



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 91751

(13) C2

(51) МПК (2009)

F16L 15/00

E21B 17/042 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

100(54) ТРУБНЕ НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ

1

(21) а200812743
(22) 28.03.2007
(24) 25.08.2010
(86) РСТ/JP2007/057516, 28.03.2007
(31) 2006-099296
(32) 31.03.2006
(33) JP
(46) 25.08.2010, Бюл.№ 16, 2010 р.
(72) ХАМАМОТО ТАКАХІРО, JP, СУМІТАНІ КАЦУТОСІ, JP, СУГІНО МАСААКІ, JP, ІВАМОТО МІТІХІКО, JP, ЯМАМОТО МІЮКІ, JP, ШАРВЕ-КЕМЕН ЖАН-ФРАНСУА, FR, ЛЕ ШЕВАЛЬЄ БЕНУА, FR, ВЕРЖЕ ЕРІК, FR
(73) СУМІТОМО МЕТАЛ ІНДАСТРІЗ, ЛТД., JP, ВАЛЛУРЕК МАННЕСМАНН ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС, FR
(56) JP2001124253 A, 11.05.2001
JP 9273671 A, 21.10.1997
JP 6281059 A, 07.10.1994
WO 92/15815 A1, 17.09.1992
US 6322110 B1, 27.11.2001
WO 2004/109173 A1, 16.12.2004
UA 77473 C2, 16.12.2006
(57) 1. Трубне нарізне з'єднання, яке містить ніпель, що є охоплюваним нарізним елементом, утвореним на кінцевій ділянці першої трубної деталі, і муфту, що є охоплюючим нарізним елементом, утвореним на кінцевій ділянці другої трубної деталі, причому як ніпель, так і муфта має нарізну зону і щонайменше одну упорну поверхню для затягування, охоплювана нарізна зона ніпеля зчіплюється з охоплюючою нарізною зоною муфти, щонайменше одна упорна поверхня для затягування ніпеля прилягає до щонайменше однієї упорної поверхні для затягування муфти в аксіальному напрямку труби, одна з упорних поверхонь для затягування є кінцевою упорною поверхнею, що утворює кінцеву поверхню в поперечному напрямку деталі, різь охоплюваної нарізної зони і охоплюючої нарізної зони є, загалом, трапецеїдальною різью, що має вершину різі, робочий торець і упорний торець і яка має основу, яка розділяє витки різі, яке **відрізняється** тим, що довжина кромки деталі, що має кінцеву упорну поверхню, яка є аксіальною відстанню між кінцевою упорною поверхнею і робочим торцем, найбільш близько розташованої

2

до кінцевої упорної поверхні зачепленої різі щонайменше у 140 разів більша зазору між упорними торцями, що є аксіальною відстанню зазору між упорними торцями охоплюваної різі і охоплюючої різі, при контакті робочого торця охоплюваної різі і робочого торця охоплюючої різі один з одним у зачепленій різі ніпеля і муфти.
2. Трубне нарізне з'єднання за п. 1, яке **відрізняється** тим, що довжина кромки щонайменше у 160 разів більша зазору між упорними торцями.
3. Трубне нарізне з'єднання за п. 1 або 2, яке **відрізняється** тим, що зазор між упорними торцями дорівнює щонайменше 0,01 мм.
4. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1 або 2, яке **відрізняється** тим, що зазор між упорними торцями дорівнює якнайбільше 0,3 мм.
5. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-4, яке **відрізняється** тим, що різь щонайменше однієї з деталей, ніпеля і муфти, має упорний торець, що містить першу ділянку на стороні основи і другу ділянку на стороні вершини різі, і друга ділянка має більший середній кут нахилу відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, ніж перша ділянка.
6. Трубне нарізне з'єднання за п. 5, яке **відрізняється** тим, що перша ділянка має поверхню, по суті, обмежену в подовжньому перерізі прямою лінією, а друга ділянка має поверхню, вибрану з поверхні, по суті, обмеженої в подовжньому перерізі прямою лінією, опуклою поверхнею й увігнутою поверхнею.
7. Трубне нарізне з'єднання за п. 6, яке **відрізняється** тим, що кут нахилу першої ділянки відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, знаходиться в інтервалі від 5 до 25°.
8. Трубне нарізне з'єднання за п. 6 або 7, яке **відрізняється** тим, що середній кут нахилу другої ділянки відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, знаходиться в інтервалі від 20 до 70°.
9. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 5-8, яке **відрізняється** тим, що різь однієї з деталей, ніпеля або муфти, має упорний торець, що містить першу і другу ділянки, а кут нахилу першої ділянки відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі, дорівнює куту нахилу упорного торця різі іншої деталі, ніпеля або муфти.

(13) C2

(11) 91751

(19) UA

10. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 5-9, яке **відрізняється** тим, що добуток висоти в радіальному напрямку першої ділянки упорних торців і осьової довжини різі зачепленої різі в нарізних зонах більший, ніж різниця між номінальною площею радіального перерізу тіл з'єднувальних труб і площею радіального перерізу прилягаючих упорних поверхонь з'єднання.
11. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-10, яке **відрізняється** тим, що вершини і основи різі охоплюваної і охоплюючої різі паралельні аксіальному напрямку трубного нарізного з'єднання.
12. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-11, яке **відрізняється** тим, що кут нахилу робочих торців охоплюваної і охоплюючої різі відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, знаходиться в інтервалі від -5° до $+5^\circ$.
13. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-12, яке **відрізняється** тим, що для різі щонайменше однієї з деталей, ніпеля і муфти, робочий торець містить дві ділянки у вигляді третьої ділянки на стороні основи і четвертої ділянки на стороні

вершини різі, а четверта ділянка має більший середній кут нахилу відносно лінії, перпендикулярної подовжньому напрямку, ніж третя ділянка.

14. Трубне нарізне з'єднання за п. 13, яке **відрізняється** тим, що четверта ділянка має поверхню, по суті, обмежену в подовжньому перерізі або прямою лінією, або опуклою поверхнею.

15. Трубне нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-14, яке **відрізняється** тим, що кожна з деталей, ніпеля і муфти, має герметизуючу поверхню "метал-метал" між її упорною поверхнею і її нарізною зоною.

16. Трубне нарізне з'єднання за п. 15, яке **відрізняється** тим, що герметизуюча поверхня "метал-метал" розташована в області, яка близька до нарізної зони.

17. Трубне нарізне з'єднання за п. 15 або 16, яке **відрізняється** тим, що кожна з деталей, ніпеля і муфти, має неконтактну область, в якій ніпель і муфта не контактують одне з одним, між герметизуючою поверхнею "метал-метал" і упорною поверхнею.

Даний винахід належить до трубного нарізного з'єднання, що підходить для використання при з'єднанні сталевих труб, таких як труби нафтового сортаменту (ОСТГ), стояки і трубопроводи. Більш конкретно, він належить до трубного нарізного з'єднання, що має чудовий опір стисканню і яке дозволяє легко з'єднувати сталеві труби у вертикальному положенні в умовах експлуатації.

Сталеві труби, такі як ОСТГ (труби нафтового сортаменту, що включають труби нафтової свердловини, обсадні труби і бурильні труби), використовуються для дослідження і виробництва нафтових свердловин і газових свердловин, а також стояків, трубопроводів і тому подібного, звичайно з'єднують за допомогою трубного нарізного з'єднання.

Трубне нарізне з'єднання складають ніпель, який є охоплюваним нарізним елементом, забезпеченим на кінцевій ділянці першої трубної деталі, і муфта, яка є охоплюючим нарізним елементом, забезпеченим на кінцевій ділянці другої трубної деталі. З'єднання виконують зчепленням охоплюваної різі і охоплюючої різі, які обидві є кінцевою різзю. Звичайно першою трубною деталлю є труба, така як труба нафтового сортаменту, а другою трубною деталлю є окрема деталь у вигляді з'єднувальної муфти (цей тип трубного нарізного з'єднання називають муфтовим з'єднанням). При такому типі з'єднання ніпель утворюють на обох кінцях труби, а муфту утворюють на обох кінцях з'єднувальної муфти.

