



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111782** (13) **C2**  
(51) МПК**F16L 15/04** (2006.01)**E21B 17/02** (2006.01)**E21B 17/042** (2006.01)**E21B 17/08** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД****(21)** Номер заявки: **а 2014 11528****(22)** Дата подання заявки: **23.10.2014****(24)** Дата, з якої є чинними  
права на винахід: **10.06.2016****(41)** Публікація відомостей  
про заяву: **25.04.2016, Бюл.№ 8****(46)** Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.06.2016, Бюл.№ 11****(73)** Власник(и):**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ІНТЕРПАЙП  
МЕНЕДЖМЕНТ",**вул. Писаржевського, 1-а, м.  
Дніпропетровськ, 49005 (UA)**(74)** Представник:**Єгорова Тамара Петрівна, реєстр. №174****(56)** Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:

EP 0364413 A1, 18.04.1990

EA 012780 B1, 29.08.2008

US 4623173 A, 18.11.1986

EP 1540227 B1, 12.12.2007

UA 77473 C2, 15.12.2006

UA 103509 C2, 25.10.2013

EP 0916883 A1, 19.05.1999

US 4153283 A, 08.05.1979

US 4384737 A, 24.05.1983

JP 2004506160 A, 26.02.2004

FR 2784446 A1, 14.04.2000

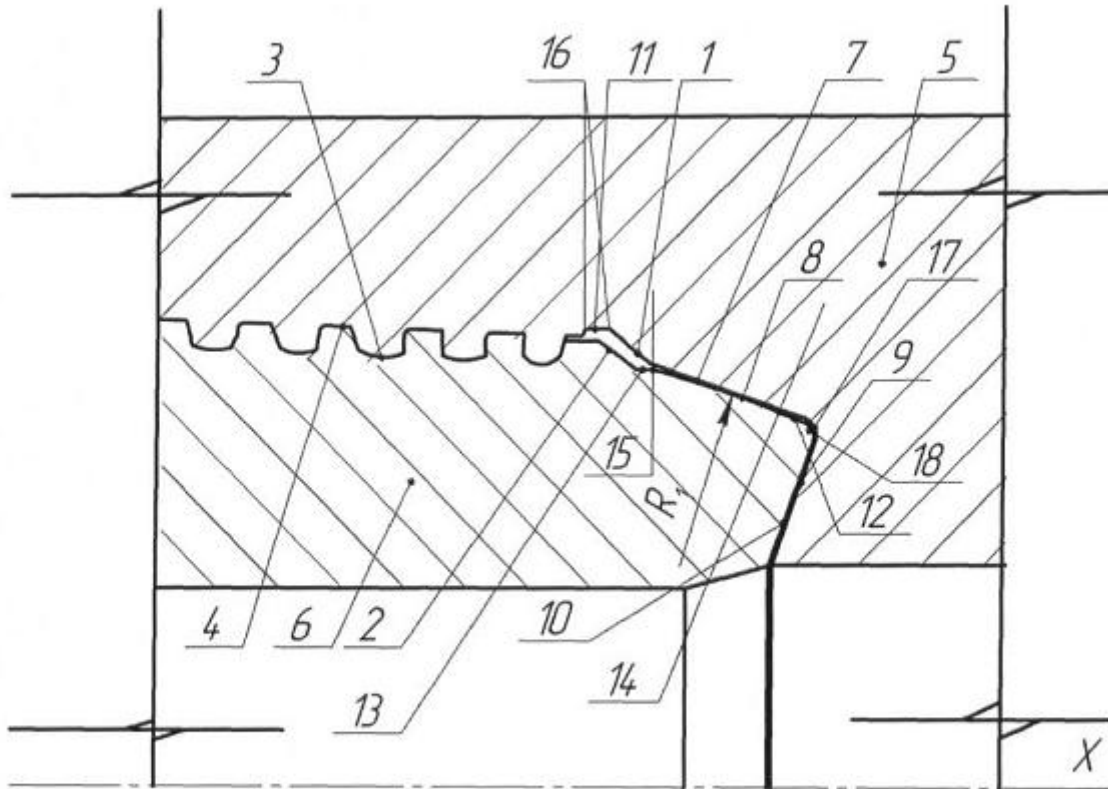
**(54) ГЕРМЕТИЧНЕ РІЗЬБОВЕ З'ЄДНАННЯ МЕТАЛЕВИХ ТРУБ****(57)** Реферат:

Винахід належить до області виробництва герметичних різьбових з'єднань металевих труб в нафтовій і газовій промисловості, які можуть бути використані для монтажу колон обсадних або нафтопромислових труб, зокрема сполучених муфтами, при будівництві нафтових і газових свердловин. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб утворене різьбовими кінцевими ділянками (1,2) відповідно з внутрішньою (3) і зовнішньою (4) упорною кінцевою різьбою (3,4) двох співвісно розташованих охоплюючої (5) і охоплюваної (6) труб (5, 6), і контактуючими ущільнювальними (7, 8) і упорними (9, 10) поверхнями (7, 8 і 9, 10), з яких ущільнювальна поверхня (7) охоплюючої труби (5) виконана кінцевою, ущільнювальна поверхня (8) охоплюваної труби (6) виконана тороїдальною, а упорні поверхні (9, 10) охоплюючої (5) і охоплюваної (6) труб (5,6), виконані кінцевими з негативним кутом  $\gamma$  конусності до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання, причому охоплювана труба (6) виконана з додатковою циліндричною поверхнею (13), сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею (8) з одного боку, і з різьбовою кінцевою ділянкою (2) з іншого боку. Згідно з винаходом, в охоплюваній трубі (6) тороїдальна ущільнювальна поверхня (7) виконана радіусом, рівним  $R_1=70-140$  мм для труб, переважно, із зовнішнім діаметром  $D=4\frac{1}{2}-13\frac{3}{8}$ ", причому охоплювана труба (6) виконана з додатковою кінцевою поверхнею (12) з кутом  $\phi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі X з'єднання, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею (8) з одного боку, і з кінцевою упорною поверхнею (10) з іншого

UA 111782 C2

боку, а охоплююча труба (5) виконана з конічною ущільнювальною поверхнею (7) з кутом  $\beta$  конусності, рівним  $\beta = \varphi \begin{pmatrix} +3 \\ +0,7 \end{pmatrix} \%$  до подовжньої осі X з'єднання, а також з внутрішньою кільцевою

канавкою (11), розташованою між різьбовою кінцевою ділянкою (1) і конічною ущільнювальною поверхнею (7). Технічний результат: збільшення довжини зони контакту тороїдальної поверхні ущільнювача охоплюваної труби, що контактує з конічною поверхнею ущільнювача труби, що охоплює, до 2-7 мм і підвищення герметичності з'єднання, що істотно підвищує надійність його в експлуатації.



