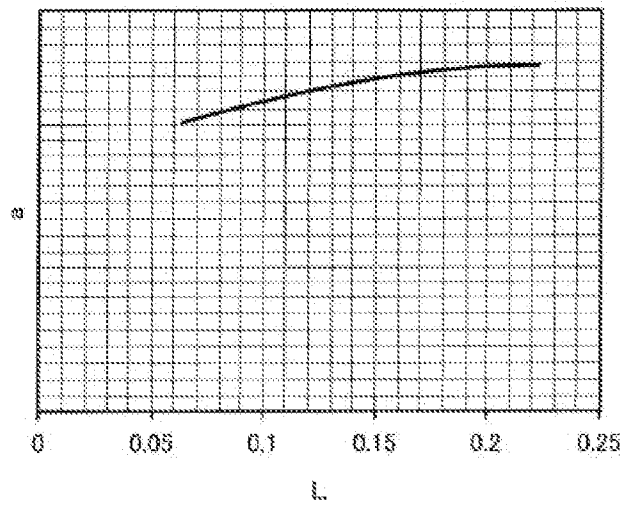
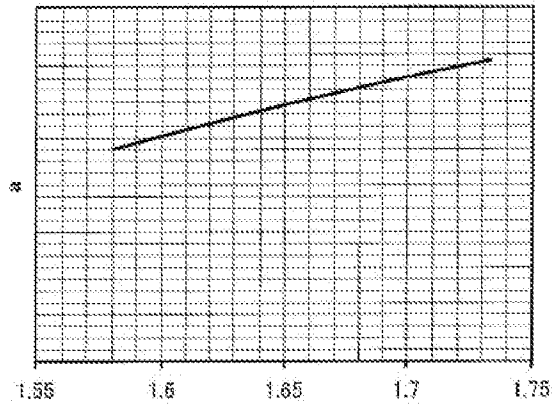
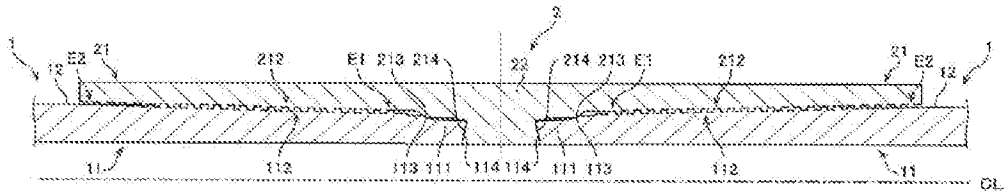


FIG. 3

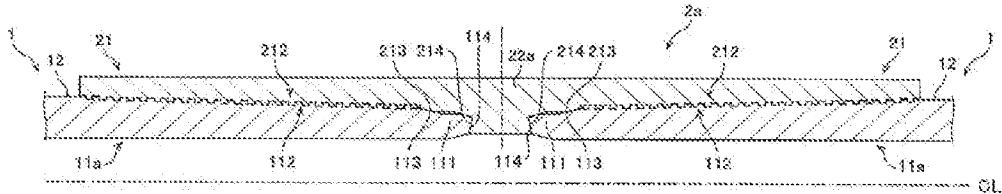


фиг. 4



фиг. 5

10a



фиг. 6

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601