Існують також трубні нарізні з'єднання вбудованого типу, які не використовують з'єднувальну муфту і в яких ніпель утворений на зовнішній поверхні одного кінця труби, а муфта утворена на внутрішній поверхні іншого кінця труби. При такому типі з'єднання першою трубною деталлю є перша труба, а другою трубною деталлю є друга труба. Теоретично, трубне нарізне з'єднання муфтового типу, при якому ніпель утворюють на з'єд-

нувальній муфті, а муфту утворюють на трубі, також можливе. Нижче спочатку буде надане пояснення прикладу трубного нарізного з'єднання типу, описаного вище першим, при якому ніпель утворюють на обох кінцях труби, а муфту утворюють на з'єднувальній муфті.

Раніше труби нафтового сортаменту спочатку з'єднували за допомогою стандартних нарізних з'єднань, визначених стандартами API (Американського нафтового інституту). Проте в останні роки через те, що зовнішні умови для екскавації і виробництва неочищеної нафти і природного газу стали більш жорсткими, усе більше і більше стали використовуватися вискоєфективні спеціальні нарізні з'єднання, які називають високогерметичними з'єднаннями.

При високогерметичному з'єднанні ніпель і муфта додатково до кінцевої різі мають кожен герметизуючу поверхню «метал-метал», яка створює прямий металевий контакт у радіальному напрямку між сполученими деталями можливого з'єднання, тим самим утворюючи герметизацію, і упорну поверхню для затягування, яка служить прилягаючим стопором при затягуванні з'єднання.

Фіг. 1(A) і 1(B) є схематичними приблизними виглядами звичайного високо герметичного з'єднання муфтового типу для труб нафтового сортаменту. Фіг. 1(A) є загальним виглядом, а Фіг. 1(B) є збільшеним виглядом його ділянки. Як показано на Фіг. 1(B), це трубне нарізне з'єднання має ніпель 1, який є охоплюваним нарізним елементом, забезпеченим на кожній кінцевій ділянці труби, і муфту 2, яка є відповідним охоплюючим нарізним елементом, забезпеченим на обох сторонах з'єднувальної муфти. На своїй зовнішній поверхні ніпель 1 має кінцеву охоплювану нарізну зону 11 і ненарізну, загалом циліндричну, стиковану ділянку 12, яка називається кромкою (нижче називається зоною кромки) поруч з охоплюваною нарізною зоною 11

на стороні, яка ближча до кінця. Зона 12 кромки має герметизуючу поверхню 13 «метал-метал» (яка називається також нижче просто герметизуючою поверхнею) на своїй зовнішній крайовій поверхні і упорній поверхні 14 для затягування (яка називається також нижче просто упорною поверхнею) на своїй крайовій поверхні.

Відповідна муфта 2 має на своїй внутрішній поверхні конічну охоплюючу нарізну зону 21, герметизуючу поверхню 23 «метал-метал» і упорну поверхню 24 для затягування, які можуть сполучатися, контактувати або упиратися відповідно в конічну охоплювану нарізну зону 11, герметизуючу поверхню 13 «метал-метал» і упорну поверхню 14 для затягування ніпеля 1.

Фіг. 2 є схематичним виглядом для пояснення форми і розмірів трапецеїдальної різі, що являє типовий приклад трапецеїдальної трубної різі, визначеної API. Як і на Фіг. 1(A) і 1(B), посилальна позиція 11 позначає охоплювану нарізну зону, а 21 - охоплюючу нарізну зону. Різь, використовувана при високогерметичному з'єднанні, звичайно є трапецеїдальною різзю, зробленою за зразком цієї трапецеїдальної трубної різі API. Більшість високогерметичних з'єднань використовує трапецеїдальну трубну різь API, розміри якої у відношенні співвідношення геометричних розмірів (відношення висоти до ширини), кутів профілю різі (кутів нахилу торців профілю різі) і тому подібного практично не міняються.

Наприклад, у випадку трапецеїдальної трубної різі API крок різі дорівнює 5 TPI (5 витків різі на дюйм), висота 74 різі, яка є висотою до вершини охоплюваної різі, дорівнює 1,575 мм, кут 71 нахилу робочого торця дорівнює 3°, кут 72 нахилу упорного торця дорівнює 10°, і зазор 73 в аксіальному напрямку труби між упорними торцями охоплюваної різі і охоплюючої різі при контакті упорних торців один з одним (зазор між упорними торцями) у середньому дорівнює приблизно 100 мкм (30-180 мкм).

У відношенні форми різі трубного нарізного з'єднання WO 92/15315 описує трубне нарізне з'єднання, при якому ділянку, що з'єднує вершину різі і упорний торець кожного витка різі ніпеля і муфти, зрізують уздовж прямої лінії або кривої (тобто скошують) за умови, щоб вона могла виконувати функції контактної поверхні, яка, у першу чергу, контактує з ніпелем при його вставлянні в муфту. Контактні поверхні ніпеля і муфти призначені для контакту один з одним, щоб полегшити вставлення, коли відбувається аксіальне відхилення від прямої лінії під час вставлення ніпеля в муфту.

Патент США № 6322110 розкриває трубне нарізне з'єднання, основане на такому ж принципі. Тобто на упорних торцях витків різі ніпеля і муфти забезпечують кутовий скіс (скіс кутової ділянки). Коли ніпель вставляють у муфту, кутові скоси зчіплюються один з одним і полегшують вставлення ніпеля.

Вищеописані WO 92/15315 і патент США № 6322110 - обидва полегшують вставлення ніпеля запобіганням відхилення кута вставлення, забезпечуючи контакт між ніпелем і муфтою в скошених

ділянках упорних торців і вершин. Отже, скошені ділянки необхідні як на ніпелі, так і на муфті, і планований результат не буде отриманий, якщо вони будуть забезпечені тільки на одній із двох деталей. В даних патентних документах немає опису, що стосується впливу скошування на опір стисканню.

При високогерметичному з'єднанні забезпечується визначена кількість натягів посадки в радіальному напрямку між герметизуючими поверхнями «метал-метал» ніпеля і муфти. При затягуванні з'єднання аж до прилягання упорних поверхонь ніпеля і муфти одна до одної герметизуючі поверхні цих деталей знаходяться в тісному контакті по всій окружності з'єднання, утворюючи, таким чином, ущільнення.

Упорні поверхні ніпеля і муфти виконують функції стопорів, які прилягають один до одного під час затягування з'єднання, а також вони є опорою для значної частини стискаючого навантаження, що діє на з'єднання. Отже, якщо товщина упорних поверхонь невелика (або якщо жорсткість упорних поверхонь невисока), вони не зможуть витримати велике стискаюче навантаження.

В минулому переважали вертикальні свердловини, і нарізні з'єднання для труб нафтового сортаменту мали достатні робочі характеристики, якщо вони могли витримати розтягувальне навантаження унаслідок ваги труб, з'єднаних з ними, і могли запобігти витoku рідини під великим тиском, що проходить через їхню внутрішню частину. Проте, в останні роки збільшилася глибина свердловин, збільшилася кількість похилих і горизонтальних свердловин, в яких стовбур свердловини увігнутий під землею, і підсилилася розробка свердловин у несприятливому середовищі, такому як море або полярні області. В результаті, нарізним з'єднанням потрібна більша кількість робочих характеристик, таких як опір стисканню, опір згинанню, герметизуюча здатність проти зовнішнього тиску і простота використання або вставлення ніпеля в умови експлуатації.

Коли зовнішній тиск діє на вищеописане традиційне високогерметичне з'єднання, прикладений зовнішній тиск передається через щілини між витками різі і попадає на ділянку, розташовану безпосередньо перед герметизуючими поверхнями, позначену як 31 на Фіг. 1(B). Оскільки зона кромки має набагато меншу товщину стінки, ніж тіло з'єднувальних труб, вона іноді зазнає деформації у вигляді зменшення діаметра в результаті зовнішнього тиску, який пройшов. Якщо зовнішній тиск стає високим, між герметизуючими поверхнями може утворитися щілина, що приводить до виникнення витoku, наприклад, ситуації, за якої зовнішня рідина проникає у внутрішню частину тіла труби через щілину.