Фіг. 1

Винахід належить до області виробництва герметичних різьбових з'єднань металевих труб в нафтовій і газовій промисловості, які можуть бути використані для монтажу колон обсадних або нафтопромислових труб, зокрема сполучених муфтами, при будівництві нафтових і газових свердловин.

5 У сучасних умовах відбувається підвищення вимог до герметичності трубних різьбових з'єднань, пов'язане з постійним ускладненням умов добування.

Недостатня герметичність трубного різьбового з'єднання часто призводить до передчасної появи корозійного ураження металу в зоні різьбового з'єднання, течі і, надалі, до руйнування колон обсадних або нафтопромислових труб.

10 Одним з шляхів підвищення герметичності різьбового з'єднання є вибір оптимальної компоновки і підбір оптимального співвідношення геометричних параметрів елементів різьбового з'єднання труб.

Одним з рішень, передбачених для поліпшення ущільнювальних властивостей трубних з'єднань для нафти і газу, є ущільнення метал-метал, розташоване в різних точках трубного з'єднання, залежно від вибраної конструкції з'єднання.

15 Цей тип ущільнення в різьбовому з'єднанні забезпечує бар'єр тиску газу або рідини, тоді як різьба передбачена, головним чином, для відповідності механічним вимогам і характеристикам при спуску труб в свердловину і в процесі буріння.

Одним з варіантів рішень є ущільнення метал-метал типу конус-конус, що включає зовнішню ущільнювальну поверхню у формі зрізаного конуса, розташовану на кінці охоплюваного елемента з'єднання, який стикається з відповідною внутрішньою ущільнювальною поверхнею у формі зрізаного конуса, розташованою на охоплюючому елементі з'єднання.

20 З рівня техніки відоме герметичне різьбове з'єднання металевих труб такого типу ["HERMETIC METAL PIPE JOINT" EP0364413B1 (RU2058505C1) (DALMINE SPA, IT) F16L15/06; E21B17/042; 05.07.1995] [1], що містить сполучені внутрішній і зовнішній елементи з різьбовими кінцевими ділянками і кінцевою ущільнювальною поверхнею на кінцевій частині, причому довжина ущільнювальної поверхні зовнішнього елемента більше тієї ж довжини внутрішнього.

Конусність ущільнювальних поверхонь внутрішнього і зовнішнього елементів виконана в діапазоні 6,25-9,25 % щодо осі з'єднання, а довжина поверхні внутрішнього елемента, що контактує з відповідною поверхнею зовнішнього елемента, складає 0,5-2,5 мм.

30 На кінцевій частині внутрішнього елемента виконаний виступ з кінцевою посадочною поверхнею, а на кінцевій частині зовнішнього елемента виконано відповідне гніздо з поверхнею, відповідною вказаної, причому кут конусності виконаний 5-10° до площини, перпендикулярної осі з'єднання.

35 Відоме також герметичне різьбове з'єднання металевих труб такого типу ["ГЕРМЕТИЧНОЕ РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБ" EA012780B1 (RU2338866C1) (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТМК-ПРЕМИУМ-СЕРВИС, RU) E21B17/042; 30.12.2009] [2], що включає охоплювану і охоплюючу труби з кінцевою різьбою, ущільнювальними і упорними поверхнями.

40 Перші з яких, такі, що контактують між собою в радіальному напрямі, виконані відповідно на зовнішній поверхні торцевої ділянки охоплюваної і на внутрішній кінцевій поверхні охоплюючої труб, на ділянці між кінцевою різьбою і тілом труби.

Другі контактуючі поверхні виконані відповідно на охоплюваній трубі у вигляді кінцевої торцевої поверхні з кутом конуса у напрямі осі кінцевої різьби і відповідної торцевої кінцевої поверхні на охоплюючій трубі, виконаній на ділянці переходу першої кінцевої поверхні цієї труби до її тіла.

Профіль кінцевої різьби має негативний кут по опорній грані, а висота профілю різьби охоплюваної труби менше висоти профілю різьби охоплюючої труби.

Ущільнювальна поверхня торцевої ділянки охоплюваної труби на початку і в кінці зони конусного радіального ущільнення має сферичну форму, а кут конуса 5-25°.

50 Загальним недоліком цих відомих герметичних різьбових з'єднань металевих труб [1, 2] з ущільнювальними поверхнями типу конус-конус є те, що довжина поверхні внутрішнього елемента, що контактує з відповідною поверхнею зовнішнього елемента незначна, складає 0,5-2,5 мм, що не забезпечує надійний бар'єр тиску газу або рідини, що знижує його герметичність і надійність в експлуатації.

55 В даний час прогресивнішим в порівнянні з ущільненням типу конус-конус є ущільнення типу конус-тороїд, що включає ущільнювальну поверхню у формі зрізаного конуса, розташовану на кінці охоплюючого трубного елемента з'єднання, який стикається з відповідною ущільнювальною поверхнею у формі тороїда, розташованою на охоплюваному трубному елементі з'єднання.

З рівня техніки відоме герметичне різьбове з'єднання металевих труб ["SCREW JOINT COUPLING FOR OIL PIPES" US4623173A (NIPPON KOKAN KABUSHIKI KAISHA, JP) F16L15/00; F16L15/04; E21B17/042; 18.11.1986] [3] типу конус-тороїд, утворене різьбовими кінцевими ділянками відповідно з внутрішньою і зовнішньою упорною конічною різьбою двох співвісно розташованих охоплюючого і охоплюваного елементів і контактуючими ущільнювальними і упорними поверхнями.

Ущільнювальна поверхня охоплюючого елемента, виконана конічною, ущільнювальна поверхня охоплюваного елемента виконана тороїдальною радіусом 150 мм і 250 мм для труб із зовнішнім діаметром від 60,3 мм до 114,3 мм.

Упорні поверхні охоплюючого і охоплюваного трубних елементів розташовані перпендикулярно подовжній осі з'єднання.

У відомому з'єднанні при великому радіусі тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваного елемента довжина поверхні внутрішнього елемента, що контактує з відповідною поверхнею зовнішнього елемента збільшена в порівнянні із з'єднаннями типу конус-конус і істотно перевищує 0,5-2,5 мм.

Недоліком цього відомого герметичного різьбового з'єднання металевих труб [3] є те, що при такому надмірно великому радіусі 150-250 мм тороїдальної ущільнювальної поверхні недостатньо високі контактні напруги в ущільненні, не забезпечують функцію надійного ущільнення при експлуатації, що підвищує ризик витоків робочого середовища в екстремальних умовах і знижує герметичність і надійність такого з'єднання.

