



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77931 (13) C2
(51) МПК (2006)
F16L 55/16
B23K 31/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ РЕМОНТУ ДЕФЕКТНОЇ ДІЛЯНКИ ТРУБОПРОВОДУ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ ПІД ТИСКОМ

1

(21) а200611057

(22) 20.10.2006

(24) 15.01.2007

(46) 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.

(72) Бут Віктор Степанович, Марчук Ярослав Семенович, Беккер Михайло Вікторович, Горностаєв Геннадій Петрович, Слесар Петро Федорович, Карвасарський Рафаїл Давидович, Андріїшин Михайло Петрович, Рудко Володимир Васильович, Бойко Леонід Йосипович, Подолян Олександр Петрович, Пудрий Сергій Володимирович

(73) ДОЧІРНЯ КОМПАНІЯ "УКРТРАНСГАЗ" НАЦІОНАЛЬНОЇ АКЦІОНЕРНОЇ КОМПАНІЇ "НАФТОГАЗ УКРАЇНИ"

(56) SU, 1058182, 30.05.1991

UA, 76391, 17.07.2006

UA, 36426, 15.02.2003

WO, 2006055102, 29.05.2006

UK, 2210134, 01.06.1989

RU, 2222746, 27.01.2004

UA, 53444, 15.01.2003

RU, 2267388, 10.01.2006

SU, 1680473, 30.09.1991

US, 20060137756, 29.01.2006

US, 6305719, 23.10.2001

(57) 1. Спосіб ремонту дефектної ділянки трубопроводу, який перебуває під тиском, що полягає в установленні герметичної муфти з наступним заповненням підмуфтового простору самотвердуючою масою, для реалізації якого спочатку із двох сторін дефектної ділянки встановлюють технологі-

2

чні кільця з наступним монтажем між ними частин ремонтної муфти, які зварюють між собою позовжніми швами, після чого здійснюють зварювання торців муфти із внутрішніми торцями відповідних технологічних кілець із частковим проплавленням тіла труби, який **відрізняється** тим, що після встановлення технологічних кілець з боку внутрішнього торця кожного з них із зазором монтують по тонкостінному додатковому кільцю, на яких монтують частини ремонтної муфти, торці якої розташовують над відповідними торцями тонкостінних додаткових кілець із боку технологічних кілець, далі частини розрізної ремонтної муфти притискають до тонкостінних додаткових кілець і зварюють позовжніми швами, після чого відповідні торці муфти, технологічних кілець і тонкостінних додаткових кілець зварюють із трубопроводом у зазор між кільцями.

2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що в місці установки тонкостінних додаткових кілець позовжній шов ремонтного трубопроводу зішліфовують до поверхні труби.

3. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що висоту тонкостінних додаткових кілець вибирають рівною перевищенню шва на ремонтній ділянці трубопроводу.

4. Спосіб за будь-яким з пп.1-3, який **відрізняється** тим, що для виготовлення тонкостінних додаткових кілець використовують зварювальну порошкову стрічку.

Винахід відноситься до техніки ремонту трубопроводного транспорту, переважно магістральних газопроводів великого діаметра.

При тривалій експлуатації газопроводів, на їхніх лінійних ділянках у результаті процесів корозії, механічних і хімічних впливів, з'являються численні дефекти (раковини, каверни, тріщини, свищі, спучування, розшарування металу труби, гофр і т.д.). У ряді випадків дефекти є неприпустимими для безпечної експлуатації трубопроводу.

Широко відомий спосіб ремонту лінійних ділянок газопроводу шляхом установки на аварійній ділянці труби технологічної катушки [див., напри-

клад. Правила производства капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов. ВСН 2-112-79. - Москва: ВНИИСТ, 1973, стр.34-35]. Спосіб зводиться до наступного. Аварійну ділянку трубопроводу локалізують і з неї відкачують газ. Після цього частину труби, що містить дефект, вирізають і на її місце вварюють технологічну катушку. Спосіб є радикальним, по суті таким, що повторює монтаж трубопроводу. Разом з тим, він має істотні недоліки, пов'язані із трудомісткістю, неминучістю великих фінансових витрат, обумовлених необхідністю стравлювання газу й вимушеним простоям трубопроводу.