Коли стискаюче навантаження діє на високогерметичне з'єднання, наприклад, під час установлення труб нафтового сортаменту в горизонтальну свердловину або похилу свердловину, в результаті того, що високогерметичне з'єднання звичайно має відносно велику щілину між упорними торцями, як у випадку вищеописаної трапецеїдальної трубної різі API, здатність різі з'єднання

переносити навантаження зменшується, і велику частину стискаючого навантаження несуть його прилягаючі упорні поверхні.

Проте, товщина стінки упорних поверхонь (область для прийому стискаючих навантажень, що відповідає області крайової поверхні кромки) звичайно значно менша, ніж товщина стінки тіла труби. Отже, якщо прикладається стискаюче навантаження, що відповідає 40-60% від межі текучості тіла труби, для більшості високогерметичних з'єднань зона кромки ніпеля піддається істотній пластичній деформації, що приводить до помітного зменшення герметизуючих характеристик герметизуючої поверхні поруч з цією ділянкою.

Герметизуюча здатність з'єднання проти зовнішнього тиску (здатність герметизації витримувати зовнішній тиск) може бути збільшена підвищенням жорсткості ніпеля, щоб збільшити його опір деформації, яка приводить до зменшення діаметра. Для цієї мети до труб у напрямку осі часто застосовують технологію, яка називається обтискуванням, для збільшення товщини стінки зони кромки.

Проте, якщо ступінь обтискування занадто великий, по відношенню до обсадних труб мають місце випадки, коли труба, що вставляється в їхню внутрішню частину, зачіплюється за обтиснуту ділянку, і по відношенню до труб мають місце випадки, коли в рідині, такий як неочищена нафта, що тече усередині труб, через обтиснуту ділянку виникають турбулентності і викликають ерозію. Отже, товщина стінки зони кромки може бути збільшена обтискуванням тільки до визначеної межі.

WO 2004/109173 пропонує трубне нарізне з'єднання, як показано на Фіг. 3, яке має носову ділянку 15, забезпечену між герметизуючою поверхнею 13 «метал-метал» і упорною поверхнею 14 для затягування на кінцевій поверхні ніпеля 1. Загалом, циліндричний зовнішній периметр носової ділянки 15 ніпеля 1 не контактує з протилежною ділянкою муфти 2. З іншого боку, герметизуючі ділянки 13 і 23 «метал-метал» і упорні поверхні 14 і 24 для затягування ніпеля і муфти контактують одна з одною. За допомогою продовження зони кромки ніпеля для забезпечення неконтактної носової ділянки 15 на кінці герметизуючої поверхні товщина стінки зони кромки, включаючи упорну поверхню і герметизуючу поверхню, може досягти великого значення в межах товщини стінки труби, і опір стисканню і герметизуюча здатність проти зовнішнього тиску трубного нарізного з'єднання можуть бути помітно збільшені.

Задачею даного винаходу є забезпечення трубного нарізного з'єднання, що має чудовий опір стисканню і яке полегшує з'єднання труб в умовах експлуатації, що знаходяться у вертикальному положенні.

Інші задачі, переваги й ознаки даного винаходу будуть очевидні з наступного опису.

При трубному нарізному з'єднанні, запропонованому в WO 2004/109173, поліпшення опору стисканню досягають шляхом модифікації ділянки, розташованої ближче до кінця ніпеля, ніж область герметизуючого контакту «метал-метал». Повторюючи дослідження на основі такого трубного на-

різного з'єднання, автори даного винаходу знайшли, що якщо форма різі і, зокрема, зазору між упорними торцями, який є зазором в аксіальному напрямку труби між упорними торцями охоплюваної різі ніпеля і охоплюючої різі муфти, і довжина зони кромки задовольняють визначене співвідношення, запобігається поява пластичної деформації зони кромки, і додатково поліпшується опір стисканню трубного нарізного з'єднання.

Даний винахід належить до трубного нарізного з'єднання, що містить ніпель, який є охоплюваним нарізним елементом, утвореним на кінцевій ділянці першої трубної деталі, і муфту, яка є охоплюючим нарізним елементом, утвореним на кінцевій ділянці другої трубної деталі, причому як ніпель, так і муфта мають нарізну зону, що має різь і щонайменше одну упорну поверхню для затягування, причому охоплювана різь в нарізній зоні ніпеля зчіплюється з охоплюючою різзю у нарізній зоні муфти щонайменше одна упорна поверхня для затягування ніпеля прилягає до однієї щонайменше упорної поверхні для затягування муфти в аксіальному напрямку трубного з'єднання, одна з контактних упорних поверхонь для затягування є кінцевою упорною поверхнею, що утворює кінцеву поверхню в поперечному напрямку трубної деталі, і різь охоплюваної нарізної зони і охоплюючої нарізної зони, звичайно є трапецеїдальною різзю, що має вершину (різи), робочий торець і упорний торець і яка має основу, яка розділяє нарізні торці.

Трубне нарізне з'єднання згідно з даним винаходом відрізняється тим, що довжина кромки деталі, що має кінцеву упорну поверхню, яка є аксіальною відстанню між кінцевою упорною поверхнею і робочим торцем найближчого до кінцевої упорної поверхні зачепленого витка різі щонайменше у 140 разів, і переважно, у 160 разів більша зазору між упорними торцями, що є аксіальним зазором між упорним торцем охоплюваної різі і упорним торцем охоплюючої різі при контакті робочого торця охоплюваної різі і робочого торця охоплюючої різі при зчепленні охоплюваної і охоплюючої різі.

Деякі переважні втілення трубного нарізного з'єднання згідно з даним винаходом включають наступне:

- Зазор між упорними торцями дорівнює щонайменше 0,01 мм.

- Зазор між упорними торцями не більше ніж 0,3 мм.

- Для різі щонайменше однієї охоплюваної і охоплюючої нарізної зони упорний торець містить першу ділянку на стороні основи і другу ділянку на стороні вершини, і друга ділянка має більший середній кут нахилу відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, ніж перша ділянка.

- Перша ділянка упорного торця є поверхнею, власне кажучи, обмеженою у подовжньому перерізі прямою лінією (подібно до конічної, загалом, поверхні), а його друга ділянка є поверхнею, власне кажучи, обмеженою в подовжньому перерізі прямою лінією, опуклою поверхнею або увігнутою поверхнею.

- Кут нахилу першої ділянки відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, знаходиться в інтервалі від 5 до 25°.

- Середній кут нахилу другої ділянки відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, знаходиться в інтервалі від 20 до 70°.

- Різь тільки однієї з охоплюваної і охоплюючої нарізних зон має упорний торець, який має першу і другу ділянки, і кут нахилу відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі першої ділянки різі, дорівнює куту упорного торця різі іншої нарізної зони.

- Добуток висоти в радіальному напрямку першої ділянки упорного торця й осової довжини різі зачепленої різі в нарізних зонах більший, ніж різниця між номінальною площею перерізу тіл з'єднувальних труб і площею прилягання кінцевих упорних поверхонь з'єднання.

- Вершина і основа кожного витка різі паралельні подовжній осі трубного нарізного перерізу (і, отже, осі труби).

- Кут нахилу робочих торців зачепленої різі відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, знаходиться в інтервалі від -5° до +5°.

- Для різі щонайменше однієї з охоплюваної і охоплюючої нарізних зон робочий торець різі містить дві ділянки у вигляді третьої ділянки на стороні основи і четверта ділянка на стороні вершини різі, і четверта ділянка має більший середній кут нахилу відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі з'єднання, ніж третя ділянка.

- Четверта ділянка має поверхню, власне кажучи, обмежену в подовжньому перерізі або прямою лінією, або опуклою поверхнею.

- Як ніпель, так і муфта мають герметизуючу поверхню «метал-метал» між упорною поверхнею і нарізною зоною.