Найбільш близьким за призначенням і кількістю загальних ознак є герметичне різьбове з'єднання металевих труб, утворене різьбовими кінцевими ділянками відповідно з внутрішньою і зовнішньою упорною конічною різьбою двох співвісно розташованих охоплюючої і охоплюваної труб, і контактуючими ущільнювальними і упорними поверхнями, з яких ущільнювальна поверхня охоплюючої труби виконана конічною, ущільнювальна поверхня охоплюваної труби виконана тороїдальною, а упорні поверхні охоплюючої і охоплюваної труб, виконані конічними з негативним кутом у конусності до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання, причому охоплювана труба виконана з додатковою циліндричною поверхнею, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею) з одного боку і з різьбовою кінцевою ділянкою з іншого боку ["THREADED TUBE JOINT" EP1540227B1 (EA007076B1) (TENARIS ONNECTIONS AG, LI) F16L15/06; 12.12.2007, найбільш близький аналог - прототип] [4].

У цьому з'єднанні радіус тороїдальної ущільнювальної поверхні знаходиться в діапазоні від 30 до 100 мм, коли зовнішній діаметр труби більше 140 мм, і знаходиться в діапазоні від 30 до 70 мм, коли зовнішній діаметр труби складає не більше 140 мм.

Охоплювана труба має на передньому кінці контактну поверхню у формі зрізаного конуса, утворюючи кут  $\gamma$ , що знаходиться в діапазоні між  $(- )15^\circ$  і  $(- )5^\circ$  щодо площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання.

Основним недоліком відомого з'єднання [4] є те, що довжина контакту "b" на конусній і тороїдальній ущільнювальних поверхнях охоплюючої і охоплюваної труб, в яких виникає тиск ущільнювального контакту у відомому з'єднанні, вибрана рівною 0,5 мм.

При такій малій довжині контакту, рівній 0,5 мм, не досягається надійний бар'єр тиску робочого середовища - газу або рідини в з'єднанні і знижується його герметичність.

Крім того, в з'єднанні виникають високі контактні напруги, що можуть призвести до руйнування контактуючих конусної і тороїдальної ущільнювальних поверхонь охоплюючої і охоплюваної труб, що знижує його надійність.

У момент додання максимальних розтягуючих навантажень на ділянку ущільнювача, площа перекриття буде мінімальна.

Для забезпечення гарантованого герметичного ущільнення по перетвореній формулі Герца площа перекриття повинна бути не менше:

([https://ru.wikipedia.org/wiki/Механика\\_контактного\\_взаимодействия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Механика_контактного_взаимодействия))

$$S_{\min} \geq \frac{4/3E \cdot R^{0.5} \cdot D^{1.5}}{\sqrt{4 \cdot \pi \cdot R^{1.5} \sqrt{d}}} \quad (1),$$

де E - модуль пружності матеріалу;

R - радіус ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, мм;

D - діаметр охоплюваної труби в місці зіткнення ущільнювальних поверхонь, мм;

F - сила, прикладена на конічну ущільнювальну ділянку ущільнювача труби, що охоплює, кН;

$d$  - глибина проникнення тороїдальної поверхні в пружний напівпростір, мм.

Розрахунковим шляхом встановлено, що, виходячи з мінімальної площі перекриття, довжина контакту ущільнювальних поверхонь охоплюючої і охоплюваної труб повинна бути не менше 2 мм.

5 Технічною задачею, на вирішення якої направлений винахід, є удосконалення трубного різьбового з'єднання шляхом:

- виконання охоплюваної труби з тороїдальною ущільнювальною поверхнею з оптимальним радіусом  $R_1$ , що забезпечує для основного типорозміру використовуваних труб збільшення довжини контакту на конусній і тороїдальній ущільнювальних поверхнях охоплюючої і

10 охоплюваної труб, для підвищення герметичності з'єднання;

- виконання охоплюваної труби з додатковою конічною поверхнею з оптимальним кутом конусності  $\Phi$ , а сполученої з нею конічної ущільнювальної поверхні охоплюючої труби з оптимальним кутом конусності  $\beta$ , що забезпечують гарантований кільцевий зазор між згаданими конічними поверхнями охоплюючої і охоплюваної труб для проникнення мастила між

15 ними і забезпечення герметичності з'єднання;

- виконання внутрішньої кільцевої канавки на охоплюючій трубі поблизу внутрішньої упорної конічної різьби для концентрації в ній мастила і забезпечення герметичності з'єднання.

Технічний результат, який досягається при вирішенні поставленої технічної задачі і використанні вдосконаленого трубного різьбового з'єднання, полягає в збільшенні довжини зони контакту тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, що контактує з конічною ущільнювальною поверхнею охоплюючої труби до 2-7 мм і підвищенні герметичності з'єднання, що істотно підвищує надійність його в експлуатації.

20 Поставлена технічна задача вирішується, а технічний результат досягається тим, що в герметичному різьбовому з'єднанні металевих труб, утвореному різьбовими кінцевими ділянками відповідно з внутрішньою і зовнішньою упорною конічною різьбою двох співвісно розташованих охоплюючої і охоплюваної труб, і контактуючими ущільнювальними і упорними поверхнями, з яких ущільнювальна поверхня охоплюючої труби виконана конічною,

25 ущільнювальна поверхня охоплюваної труби виконана тороїдальною, а упорні поверхні охоплюючої і охоплюваної труб, виконані конічними з негативним кутом  $\gamma$  у конусності до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання, причому охоплювана труба виконана з додатковою циліндричною поверхнею, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею з одного боку, і з різьбовою кінцевою ділянкою з іншого боку, згідно з винаходом, в охоплюваній трубі тороїдальна ущільнювальна поверхня виконана радіусом, рівним  $R_1=70-140$  мм для труб,

30 переважно, із зовнішнім діаметром  $D = 4 \frac{1}{2} - 13 \frac{3}{8}$ ", причому охоплювана труба виконана з додатковою конічною поверхнею з кутом  $\Phi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі X з'єднання, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею з одного боку, і з конічною упорною поверхнею з іншого боку, а охоплююча труба виконана з конічною ущільнювальною поверхнею

з кутом  $\beta$  конусності, рівним  $\beta = \Phi \left( \begin{smallmatrix} +3 \\ +0,7 \end{smallmatrix} \right) \%$  до подовжньої осі X з'єднання, а також з внутрішньою кільцевою канавкою, розташованою між різьбовою кінцевою ділянкою і конічною ущільнювальною поверхнею.

40 Виконання в охоплюваній трубі тороїдальної ущільнювальної поверхні радіусом, рівним

$R_1=70-140$  мм для труб, переважно, із зовнішнім діаметром  $D = 4 \frac{1}{2} - 13 \frac{3}{8}$ ", забезпечує збільшення довжини контакту на конусній і тороїдальній ущільнювальних поверхнях охоплюючої і охоплюваної труб, в яких виникає тиск ущільнювального контакту, до 2-7 мм.