- Герметизуюча поверхня «метал-метал» забезпечена в області нарізної зони.

- Як ніпель, так і муфта мають неконтактну область, в якій ніпель і муфта не контактують один з одним між герметизуючою поверхнею «метал-метал» і упорною поверхнею.

Згідно з даним винаходом, при продовженні довжини зони кромки, яка є відстанню в деталі, що має контактну кінцеву упорну поверхню трубного нарізного з'єднання між зачепленою нарізною зоною і кінцевою упорною поверхнею, на величину, що дорівнює щонайменше 140 і, переважно, 160 азорам між упорними торцями охоплюваної і охоплюючої різі, упорні торці різі ефективно надають опір стисканню (або при збереженні ефективних або зачеплених ділянок упорних торців, коли верхня ділянка упорного торця або ніпеля муфти видалена скошуванням або обробленням), і опір стисканню трубного нарізного з'єднання збільшується.

Регулюючи величину зазору між упорними торцями у визначеному інтервалі, можна зменшити зміни сили, що затягує, під час затягування нарізного з'єднання. Додатково, проектуючи відповідним чином форму різі і, зокрема, напрямком вершини і основи, форму упорного торця і форму скосу упорного торця, можуть бути зменшені проблеми і незахоплення різі унаслідок відхилення кута вставлення під час обмеженого процесу затягування, такого як процес затягування в умовах експлуатації у вертикальному положенні, що стає все більш автоматизованим, що спрощує такий процес затя-

гування.

Короткий опис креслень

Фіг. 1(А) є схематичним приблизним виглядом звичайного традиційного трубного нарізного з'єднання муфтового типу, який називається високогерметичним з'єднанням, і фіг. 1(В) є збільшеним виглядом його ділянки.

Фіг. 2 є схематичним виглядом для пояснення форми і розмірів трапецеїдальної різі, що являє типовий приклад трапецеїдальної трубної різі API.

Фіг. 3 є схематичним приблизним виглядом трубного нарізного з'єднання, що підходить для застосування даного винаходу, при якому продовжують зону кромки і забезпечують неконтактну область на кінці герметизуючої поверхні «метал-метал».

Фіг. 4 є загальним приблизним виглядом, що показує кожну ділянку трубного нарізного з'єднання.

Фіг. 5 є приблизним виглядом, що показує форму подовжного (аксіального) перерізу нарізних зон ніпеля і муфти трубного нарізного з'єднання.

Фіг. 6 є приблизним виглядом, що показує втілення, за яким упорний торець охоплюваної різі ніпеля має дві ділянки, що мають різні кути нахилу.

Фіг. 7 є приблизним виглядом, що показує зміни втілення, показаного на фіг. 6.

Фіг. 8 є приблизним виглядом втілення, аналогічного втіленню на фіг. 6.

Фіг. 9 є приблизним виглядом кожної ділянки упорного торця і робочого торця ніпеля (охоплюваної) різі втілення, аналогічного втіленню на фіг. 6.

Фіг. 10 є схематичним виглядом подовжного перерізу втілення, за яким на кінцевій поверхні муфти забезпечують другу упорну поверхню.

Фіг. 11 є схематичним виглядом подовжного перерізу іншого втілення, за яким на кінцевій ділянці муфти забезпечують другу герметизуючу поверхню «метал-метал».

Фіг. 12 є схематичним виглядом, що показує втілення, за яким деталі ніпеля надають збільшену товщину стінки біля її кінця обтискуванням.

Фіг. 13 є графіком, що показує результати прикладу

Фіг. 14 є графіком, що показує результати іншого прикладу

Список посилальних позицій:

1 : ніпель, 2 : муфта, 11 : охоплювана нарізна зона, 12 : зона кромки, 13 герметизуюча поверхня «метал-метал» ніпеля, 14 : кінцева упорна поверхня, 21 охоплююча нарізна зона, 23 : герметизуюча поверхня «метал-метал» муфти, 24 упорна поверхня муфти, 71 : кут профілю різі робочого торця, 72 : кут профілю різі упорного торця, 73 : зазор між упорними торцями різі.

Здійснення винаходу

Трубне нарізне з'єднання згідно з даним винаходом може бути застосоване до трубного нарізного з'єднання або муфтового типу, або вбудованого типу. У випадку муфтового типу звичайно ніпель утворюють на обох кінцях труби, а муфту утворюють на обох кінцях з'єднувальної муфти, але можливе використання зворотної комбінації.

Основний принцип трубного нарізного з'єднан-

ня згідно з даним винаходом буде пояснений з посиланням на фіг. 4 і 5. Як показано за допомогою схематичного вигляду на фіг. 4, при звичайному трубному нарізному з'єднанні ніпель має нарізну зону, що має охоплювану різь, яка зчіплюється з протилежною охоплюючою різзю (зачеплена нарізна зона на фігурі), і зону кромки на своїй кінцевій стороні, яка не має зачепленої різі. Кінцева поверхня в поперечному напрямку біля вершини ніпеля є кінцевою упорною поверхнею, що виконує функції упорної поверхні для затягування. Відповідно, муфта має на своєму зовнішньому кінці нарізну зону, що має охоплюючу різь, яка зачіплюється з протилежною охоплюваною різзю, і на своїй внутрішній стороні циліндричну, загалом, поверхню, яка не має зачепленої різі. Поверхня в поперечному напрямку найвіддаленішої ділянки муфти є упорною поверхнею для затягування, що прилягає до кінцевої упорної поверхні ніпеля.

Як показано на фігурі, упорні поверхні ніпеля і муфти, що прилягають одна до одної, у багатьох випадках є кінцевою упорною поверхнею ніпеля і відповідною найвіддаленішою упорною поверхнею муфти. Проте, у випадку з'єднання вбудованого типу площа поверхні кінцевої поверхні ніпеля, що має охоплювану різь, утворену на зовнішній поверхні одного кінця труби, іноді менша, ніж площа поверхні кінцевої поверхні муфти, що має охоплюючу різь, утворену на іншому кінці труби. У такому випадку краще використання кінцевої поверхні муфти як упорної поверхні для затягування, тому що може бути збільшений опір стисканню.

Таким чином, у даному винаході зона кромки означає ділянку деталі нарізного з'єднання (ніпеля або муфти), що має кінцеву упорну поверхню (яка виконує функції упорної поверхні для затягування під час затягування нарізного з'єднання), що розташована ближче до кінця деталі з'єднання, ніж її зачеплена нарізна ділянка.

Різь нарізних зон ніпеля і муфти зчіплюється одна з одною. Проте не потрібно, щоб різь була зачеплена по всій довжині. Як показано на фіг. 1(B), кінцеві ділянки різі на одній або обох деталях і, зокрема, різь в області вершини муфти, не повинна зчіплюватися з різзю іншої деталі. Додатково, як показано на фіг. 3, незчеплена охоплювана різь може бути додана до ділянки зовнішньої поверхні ніпеля між зачепленою нарізною зоною і зоною кромки. За допомогою цього може бути збільшена жорсткість ніпеля для опору зовнішньому тиску. У даному винаході незчеплена різь, утворена на зовнішньому кінці (розташованому ближче до вершини) нарізної зони деталі (ніпеля або муфти), що має кінцеву упорну поверхню, включена в зону кромки деталі.

Звичайно трубне нарізне з'єднання має герметизуючу ділянку «метал-метал», хоча в даному винаході це несуттєво. Наприклад, зовнішня поверхня зони кромки ніпеля і незчеплена, загалом, циліндрична внутрішня поверхня муфти мають ділянку, на якій вони контактують одна з одною для утворення герметизуючих поверхонь 13 і 23 «метал-метал», як показано на фіг. 3. З точки зору поліпшення опору стисканню зони кромки герметизуючі поверхні «метал-метал» переважно за-

безпечують в області зони кромки, яка ближча до нарізної зони, як проілюстровано. І знову, хоча це несуттєво в даному винаході, як показано на фіг. 3, неконтактну область, на якій, загалом, циліндричні поверхні ніпеля і муфти не контактують одна з одною, переважно забезпечують в зоні кромки в положенні між герметизуючими поверхнями 13, 23 «метал-метал» і упорними поверхнями 14, 24. Як описано в WO 2004/109173, неконтактна область в зоні кромки може додатково збільшити опір стисканню цієї ділянки. Додатково, як показано на фігурі 3, внутрішні поверхні ніпеля і муфти на обох сторонах упорних поверхонь можуть бути видалені для утворення скошених ділянок 16 і 26. В результаті, може бути досягнута округлість внутрішньої частини труби навколо прилягаючих упорних поверхонь, щоб можна було запобігти виникненню турбулентності рідини, яка тече через з'єднання.

Фіг. 5 схематично показує різь трубного нарізного з'єднання в подовжньому перерізі з'єднання. Для простоти пояснення всі кути різі, показані тут, зовсім не скошені. Як уже пояснювалося по відношенню до фіг. 2, кожен зчеплений виток різі ніпеля і муфти має вершину, робочий торець, який є торцем витка різі на задній стороні в напрямку вставляння ніпеля, і упорний торець, що є торцем витка різі на передній стороні в напрямку вставляння ніпеля, і сусідні торці різі поділяють основу. Як показано на фіг. 5, у положенні, в якому робочі торці охоплюваної різі ніпеля і охоплюючої різі муфти контактують один з одним (щільно прилягають), зазор у подовжньому (аксіальному) напрямку між упорними торцями охоплюваної різі і охоплюючої різі, є зазором між упорними торцями (різи). Як показано на фігурі, також має місце зазор між вершиною охоплюваної різі і основою охоплюючої різі. Ці зазори необхідні для зчеплення різі без стирання поверхонь.

Фіг. 5 показує приклад, в якому упорні торці охоплюваної різі і охоплюючої різі, паралельні, так що зазор між упорними торцями є однаковим для всіх упорних торців зчепленої різі.

У даному винаході в деталі (ніпелі або хмуфті), що має кінцеву упорну поверхню, відстань в аксіальному (подовжньому) напрямку деталі між кінцевою упорною поверхнею і робочим торцем зчепленої різі, розташованим найбільш близько до кінцевої упорної поверхні (ця відстань, власне кажучи, відповідає довжині зони кромки, так що далі вона буде називатися довжиною кромки) щонайменше у 140 і, переважно, у 160 разів більша ніж зазор між упорними торцями. Як показано на фіг. 3, коли нарізна зона (нарізна зона ніпеля в проілюстрованому прикладі) має незчеплену різь на своїй кінцевій ділянці, розташованій найбільш близько до упорної поверхні 14, аксіальна довжина цієї ділянки незчепленої різі, тобто аксіальна довжина циліндричної канавки 32, забезпеченої на муфті 2, на фіг. 3, включена в довжину кромки.

Як було викладено вище, деталь, що має кінцеву упорну поверхню, яка прилягає до протилежної, найбільш дальньої упорної поверхні іншої деталі трубного нарізного з'єднання, звичайно є ніпелем. У цьому випадку довжина кромки ніпеля задовольняє вищеписаним вимогам відносно

зазору між упорними торцями. Проте, як викладено вище, зокрема, для трубного нарізного з'єднання вбудованого типу цю кінцеву упорну поверхню іноді забезпечують на муфті. У цьому випадку роблять таку довжину кромки муфти, щоб вона задовольняла вищеописаній вимозі. Коли і ніпель, і муфта нарізного з'єднання мають кінцеву упорну поверхню і, отже, зону кромки щонайменше одну з довжин кромок ніпеля і муфти роблять такою, щоб вона задовольняла вимозі.

При стискаючому навантаженні необхідно, щоб у трубному нарізному з'єднанні різь функціонувала при стисканні, тоді як напруження зони кромки залишалося в діапазоні пружного деформування. Якщо довжина кромки щонайменше у 140 і, переважно, у 160 разів більша зазору між упорними торцями, навіть якщо нарізне з'єднання зазнає стискання в аксіальному напрямку труби в результаті зовнішнього тиску, зона кромки не буде зазнавати пластичної деформації, і упорні торці різі можуть вносити вклад в опір стисканню, тоді як напруження зони кромки залишається в діапазоні пружного деформування. В результаті, опір стисканню трубного нарізного з'єднання помітно збільшується.

Зазор між упорними торцями переважно дорівнює щонайменше 0,01 мм (10 мкм) і якнайбільше 0,3 мм (300 мкм). Якщо зазор між упорними торцями менший, ніж 0,01 мм, зазор стає настільки маленьким, що затягування нарізного з'єднання стає нестійким, і легко виникає стирання поверхні. З іншого боку, якщо зазор між упорними торцями більший 0,3 мм, зазор є занадто великим по відношенню до можливості легкого проникнення зовнішнього тиску, що надмірно збільшує зовнішній тиск, що прикладається до зони кромки під час затягування. Як показано на фіг. 5, також має місце зазор у радіальному напрямку з'єднання між вершиною охоплюваної різі і основою зчепленої з нею охоплюючої різі. Конкретного обмеження розмірів цього зазору в радіальному напрямку немає, але звичайно його проектують так, щоб міг бути досягнутий достатній зазор з урахуванням припустимих меж висоти різі.

Для різі щонайменше однієї з деталей, ніпеля або муфти, (переважно, охоплюваної різі ніпеля, показаної на фіг. 6-9) упорний торець кожного витка різі містить дві ділянки у вигляді першої ділянки на стороні основи і другої ділянки на стороні вершини. Друга ділянка переважно має більший середній кут нахилу відносно лінії, перпендикулярної подовжній осі, ніж перша ділянка (тобто друга ділянка має більш крутий нахил, ніж перша ділянка). В результаті, як буде пояснено далі, затягування нарізного з'єднання в умовах експлуатації може бути спрощене при збереженні достатнього опору стисканню.

Звичайно загальну висоту різі в зчепленій нарізній зоні трубного нарізного з'єднання (висоту в радіальному напрямку від основи до вершини різі) проектують за умови, щоб міцність з'єднання щонайменше дорівнювала міцності тіла труби під дією розтягувального навантаження. Під дією стискаючого навантаження прилягаючі упорні поверхні, також приймають навантаження, яке приклада-

ється. Отже, стискаюче навантаження, яке несуть витки різі, зменшує кількість вмічених у площу перерізу прилягаючих упорних поверхонь. Тобто висота різі, необхідна для підтримки навантаження, менша під дією стискаючого навантаження, ніж під дією розтягувального навантаження. Розтягувальне навантаження несуть робочі торці зчепленої різі з'єднання в положенні, показаному на фіг. 5, в якому робочі торці контактують один з одним, тоді як стискаюче навантаження несуть упорні торці зчепленої різі в непоказаному положенні, в якому упорні торці контактують один з одним. Отже, висота різі на стороні упорного торця різі включає запас.

При трубному нарізному з'єднанні, що має прилягаючі упорні поверхні і зчеплену різь, що вносять вклад в опір стисканню або прийом стискаючого навантаження, ступінь стискання з'єднання може бути виражений відношенням загальної площі перерізу в поперечному або радіальному напрямку поверхонь стискання-прийому з'єднання до площі радіального перерізу тіла труби, що задається наступним рівнянням.

Ступінь стискання (%) = $\{[(\text{загальна проектована площа перерізу зчепленої різі}) + (\text{площа перерізу прилягаючих упорних поверхонь})] / (\text{площа перерізу тіла труби})\} \times 100$.

Площа перерізу прилягаючих упорних поверхонь звичайно дорівнює 40-60% від площі перерізу тіла труби. Отже, навіть при стовідсотковому ступені стискання, при якому до трубного нарізного з'єднання прикладається стискаюче навантаження, яке відповідне межі текучості тіла труби, з'єднання може витримати стискаюче навантаження, якщо висота різі упорних торців складає щонайменше 50-60% від загальної висоти різі. Отже, якщо перша ділянка на стороні основи упорних торців має щонайменше висоту, необхідну для підтримки стискаючого навантаження (наприклад, висоту, що складає 50-60% від загальної висоти різі), друга ділянка, яка залишилася, на стороні вершини упорних торців може мати більший кут нахилу, що не дозволяє ділянці приймати стискаюче навантаження, і навіть у цьому випадку може бути досягнутий достатній опір стисканню.