45 Номінальна площа перекриття, що забезпечує гарантовану герметичність в з'єднанні, розрахована по формулі, визначеній заявником, яка включає тільки геометричні параметри з'єднання:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot D \cdot \sqrt{\left[ 4R^2 \cdot \left( \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2 \right] \cdot \left[ 1 - (\sin(\theta))^2 \right]}, (2)$$

де  $D$  - діаметр охоплюваної труби в місці зіткнення ущільнювальних поверхонь, мм;

50  $R$  - радіус тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, мм;

$\alpha$  - кут між радіусом, проведеним до центральної точки перекриття тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, і радіусом, проведеним до граничної точки контакту зіткнення тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби з конічною ущільнювальною поверхнею охоплюючої труби; градус (°);

$\theta$  - кут між площиною конічної ущільнювальної поверхні охоплюючої труби і хордою, проведеною з граничної точки контакту зіткнення тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби з конічною ущільнювальною поверхнею охоплюючої труби до центральної точки перекриття тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, градус ( $^{\circ}$ ).

5 У нашому випадку довжина зони контакту  $b$  складає:

$b \approx 2$  мм, при  $R_1 = 70$  мм;

$b \approx 7$  мм, при  $R_1 = 140$  мм;

10 При цьому в з'єднанні виникають оптимальні контактні напруги, які створюють надійний бар'єр тиску газу або рідини в з'єднанні і забезпечують високу герметичність з'єднання, але не приводять до руйнування контактуючих конусної і тороїдальної ущільнюваних поверхонь охоплюючої і охоплюваної труб.

У зв'язку з тим, що охоплювана труба виконана з додатковою конічною поверхнею з кутом  $\varphi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі  $X$  з'єднання, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею з одного боку, і з конічною упорною поверхнею з іншого боку, а охоплююча труба

15 виконана з конічною ущільнювальною поверхнею з кутом  $\beta$  конусності, рівний  $\beta = \varphi \left( \begin{smallmatrix} +3 \\ +0,7 \end{smallmatrix} \right) \%$  до подовжньої осі  $X$  з'єднання, здійснюється витискання зайвого мастила в кільцевий зазор між згаданими конічними поверхнями, що забезпечує герметичність і надійність з'єднання.

20 Виконання охоплюючої труби з внутрішньою кільцевою канавкою, розташованою між різьбовою кінцевою ділянкою і конічною ущільнювальною поверхнею створює кільцеву порожнину для збору мастила, що забезпечує герметичність з'єднання.

25 Згадані головні відмінності пропонованого герметичного різьбового з'єднання металевих труб забезпечують йому збільшення довжини зони контакту  $b$  тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, що контактує з конічною ущільнювальною поверхнею охоплюючої труби до 2-7 мм і підвищення герметичності з'єднання, що істотно підвищує надійність його в експлуатації

Пропоноване герметичне різьбове з'єднання металевих труб, згідно з винаходом, має і додаткові відмінності, які підвищують або створюють додатковий технічний результат.

30 У охоплюваній трубі додаткова конічна поверхня і додаткова циліндрична поверхня сполучені з тороїдальною ущільнювальною поверхнею або радіусними переходами, виконаними радіусом  $R_2 = 5,0 \pm 1,0$  мм, або по дотичній.

За рахунок цього запобігається розгерметизація з'єднання при знакозмінних навантаженнях.

У охоплюючій і охоплюваній трубі упорні поверхні виконані конічними з негативним кутом  $\gamma$  конусності  $(- ) 10^{\circ} \leq \gamma \leq (- ) 20^{\circ}$  до площини, перпендикулярної подовжній осі  $X$  з'єднання.

35 Це дозволяє понизити негативний вплив концентраторів напруг, а також запобігає виникненню турбулентності при русі робочого середовища (наприклад, газу) усередині з'єднання.

У охоплюючій трубі внутрішня кільцева канавка виконана з галтелями радіусом  $R_3 = 0,5 \pm 0,1$  мм.

40 Це знижує негативний вплив внутрішніх кутових концентраторів напруги кільцевої канавки і підвищує міцність охоплюваної труби.

У охоплюючій трубі конічна ущільнювальна поверхня і конічна упорна поверхня сполучені радіусним переходом, виконаним радіусом  $R_4 = 0,9^{+0,2}$  мм, а в охоплюваній трубі додаткова конічна поверхня і конічна упорна поверхня сполучені радіусним переходом, виконаними радіусом  $R_5 = 1,0^{+0,2}$  мм.

45 За рахунок цього забезпечується оптимальний контакт упорних поверхонь при згинчуванні охоплюючої і охоплюваної труб і ефективна передача крутного моменту і подовжніх зусиль в колоні труб при монтажі і експлуатації.

50 У охоплюючій і охоплюваній трубі різьбові кінцеві ділянки відповідно із зовнішньою і внутрішньою упорною конічною різьбою виконані з кутом  $\alpha_1$  конусності 5,25-8,25 % до подовжньої осі  $X$  з'єднання.

55 Вказані оптимальні значення конусності кута  $\alpha_1$  в згаданих межах 5,25-8,25 % різьбових кінцевих ділянок відповідно із зовнішньою і внутрішньою упорною конічною різьбою охоплюючої і охоплюваної труб визначено дослідним шляхом і істотно розширює цей діапазон в порівнянні із стандартною конусністю, при якому кут  $\alpha_1$  конусності рівний 6,25 % до подовжньої осі  $X$  з'єднання, не знижуючи герметичності і надійності з'єднання.

У охоплюючій і охоплюваній трубі, різьбові кінцеві ділянки відповідно з внутрішньою і зовнішньою упорною конічною різьбою виконані таким чином, що профіль упорної конічної

різьби має негативний кут  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  по опорній грані, рівний (-)  $2^\circ -0,5^\circ$  і позитивний кут  $\alpha_3$ ,  $\alpha_5$  по заставній грані, рівний (+)  $10^\circ \pm 0,5^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання.

Таке виконання профілю упорної конічної різьби охоплюючої і охоплюваної труб з негативним кутом  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  по опорній грані, рівним (-)  $2^\circ -0,5^\circ$ , дає можливість проводити багатократне згинчування-розгинчування без стирання поверхонь, а також виконує функції "замка" для запобігання можливому зісковзуванню, а з позитивним кутом  $\alpha_3$ ,  $\alpha_5$  по заставній грані, рівним (+)  $10^\circ \pm 0,5^\circ$ , полегшує процес згинчування, що підвищує надійність різьбового з'єднання.

Надалі винахід пояснюється прикладом його здійснення з посиланнями на креслення, що додаються.

На фіг. 1 зображено герметичне різьбове з'єднання металевих труб, загальний вигляд.

На фіг. 2 зображена охоплююча труба герметичного різьбового з'єднання металевих труб, фрагмент.

На фіг. 3 зображена охоплювана труба герметичного різьбового з'єднання металевих труб, фрагмент.

На фіг. 4 зображений профіль упорної конічної різьби охоплюваної труби.

На фіг. 5 зображений профіль упорної конічної різьби охоплюючої труби.

На фіг. 6 зображена зона контакту конічної ущільнювальної поверхні охоплюючої труби, що контактує з тороїдальною ущільнювальною поверхнею охоплюваної труби, фрагмент.

Герметичне різьбове з'єднання металевих труб (фіг. 1-6) утворене (фіг. 1) різьбовими кінцевими ділянками 1, 2 відповідно з внутрішньою 3 і зовнішньою 4 упорною конічною різьбою 3, 4 двох співвісно розташованих охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6 і контактуючими ущільнювальними 7, 8 і упорними 9, 10 поверхнями 7, 8 і 9, 10.

Ущільнювальна поверхня 7 охоплюючої труби 5 виконана конічною (фіг. 2).

Ущільнювальна поверхня 8 охоплюваної труби 6 виконана тороїдальною (фіг. 3).

Упорні поверхні 9, 10 охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6, виконані конічними з негативним кутом у конусності до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання.

Охоплювана труба 6 виконана з додатковою циліндричною поверхнею 13, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 з одного боку, і з різьбовою кінцевою ділянкою 2 з іншого боку.

Головними особливостями герметичного різьбового з'єднання металевих труб є наступні удосконалення його конструкції.

У охоплюваній трубі 6 тороїдальна ущільнювальна поверхня 7 виконана радіусом, рівним  $R_1=70-140$  мм для труб, переважно, із зовнішнім діаметром  $D=4\frac{1}{2}-13\frac{3}{8}$ ''.

Охоплювана труба 6 виконана з додатковою конічною поверхнею 12 з кутом  $\Phi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі X з'єднання, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 з одного боку, і з конічною упорною поверхнею 10 з іншого боку.

Охоплююча труба 5 виконана з конічною ущільнювальною поверхнею 7 з кутом  $\beta$  конусності, рівним  $\beta = \Phi \left( \begin{smallmatrix} +3 \\ +0,7 \end{smallmatrix} \right) \%$  до подовжньої осі X з'єднання, а також з внутрішньою кільцевою канавкою 11, розташованою між різьбовою кінцевою ділянкою 1 і конічною ущільнювальною поверхнею 7.

Згадані головні особливості вдосконаленого пропонованого герметичного різьбового з'єднання металевих труб забезпечують йому збільшення довжини зони контакту в тороїдальній ущільнювальній поверхні 8 охоплюваної труби 6, що контактує з конічною ущільнювальною поверхнею 7 охоплюючої труби 5 до 2-7 мм і підвищення герметичності з'єднання, що істотно підвищує надійність його в експлуатації.

Додатковими особливостями герметичного різьбового з'єднання металевих труб є наступні удосконалення його конструкції.

У охоплюваній трубі 6 додаткова конічна поверхня 12 і додаткова циліндрична поверхня 13 сполучені з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 або радіусними переходами 14, 15, виконаними радіусом  $R_2=5,0 \pm 1,0$  мм, або по дотичній.

У охоплюючій 5 і охоплюваній 6 труб 5, 6, упорні поверхні (9,10) виконані конічними з негативним кутом у конусності  $(- )10^\circ \leq \gamma \leq (-)20^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжньої осі X з'єднання.

У охоплюючій трубі 5 внутрішня кільцева канавка 11 виконана з галтелями 16 радіусом  $R_3=0,5 \pm 0,1$  мм.

У охоплюючій трубі 5 конічна ущільнювальна поверхня 7 і конічна упорна поверхня 9 сполучені радіусним переходом 17, виконаним радіусом  $R_4=0,9^{+0,2}_{-0,2}$  мм.

У охоплюваній трубі 6 додаткова конічна поверхня 12 і конічна упорна поверхня 10 сполучені радіусним переходом 18, виконаним радіусом  $R_5=1,0^{+0,2}_{-0,2}$  мм.

5 У охоплюючій 5 і охоплюваній 6 трубі 5, 6 різьбові кінцеві ділянки 1, 2 відповідно із зовнішньою 3 і внутрішньою 4 упорною конічною різьбою 3, 4 виконані з кутом  $\alpha_1$  конусності 5,25-8,25 % до подовжньої осі X з'єднання.

У охоплюючій 5 і охоплюваній 6 трубі 5, 6 різьбові кінцеві ділянки 1, 2 відповідно із зовнішньою 3 і внутрішньою 4 упорною конічною різьбою 3, 4 виконані таким чином, що профіль упорної конічної різьби має негативний кут  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  по опорній грані, рівний (-)  $2^\circ -0,5^\circ$ , і позитивний кут  $\alpha_3$ ,  $\alpha_5$  по заставній грані, рівний (+)  $10^\circ \pm 0,5^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання (фіг. 4, 5).

Приклад.

15 Дослідний зразок герметичного різьбового з'єднання металевих труб був утворений різьбовими кінцевими ділянками 1, 2 відповідно з внутрішньою 3 і зовнішньою 4 упорною конічною різьбою 3, 4 двох співвісно розташованих охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6 і контактуючими ущільнювальними 7, 8 і упорними 9, 10 поверхнями 7, 8 і 9, 10.

Ущільнювальна поверхня 7 охоплюючої труби 5 була виконана конічною, ущільнювальна поверхня 8 охоплюваної труби 6 була виконана тороїдальною, а упорні поверхні 9, 10 охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6 були виконані конічними з негативним кутом  $\gamma$  конусності до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання.

Охоплювана труба 6 була виконана з додатковою циліндричною поверхнею 13, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 з одного боку, і з різьбовою кінцевою ділянкою 2 з іншого боку.

25 У охоплюваній трубі 6 тороїдальна ущільнювальна поверхня 7 була виконана радіусом рівним  $R_1=70-140$  мм для труб, переважно, із зовнішнім діаметром  $D=4\frac{1}{2}-13\frac{3}{8}$ ''.

Охоплювана труба 6 була виконана з додатковою конічною поверхнею 12 з кутом  $\varphi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі X з'єднання, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 з одного боку, і з конічною упорною поверхнею 10 з іншого боку.