У відношенні опору стискання трубного нарізного з'єднання, в минулому пружне деформування кінцевої упорної поверхні, розташованої на кінці зони кромки, вважалось основною причиною втрати опору стисканню, тому відношення площі перерізу упорної поверхні до площі перерізу тіла труби є важливим чинником. У даному винаході первісний контакт упорних торців різі має місце, коли деформування зони кромки залишається в діапазоні пружного деформування, так що опір стисканню трубного нарізного з'єднання регулює сума площі перерізу прилягаючих упорних ділянок і загальної проекрованої площі перерізу зчеплених (ефективних) упорних торців різі, яка відповідає вищеописаній першій ділянці упорного торця. Таким чином, може бути визначена висота першої ділянки, яка вносить вклад у ступінь стискання упорних торців різі.

Висоту в радіальному напрямку першої ділянки скошеного упорного торця охоплюваної різі ні-

пеля, наприклад, переважно встановлюють за умови, щоб добуток висоти в радіальному напрямку цієї першої ділянки й осової довжини різі зачепленої різі (різь ніпеля і муфти зчеплена одна з одною) був більший, ніж різниця між номінальною площею радіального перерізу тіла з'єднувальних труб і площею радіального перерізу прилягаючих упорних поверхонь з'єднання. Завдяки цьому з'єднання може мати опір стисканню, який може витримати стискаюче навантаження, що відповідає вищезгаданому стовідсотковому ступеню стискання. Площа перерізу тіла труби, звичайно, означає площу перерізу в радіальному напрямку стінки труби. Коли нарізне з'єднання має прилягаючі упорні поверхні у двох або більше положеннях, площа перерізу прилягаючих упорних поверхонь є сумою площ перерізу у двох або більше положеннях.

Надаючи другій ділянці упорного торця скошену форму, що є оптимальною з точки зору процесу затягування в умовах експлуатації, можна легко здійснити процес затягування в умовах експлуатації, зберігаючи при цьому чудовий опір стисканню, досягнутий за допомогою першої ділянки.

Перша ділянка упорного торця різі деталі (наприклад, ніпеля) повинна бути паралельна упорному торцю різі іншої деталі для створення однакових зазорів між упорними торцями на першій ділянці і для можливості однорідного контакту першої ділянки упорного торця з упорним торцем іншої різі під час затягування з'єднання. Отже, перша ділянка упорного торця різі і упорний торець іншої різі переважно є в загальному конічними поверхнями.

У даному описі, загалом, конічна поверхня означає поверхню, власне кажучи, обмежену в подовжньому перерізі (уздовж осі труби) прямою лінією. Більш конкретно, це означає, що щонайменше 50% і, переважно щонайменше 80% висоти є конічною або обмеженою у подовжньому перерізі прямою лінією. Таким чином, загалом, конічна поверхню включає випадок, при якому верхній кінець і/або нижній кінець злегка закруглені.

Друга ділянка упорного торця, що має більший кут нахилу, є скошеною ділянкою. Це скошування дозволяє легко вставити ніпель у муфту під час затягування в умовах експлуатації. Як показано на фіг. 6, скіс другої ділянки може бути таким, що переріз в аксіальному напрямку труби є лінійним (скіс з конічною, загалом, поверхнею) або, як показано на фіг. 7, скіс може бути таким, що аксіальний переріз є аркоподібним (опукла випнута поверхня або увігнута поверхня). Фіг. 7 показує приклад опуклої поверхні. Також скіс може поєднувати ці форми.

Коли перша ділянка упорного торця має, загалом, конічну форму, кут нахилу поверхні відносно лінії, перпендикулярної осі труби (подовжньої осі труби і з'єднання), переважно знаходиться в інтервалі від 5 до 25°. Незалежно від форми скосу другої ділянки, яка є скошеною ділянкою, середній кут нахилу другої ділянки відносно лінії, перпендикулярної осі труби, переважно знаходиться в інтервалі від 20 до 70°, як показано на фіг. 8.

При трубному нарізному з'єднанні, описаному у вищезгаданих WO 92/15815 і патенті США №

6322110, не тільки упорний торець охоплюваної різі скошують в області вершини, але й надають відповідну форму протилежній ділянці охоплюючої різі. Отже, кожен виток охоплюючої різі також має дві ділянки з різними кутами нахилу. У даному винаході, як показано на фігурах 6-8, упорному торцю охоплюючої різі не потрібно надавати форму, що відповідає скосу охоплюваної різі.

Вершини і основи різі переважно паралельні аксіальному напрямку труби для усіх витків охоплюваної і охоплюючої різі. Тобто, хоча нарізні зони ніпеля і муфти трубного нарізного з'єднання мають форму конічної різі, переважно, щоб вершина і основа кожного витка різі не були паралельні нахилу конуса, але були паралельні осі труби. Таким чином, зменшуються проблеми, пов'язані з відхиленням кута вставлення ніпеля під час процесу затягування в умовах експлуатації.

Кут відносно лінії, перпендикулярної осі труби, робочих торців різі ніпеля і муфти переважно знаходиться в інтервалі від -5° до +5°. У даному описі, якщо кут нахилу робочого торця є негативним, це означає, як показано на фіг. 5-9, наприклад, що робочий торець нахилений уліво на фігурах відносно лінії, перпендикулярної осі труби.

Робочий торець різі щонайменше однієї з деталей, ніпеля і муфти, і переважно охоплюваної різі ніпеля може також містити дві ділянки у вигляді третьої ділянки на стороні основи і четвертої ділянки на стороні вершини, як показано на фіг. 6-9 і, зокрема, на фіг. 9. Четверта ділянка повинна мати більший середній кут нахилу (на позитивній стороні) відносно лінії, перпендикулярної осі труби, ніж третя ділянка. У цьому випадку третя ділянка робочого торця переважно є, загалом, конічною поверхнею, і її кут нахилу переважно знаходиться в інтервалі від -5° до +5°. Четверта ділянка може бути, загалом, конічною поверхнею, як показано на фігурі, або може бути опуклою поверхнею.

Четверта ділянка робочого торця також подекуди є скосом, який спрощує вставлення ніпеля в муфту під час затягування в умовах експлуатації. Розтягувальне навантаження несуть тільки робочі торці, і упорні поверхні не вносять вклад в опір розтягувальній силі. Отже, необхідно, щоб область контактних ділянок охоплюваної різі і охоплюючої різі, була Оільша для робочих торців (їхньої третьої ділянки), ніж для упорних торців (їхньої першої ділянки). Таким чином, переважно, щоб четверта ділянка робочого торця мала меншу висоту, ніж друга ділянка упорного торця, щоб на третій ділянці робочого торця, що вносить вклад в розтягувальні робочі характеристики, залишалася достатня площа для контакту. З цієї причини висота четвертої ділянки, переважно, складає не більше 20% від висоти різі.

Як муфта, так і ніпель переважно мають герметизуючу поверхню «метал-метал» між упорною поверхнею і зчепленою ділянкою різі, тобто в зоні кромки. У даному винаході довжина кромки щонайменше у 140 разів більша зазору між упорними торцями різі, що значно більше в порівнянні з традиційною довжиною кромки. У цьому випадку, якщо герметизуюча поверхня «метал-метал» забез-

печена по всій довжині зони кромки, легко виникає стирання поверхонь під час процесу затягування. Отже, герметизуючу поверхню «метал-метал» забезпечують на ділянці зони кромки і, переважно, в її області, яка близька до нарізної зони. Довжина герметизуючої ділянки «метал-метал» переважно складає не більше 25% від довжини кромки.