30 Охоплююча труба 5 була виконана з конічною ущільнювальною поверхнею 7 з кутом  $\beta$  конусності, рівним  $\beta = \varphi \left( \begin{smallmatrix} +3 \\ +0,7 \end{smallmatrix} \right) \%$  до подовжньої осі X з'єднання, а також з внутрішньою кільцевою канавкою 11, розташованою між різьбовою кінцевою ділянкою 1 і конічною ущільнювальною поверхнею 7.

35 Номінальна площа перекриття, що забезпечує гарантовану герметичність в з'єднанні була розрахована по формулі (2), визначеній заявником, яка включає тільки геометричні параметри з'єднання:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot D \cdot \sqrt{\left[ 4R^2 \cdot \left( \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2 \right] \cdot \left[ 1 - \left( \sin(\theta) \right)^2 \right]} =$$

$$2 \cdot 3,14 \cdot 330,48 \cdot \sqrt{\left[ 4 \cdot 130^2 \cdot \left( \sin\left(\frac{1,3^\circ}{2}\right) \right)^2 \right] \cdot \left[ 1 - \left( \sin(5^\circ) \right)^2 \right]} = 6092 \text{ мм}^2$$

40 де D - діаметр охоплюваної труби в місці зіткнення ущільнювальних поверхонь, мм; (D=330,48 мм);

R - радіус тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюючої труби, мм; (R=R<sub>1</sub>=130 мм);

$\alpha$  - кут між радіусом, проведеним до центральної точки перекриття тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, і радіусом, проведеним до граничної точки контакту зіткнення тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби з конічною

45 ущільнювальною поверхнею охоплюючої труби; градус (°); ( $\alpha=2,25^\circ$ );

$\theta$  - кут між площиною конічної ущільнювальної поверхні охоплюючої труби і хордою, проведеною з граничної точки контакту зіткнення тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби з конічною ущільнювальною поверхнею охоплюючої труби до центральної точки перекриття тороїдальної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби, градус (°);

50 ( $\theta=42,75^\circ$ ).

У нашому випадку довжина зони контакту b складає:

$$b \approx \frac{S}{\pi \cdot D} \approx \frac{6092}{3.14 \cdot 330.48} \approx 5.9 \text{ мм}$$

При цьому дослідний зразок трубного різьбового з'єднання був виготовлений згідно з діючими стандартами для різьби типу "Баттресс", і мав наступні геометричні параметри:

- 5 Номінальний зовнішній діаметр охоплюваної труби - 339,725 мм;  
 Номінальний зовнішній діаметр охоплюючої труби -  $362 \pm 1$  мм;  
 Радіус ущільнювальної поверхні охоплюваної труби  $R_1 = 130 \pm 0,5$  мм;  
 Кут нахилу різьби  $\alpha_1 = 6,25 \% \pm 0,1 \%$ ;  
 Кут конусності упорних поверхонь охоплюючої і охоплюваної труб  $\gamma = -15^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання;  
 10 Кут конусності додаткової конічної поверхні охоплюваної труби  $\phi = 15^\circ \pm 0,5$ ;  
 Кут конусності конічної ущільнювальної поверхні охоплюваної труби  $\beta = 30 \% \pm 0,1 \%$  до подовжньої осі X з'єднання ( $16,67^\circ \pm 0,05^\circ$ );  
 Радіус галтелів внутрішньої кільцевої канавки труби  $R_3 = 0,5$  мм;  
 Радіусні переходи сполучень додаткової циліндричної поверхні охоплюваної труби з  
 15 тороїдальною ущільнювальною поверхнею, а також додатковою конічною поверхнею охоплюваної труби з тороїдальною поверхнею  $R_2 = 5$  мм.

Працює герметичне різьбове з'єднання металевих труб таким чином.

- При виконанні операцій згвинчування або розгвинчування з'єднання спочатку відбувається взаємодія різьбових кінцевих ділянок 1, 2 відповідно з внутрішньою 3 і зовнішньою 4 упорною  
 20 конічною різьбою 3, 4 охоплюючої труби 5 і охоплюваної труби 6.

В процесі нагвинчування здійснюється взаємодія конічної ущільнювальної поверхні 7 охоплюючої труби 5 з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 охоплюваної труби 6.

- За рахунок діаметральних пружних деформацій згаданих ущільнювальних поверхонь 7, 8 створюється гарантований ущільнювальний вузол "метал-метал" типу "конус-тороїд" з  
 25 довжиною  $b$  зони контакту 2-7 мм, за рахунок того, що тороїдальна ущільнювальна поверхня 8 виконана радіусом рівним  $R_1 = 70-140$  мм для труб, переважно, із зовнішнім діаметром

$$D = 4 \frac{1}{2} - 13 \frac{3}{8}''$$

- При цьому в з'єднанні виникають оптимальні контактні напруги, які створюють надійний бар'єр тиску газу або рідини і забезпечують йому високу герметичність, але не приводять до  
 30 руйнування контактуючих конічної 7 і тороїдальною 8 ущільнювальних поверхонь 7, 8 охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6.

- У зв'язку з тим, що охоплювана труба 6 виконана з додатковою конічною поверхнею 12 з кутом  $\Phi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі X з'єднання, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 з одного боку, і з конічною упорною поверхнею 10 з іншого боку,  
 35 а охоплююча труба 5 виконана з конічною ущільнювальною поверхнею 7 з кутом  $\beta$  конусності,

рівним  $\beta = \phi \left( \begin{smallmatrix} +3 \\ +0,7 \end{smallmatrix} \right) \%$  подовжньої осі X з'єднання, здійснюється витискання зайвого мастила в кільцевий зазор між згаданими конічними поверхнями, що забезпечує герметичність і надійність з'єднання.

- Внутрішня кільцева канавка 11 охоплюючої труби 6, що розташована між різьбовою кінцевою ділянкою 1 і конічною ущільнювальною поверхнею 7, створює кільцеву порожнину для збору мастила, що забезпечує герметичність з'єднання.

- При подальшому нагвинченні різьбової кінцевої ділянки 1 з внутрішньою упорною конічною різьбою 3 охоплюючої труби 5 на різьбову кінцеву ділянку 2 із зовнішньою упорною конічною різьбою 4 охоплюваної труби 6 здійснюється силовий контакт конічної упорної поверхні 9  
 45 охоплюючої труби 5 з конічною упорною поверхнею 10 охоплюваної труби 6, розташованих під негативним кутом у конусності  $(-)\ 10^\circ \leq \gamma \leq (-)\ 20^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання.

- В результаті на конічній упорній поверхні 9 охоплюючої труби 5 з конічною упорною поверхнею 10 охоплюваної труби 6 виникають контактні напруги, величина яких знаходиться в діапазоні пружних деформацій.

- При цьому при взаємодії конічної упорної поверхні 9 охоплюючої труби 5 з конічною упорною поверхнею 10 охоплюваної труби 6, розташованих під негативним кутом  $\gamma$  конусності  $(-)\ 10^\circ \leq \gamma \leq (-)\ 20^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання, при дії на них осьового зусилля, яке виникає при згвинчуванні охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6,  
 55 поперечна складова цього зусилля буде направлена до подовжньої осі X з'єднання, що підвищує герметичність і надійність з'єднання.

Таким чином, за рахунок удосконалення герметичного різьбового з'єднання металевих труб шляхом:

- виконання охоплюваної труби 6 з тороїдальною ущільнювальною поверхнею 8 з оптимальним радіусом  $R_1=70-140$  мм для труб, переважно, із зовнішнім діаметром

5  $D=4\frac{1}{2}-13\frac{3}{8}$ ", забезпечується збільшення довжини зони контакту на конічній 7 і тороїдальній 8 ущільнювальних поверхнях 7, 8 охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6 для підвищення герметичності з'єднання;

- виконання охоплюваної труби 6 з додатковою конічною поверхнею 12 з оптимальним кутом  $\phi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі X з'єднання, а сполученої з нею конічної

10 ущільнювальної поверхні 7 охоплюючої труби 5 з оптимальним кутом  $\beta$  конусності  $\beta = \phi \left( \begin{smallmatrix} +3 \\ +0,7 \end{smallmatrix} \right) \%$ , що забезпечують гарантований кільцевий зазор між згаданими конічними поверхнями 12, 7 охоплюючої 5 і охоплюваної 6 труб 5, 6 для проникнення мастила між ними і забезпечення герметичності з'єднання;

15 - виконання внутрішньої кільцевої канавки 11 на охоплюючій трубі, 5 поблизу внутрішньої упорної конічної різьби 3 для концентрації в ній мастила і забезпечення герметичності з'єднання,

20 досягається збільшення довжини b зони контакту тороїдальної ущільнювальної поверхні 8 охоплюваної труби 6, що контактує з конічною ущільнювальною поверхнею 7 охоплюючої труби 5 до 2-7 мм і підвищення герметичності з'єднання, що істотно підвищує надійність його в експлуатації.

25 Приведені відомості підтверджують можливість промислової придатності пропонованого герметичного різьбового з'єднання металевих труб, яке має підвищену герметичність і надійність в експлуатації, не вимагає великих витрат при виготовленні і монтажі і може бути широко використане для монтажу колон обсадних або нафтопромислів труб при будівництві нафтових і газових свердловин.

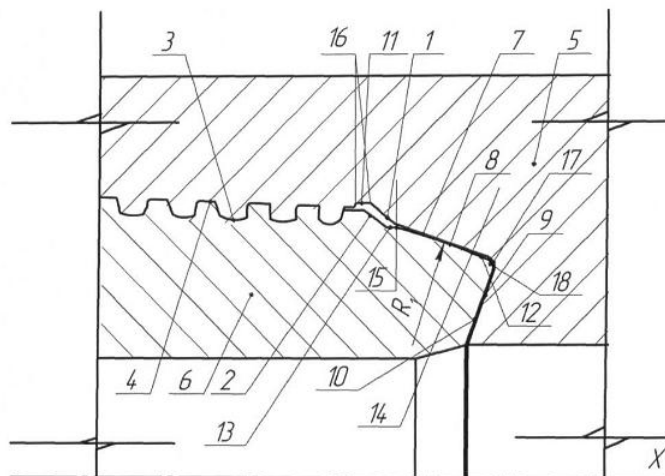
Перелік позначень:

- 1) різьбова кінцева ділянка охоплюючої труби,
- 2) різьбова кінцева ділянка охоплюваної труби,
- 3) внутрішня упорна конічна різьба різьбової кінцевої ділянки охоплюючої труби,
- 30 4) зовнішня упорна конічна різьба різьбової кінцевої ділянки охоплюваної труби,
- 5) охоплююча труба,
- 6) охоплювана труба,
- 7) конічна ущільнювальна поверхня охоплюючої труби,
- 8) тороїдальна ущільнювальна поверхня охоплюваної труби,
- 35 9) конічна упорна поверхня охоплюючої труби,
- 10) конічна упорна поверхня охоплюваної труби,
- 11) внутрішня кільцева канавка охоплюючої труби,
- 12) додаткова конічна поверхня охоплюваної труби,
- 13) додаткова циліндрична поверхня охоплюваної труби,
- 40 14) радіусний перехід сполучення додаткової конічної поверхні з тороїдальною ущільнювальною поверхнею охоплюваної труби,
- 15) радіусний перехід сполучення додаткової циліндричної поверхні з тороїдальною ущільнювальною поверхнею охоплюваної труби,
- 16) галтелі внутрішньої кільцевої канавки охоплюючої труби,
- 45 17) радіусний перехід сполучення додаткової конічної поверхні з конічною упорною поверхнею охоплюваної труби,
- 18) радіусний перехід сполучення додаткової конічної поверхні з конічною упорною поверхнею охоплюваної труби.

## 50 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб, утворене різьбовими кінцевими ділянками (1, 2) відповідно з внутрішньою (3) і зовнішньою (4) упорною конічною різьбою (3, 4) двох співвісно розташованих охоплюючої (5) і охоплюваної (6) труб, і контактуючими ущільнювальними (7, 8) і упорними (9, 10) поверхнями, з яких ущільнювальна поверхня (7) охоплюючої труби (5) виконана конічною, ущільнювальна поверхня (8) охоплюваної труби (6) виконана тороїдальною, а упорні поверхні (9, 10) охоплюючої (5) і охоплюваної (6) труб (5, 6), виконані конічними з негативним кутом  $\gamma$  конусності до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання,