І ніпель, і муфта переважно мають неконтактну область (в якій вони не контактують один з одним) між герметизуючою поверхнею «метал-метал» і упорною поверхнею. Забезпечуючи таку неконтактну область між герметизуючою поверхнею «метал-метал» і упорною поверхнею, можна збільшити довжину зони кромки, і під час застосування стискаючого навантаження стає можливою підтримка стискаючого навантаження контактуючими упорними торцями нарізних зон ніпеля і муфти і прилягаючих упорних поверхонь, тоді як напруга зони кромки залишається в діапазоні пружного деформування, і зона кромки, що включає герметизуючу поверхню «метал-метал», здобуває конструкцію, яка стійка до пластичного деформування в результаті стискання.

Ця неконтактна область може бути ділянкою, на якій або ніпель, або муфта не має різі, як показано на фіг. 3, або вона може бути незчепленою ділянкою різі, на якій тільки одна з деталей, або ніпель муфти, має різь, або вона може включати обидві ділянки. Довжина цієї неконтактної області, переважно, складає щонайменше 15% від довжини кромки. Довжина ділянки неконтактної області, що не має різі на кожній з цих деталей, переважно, складає не більше 33% від довжини кромки.

Крім вищеописаного співвідношення між зазором між упорними торцями і довжиною кромки і переважною формою упорного торця і робочого торця зчепленої різі щонайменше однієї деталі і, переважно, ніпеля, не мається конкретних обмежень форми або структури трубного нарізного з'єднання. Наприклад, кінцева упорна поверхня і герметизуюча поверхня «метал-метал» не обмежені одним положенням, і, як показано на фіг. 10, друга кінцева упорна поверхня 33 може бути забезпечена на верхньому кінці муфти 2 або, як показано на фіг. 11, другі герметизуючі поверхні 34 «метал-метал» можуть бути забезпечені на обох деталях поблизу верхнього кінця муфти 2. Додатково, як показано на фіг. 12, товщина труби і/або з'єднувальної муфти може бути збільшена в області ділянки з'єднання обтискуванням або перекриттям.

Зокрема, як показано на фіг. 10, коли зона кромки, яка має кінцеву упорну поверхню, забез-

печена на верхньому кінці і муфти, і ніпеля або, іншими словами, коли трубне нарізне з'єднання має дві зони кромки, кожна з яких має кінцеву упорну поверхню, що виконує функцію упорної поверхні для затягування під час затягування з'єднання, співвідношення між довжиною кромки і зазором між упорними торцями, обумовлене даним винаходом, повинно бути виконане щонайменше для однієї зони кромки.

Наступні приклади представлені для додаткової ілюстрації даного винаходу. Ці приклади варто розглядати як ілюстрацію, а не обмеження.

ПРИКЛАД 1

Для ясної демонстрації результатів даного винаходу до випробовуваних деталей, показаних у Таблиці 1, прикладали стискаюче навантаження за допомогою затягування і спостерігали деформацію зони кромки.

Кожна випробовувана деталь, показана в таблиці 1, була нарізним з'єднанням муфтового типу для труб нафтового сортаменту, аналогічним нарізному з'єднанню, показаному на фіг. 3. Вони використовувалися для сталевих труб 9,625"x53,5 (фунтів на фут) (із зовнішнім діаметром 244,5 мм і товщиною стінки 13,84 мм). Сталлю, використовуюваною для всіх випробовуваних деталей, була сталь, визначена стандартами P110 API. Упорними поверхнями були кінцева упорна поверхня, розташована на кінці ніпеля, і відповідна упорна поверхня муфти. Зона кромки мала на своєму зовнішньому периметрі герметизуючу поверхню «метал-метал» (довжиною 5,5 мм) в області нарізної зони і неконтактну область на своїй зовнішній кінцевій стороні. На відміну від фіг. 3, на кінцевій ділянці нарізної зони не було незчепленої різі.

Форма різі була однаковою для усіх випробовуваних деталей з конусністю 1/18, висотою 74 охоплюваної різі, яка дорівнює 1,3 мм, кроком різі, який дорівнює 5,08 мм, кутом 72 нахилу упорного торця, який дорівнює 10°, і кутом 71 нахилу робочого торця, який дорівнює 3°. Скосом упорних торців і робочих торців як для охоплюваної різі, так і для охоплюючої різі було тільки мінімальне заокруглення, як показано на фіг. 2, і упорні торці склалися, власне кажучи, тільки з однієї ділянки. Зазор 73 між упорними торцями і довжина зони кромки з'єднання змінювалися, як показано в таблиці 1.

Для кожної випробовуваної деталі затягування з'єднання припиняли відразу після прилягання упорних поверхонь ніпеля і муфти одна до одної. Результати показані в таблиці 1 і на фіг. 13.

Таблиця 1

Довжина кромки (А) (мм)	Зазор між упорними торцями (В) (мм)	А/В	Рівень прикладеного стискаючого навантаження, (% відносно межі текучості тіла труби)*						
			40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%>
15	0,10	150	О	О	О	О	О	О	О
15	0,15	100	О	О	О	Х	Х	Х	Х
15	0,20	75	О	Х	Х	Х	Х	Х	Х
20	0,10	200	О	О	О	О	О	О	О
20	0,15	133	О	О	О	О	О	О	Х
20	0,20	100	О	О	О	Х	Х	Х	Х
25	0,10	250	О	О	О	О	О	О	О
25	0,15	167	О	О	О	О	О	О	О
25	0,20	125	О	О	О	О	О	Х	Х

О: відсутня пластична деформація кромки після прикладання стискаючого навантаження;

Х: відбулася пластична деформація*.

Як можна бачити з результатів у таблиці 1 і на фіг. 13, якщо вимога даного винаходу про те, що довжина кромки щонайменше у 140 разів більша ніж зазор між упорними торцями, задоволена, навіть коли прикладається стискаюче навантаження, що відповідає 100% межі текучості тіла труби, пластичної деформації зони кромки не відбувається, і має місце тільки пружна деформація, так що опір стисканню є чудовим.

ПРИКЛАД 2

Оцінні досліді були виконані аналогічним Прикладу 1 чином, але в даному прикладі упорний торець охоплюваної різі ніпеля був поділений на першу ділянку на стороні основи і друга ділянку на стороні вершини, що мають різні кути нахилу. У даному прикладі для спрощення аналізу, як показано на фіг. 6 і 8, перша ділянка і друга ділянка упорних торців - обидві були зроблені конічними поверхнями (тобто що мають подовжній переріз уздовж осі труби, власне кажучи, утворений прямою лінією). Кут нахилу упорного торця дорівнював 10° для першої ділянки і 45° для другої ділянки. Відношення довжини кромки до зазору між упорними торцями дорівнювало 200 (зазор між упорними торцями дорівнював 0,1 мм, а довжина кромки дорівнювала 20 мм). При зміні висоти першої ділянки упорного торця мінялося відношення висоти першої ділянки до загальної висоти різі

(відношення висоти упорних торців різі в таблиці 2), як показано в таблиці 2. Додатково, при зміні діаметра кінцевої ділянки зони кромки, тобто площі кінцевої упорної поверхні ніпеля, мінялося відношення площі перерізу зчеплених (ефективних) упорних торців (= добутку висоти різі першої ділянки упорного торця охоплюваної різі й осевої довжини різі зачепленої різі) до площі перерізу тіла труби, як показано в стовпці відносин площ перерізу в таблиці 2. У даній таблиці для умов 7, 8 і 9 кінець ніпеля піддавався обтискуванню для одержання збільшеної товщини стінки і, отже, збільшеної площі перерізу кінцевої упорної поверхні на її кінці.

Був проведений аналіз за допомогою оцінки стану зони кромки (чи мала місце деформація або руйнування) після прикладання стискаючого навантаження, що відповідає 100% межі текучості тіла труби (тобто ступеня пружного стискання, обчисленого за допомогою вищеописаної формули) і зовнішнього тиску, визначеного API. Результати приведені в таблиці 2 і на фіг. 14. В таблиці 2 площа перерізу прилягаючих упорних поверхонь і загальна площа перерізу зчеплених упорних торців показані у вигляді відношення (%) до номінальної площі перерізу тіл, що з'єднуються нарізним з'єднанням труб, яка прийнята за 100%.

Таблиця 2

Умова	Відношення площ перерізу (до площі перерізу тіла труби)		Відношення висоти упорного торця (до загальної висоти різі)	Рівень прикладеного стискаючого навантаження (до межі міцності тіла труби)	Прикладений зовнішній тиск	(Довжина кромки)/ (зазор між упорними торцями різі)	Виникнення руйнування
	Площа прилягаючих упорних поверхонь	Загальна площа зчеплених упорних стовбців					
1	30%	91%	76%	100%	API 5C3	200	нема руйнування
2	30%	80%	57%	100%	API 5C3	200	нема руйнування

Продовження таб. 2

Умова	Відношення площ перерізу (до площі перерізу тіла труби)		Відношення висоти упорного торця (до загальної висоти різи)	Рівень прикладеного стискаючого навантаження (до межі міцності тіла труби)	Прикладений зовнішній тиск	(Довжина кромки)/ (зазор між упорними торцями різи)	Виникнення руйнування
	Площа прилягаючих упорних поверхонь	Загальна площа зчеплених упорних стовбців					
3	30%	48%	35%	100%	API 5C3	200	деформація кромки
4	40%	76%	76%	100%	API 5C3	200	нема руйнування
5	40%	70%	57%	100%	API 5C3	200	нема руйнування
6	40%	48%	35%	100%	API 5C3	200	деформація кромки
7	50%	76%	76%	100%	API 5C3	200	нема руйнування
8	50%	70%	57%	100%	API 5C3	200	нема руйнування
9	50%	48%	35%	100%	API 5C3	200	деформація кромки

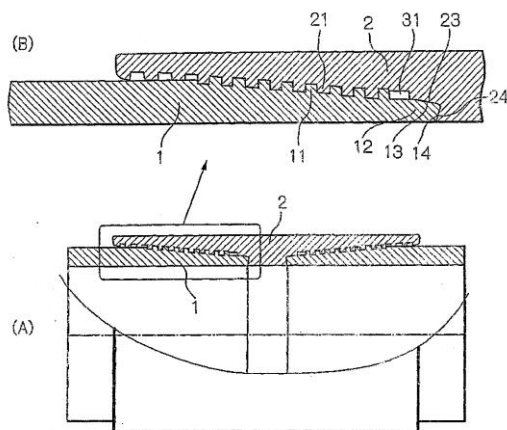
Як видно з таблиці 2 і фіг. 14, коли загальна площа перерізу зчеплених

упорних торців різи була більша, ніж різниця між номінальною площею перерізу тіла труби (100%) і площею перерізу кінцевої упорної поверхні, тобто коли було виконане наступне співвідношення, опір стисканню нарізного з'єднання перевищував опір стисканню тіл труб, і, в результаті, зона кромки не деформувалася.

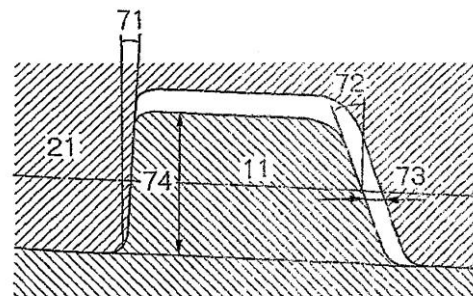
[Загальна площа перерізу зчеплених упорних

торців] > [номінальна площа перерізу тіла труби] - [площа перерізу прилягаючих упорних поверхонь]

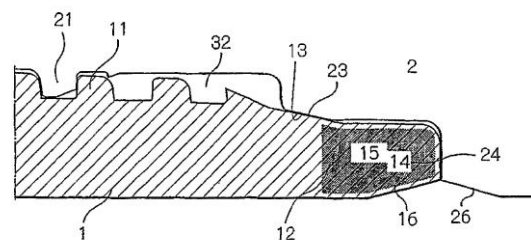
Хоча, даний винахід був пояснений у відношенні переважних втілень, ці втілення є винятково приблизними і не обмежують даний винахід. Для фахівців у даній галузі техніки очевидно, що вищенаведені втілення можуть бути змінені різними способами без відхилення від обсягу даного винаходу, описаного у формулі винаходу.



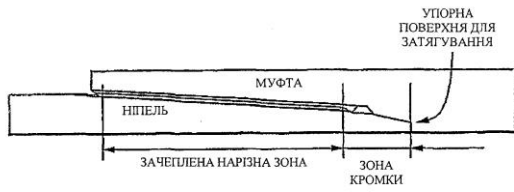
Фіг. 1



Фіг. 2



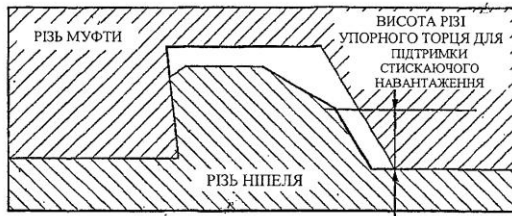
Фіг. 3



Фіг. 4



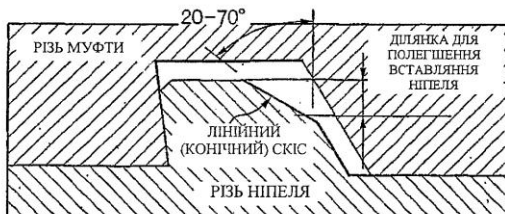
Фіг. 5



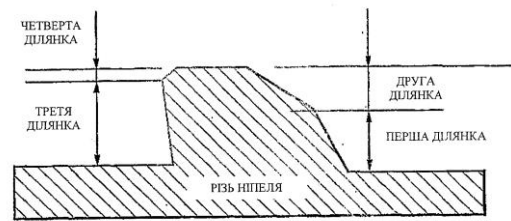
Фіг. 6



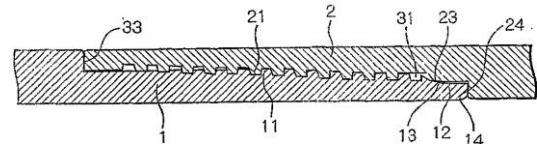
Фіг. 7



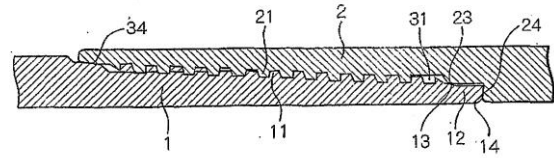
Фіг. 8



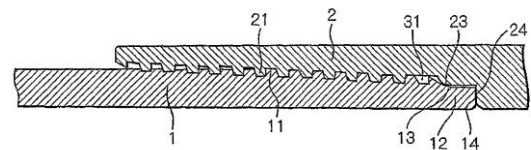
Фіг. 9



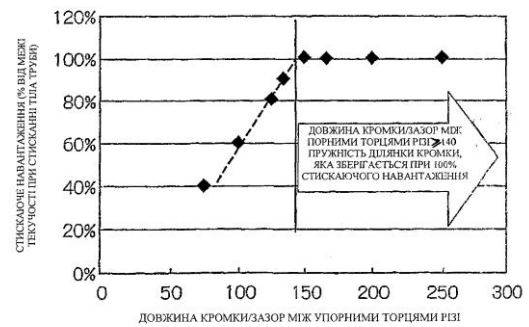
Фіг. 10



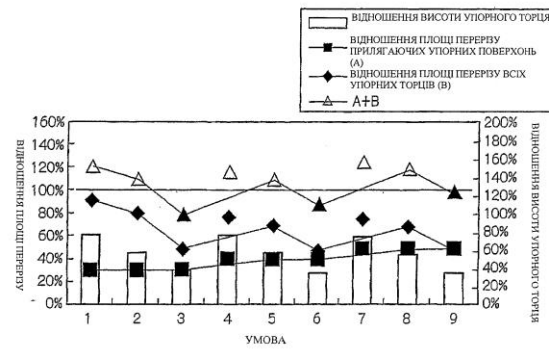
Фіг. 11



Фіг. 12



Фіг. 13



Фіг. 14