- причому охоплювана труба (6) виконана з додатковою циліндричною поверхнею (13), сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею (8) з одного боку, і з різьбовою кінцевою ділянкою (2) з іншого боку, яке **відрізняється** тим, що в охоплюваній трубі (6) тороїдальна ущільнювальна поверхня (7) виконана радіусом, рівним  $R_1=70-140$  мм для труб, переважно, із зовнішнім діаметром  $D=4\frac{1}{2}-13\frac{3}{8}$ ", причому охоплювана труба (6) виконана з додатковою конічною поверхнею (12) з кутом  $\varphi$  конусності 25-35 % до подовжньої осі X з'єднання, сполученою з тороїдальною ущільнювальною поверхнею (8) з одного боку, і з конічною упорною поверхнею (10) з іншого боку, а охоплююча труба (5) виконана з конічною ущільнювальною поверхнею (7) з кутом  $\beta$  конусності, рівним  $\beta=\varphi\left(\begin{smallmatrix} +3 \\ +0,7 \end{smallmatrix}\right)\%$  до подовжньої осі X з'єднання, а також з внутрішньою кільцевою канавкою (11), розташованою між різьбовою кінцевою ділянкою (1) і конічною ущільнювальною поверхнею (7).
2. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб за п. 1, яке **відрізняється** тим, що в охоплюваній трубі (6) додаткова конічна поверхня (12) і додаткова циліндрична поверхня (13) сполучені з тороїдальною ущільнювальною поверхнею (8) або радіусними переходами (14, 15), виконаними радіусом  $R_2=5,0\pm 1,0$  мм, або по дотичній.
3. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб за будь-яким з пп. 1, 2, яке **відрізняється** тим, що в охоплюючій (5) і охоплюваній (6) трубі, упорні поверхні (9, 10) виконані конічними з негативним кутом  $\gamma$  конусності  $(- )10^\circ\leq\gamma\leq(-)20^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання.
4. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб за будь-яким з пп. 1-3, яке **відрізняється** тим, що в охоплюючій трубі (5) внутрішня кільцева канавка (11) виконана з галтелями (16) радіусом  $R_3=0,5\pm 0,1$  мм.
5. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб за будь-яким з пп. 1-4, яке **відрізняється** тим, що в охоплюючій трубі (5) конічна ущільнювальна поверхня (7) і конічна упорна поверхня (9) сполучені радіусним переходом (17), виконаним радіусом  $R_4=0,9^{+0,2}$  мм.
6. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб за будь-яким з пп. 1-5, яке **відрізняється** тим, що в охоплюваній трубі (6) додаткова конічна поверхня (12) і конічна упорна поверхня (10) сполучені радіусним переходом (18), виконаним радіусом  $R_5=1,0^{+0,2}$  мм.
7. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб за будь-яким з пп. 1-6, яке **відрізняється** тим, що в охоплюючій (5) і охоплюваній (6) трубі різьбові кінцеві ділянки (1,2) відповідно із зовнішньою (3) і внутрішньою (4) упорною конічною різьбою (3,4) виконані з кутом  $\alpha_1$  конусності 5,25-8,25 % до подовжньої осі X з'єднання.
8. Герметичне різьбове з'єднання металевих труб за будь-яким з пп. 1-7, яке **відрізняється** тим, що в охоплюючій (5) і охоплюваній (6) трубі різьбові кінцеві ділянки (1, 2) відповідно з внутрішньою (3) і зовнішньою (4) упорною конічною різьбою (3, 4) виконані таким чином, що профіль упорної конічної різьби має негативний кут  $\alpha_2$ ,  $\alpha_4$  по опорній грані, рівний  $(- )2^{+0,5^\circ}$ , і позитивний кут  $\alpha_3$ ,  $\alpha_5$  по заставній грані, рівний  $(+ )10^\circ\pm 0,5^\circ$  до площини, перпендикулярної подовжній осі X з'єднання.



Фиг. 1

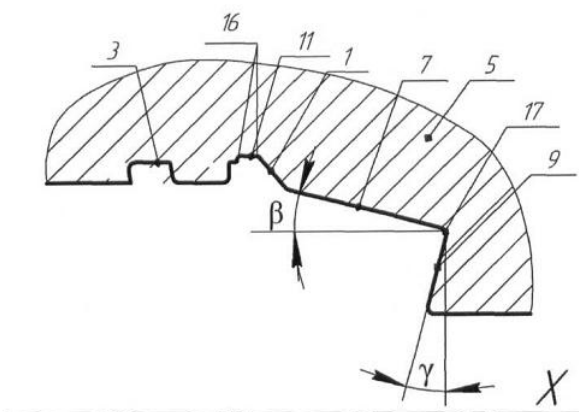


Fig. 2

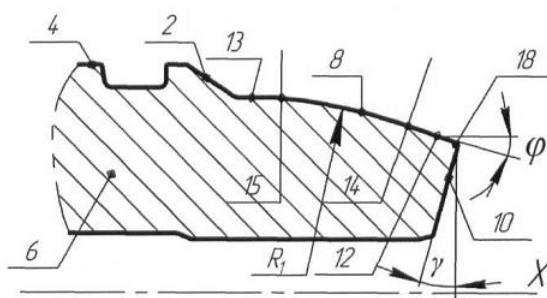


Fig. 3

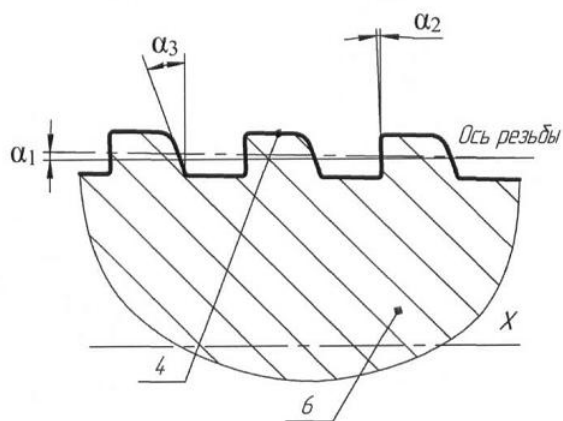


Fig. 4

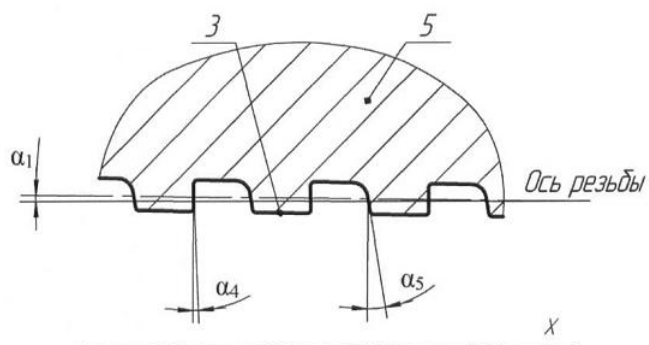


Fig. 5

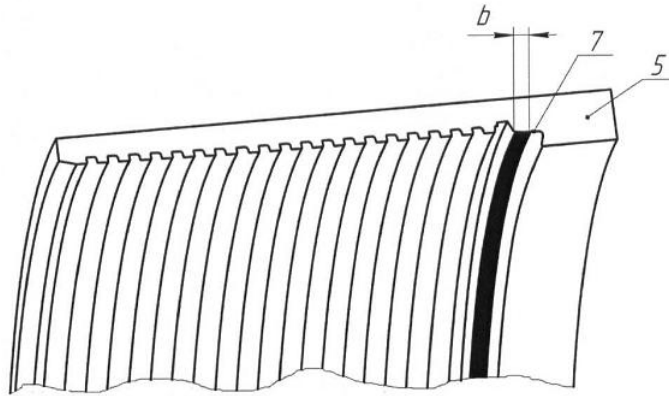


Fig. 6

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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