(13) C2

(11) 77931

(19) UA

Відомий спосіб ремонту ділянок газопроводу шляхом приварювання в місцях дефектів латок дуговим методом або вибухом [див., наприклад. Новые методы ремонта линейной части магистральных газопроводов. - Москва: ВНИИСТ, 1981, стр.33-34]. Спосіб має обмежене застосування. Для його реалізації необхідне скидання тиску в газопроводі з його наступною продувкою. Спосіб не дозволяє відремонтувати трубу, що має гофр, а також дефектні зварні шви.

Відомий спосіб ремонту лінійних ділянок трубопроводів шляхом установки ремонтної муфти, заповненою клейовою композицією [див., UK Patent Application, GB, 2210134A, F16L55/16]. Спосіб може бути використаний на діючому трубопроводі. Ремонтна конструкція складається із двох напівмуфт. У процесі роботи, напівмуфти механічно з'єднуються одна з одною, утворюючи замкнену оболонку навколо ремонтуємої ділянки трубопроводу. Далі оболонка центрується за допомогою технологічних елементів (болтів), установлених в отворах корпусу. Після цього простір між трубопроводом і муфтою герметизується з обох кінців за допомогою наповнювача, що застигає (цементу, епоксидної шпаклівки й т.д.). В ізолюваний проміжок через спеціальні штуцери накачується епоксидний наповнювач, що забезпечує високу жорсткість конструкції.

Даний спосіб ремонту багатьох типів не наскрізних дефектів, набув широкого застосування на лінійних ділянках трубопроводів, що працюють під великим тиском [див., наприклад, Рекламу British Gas p/c Ripley Road, Ambergate, Derbyshire, DE 562 FZ]. Відремонтовані в такий спосіб ділянки трубопроводу, мають, як правило, більш високу міцність, чим прилеглі неушкоджені ділянки труби. Не дивлячись на велике поширення, спосіб має істотні недоліки, пов'язані з неможливістю введення епоксидного наповнювача під високим тиском. Надалі, через зміну геометричних розмірів трубопроводу через перепади тиску продукту, який перекачується, і температурних деформацій, епоксидний шар може розшаруватися, що призводить до зниження жорсткості й герметичності конструкції. Крім того, відносно низький тиск заповнення епоксидним наповнювачем простору під муфтою, не дозволяє істотно знизити окружні й осеві напруження в трубопроводі.

Відомий спосіб установки муфти на дефектну ділянку трубопроводу [див. патент Росії 2222746, F16L55/175], що є різновидом описаного раніше способу. На відміну від нього, для центрування частин розрізної муфти використовується дріт, попередньо намотаний на трубопровід. Способу властиві тіж недоліки.

Відомий спосіб ремонту дефектної ділянки трубопроводу шляхом установки на нього двошарової ремонтної муфти (див. патент України 36426). Спосіб передбачає попередню установку із двох сторін дефектної ділянки пар технологічних кілець, які приварюють до трубопроводу в зазор між ними. На кільцях збирають розрізну муфту, торці якої приварюють до поверхні крайніх кілець кутовими швами. Підмуфтовий простір заповнюють масою, що самотвердіє. Спосіб дозволяє здійснити ремонт трубопроводів, що перебувають під

тиском, добре відпрацьований на практиці. Разом з тим, спосіб відрізняється трудомісткістю й припускає підвищену витрату маси, що самотвердіє, об'єм якої залежить від товщини технологічних кілець. Виходячи з вимог до зварних з'єднань, товщина стінки муфти й технологічних кілець не повинна бути менше товщини стінки труби, що ремонтується [див. Технологічна інструкція з ремонту магістральних газопроводів під тиском із застосуванням дугового зварювання. Київ: ДК «Укртрансгаз», ІЕЗ ім.Є.О.Патона НАНУ, 2000, стор.34-40].

Відомий спосіб ремонту трубопроводу, що перебуває під тиском, шляхом установки на ньому технологічних елементів [див. авт. св. СРСР 1058182], обраний як прототип. Спосіб дозволяє здійснити ремонт дефектної ділянки трубопроводу шляхом установки на ньому частин розрізної муфти з подальшим зварюванням частин між собою. Торці муфти із заданою величиною проплавлення приварюються кільцевими швами до стінок труби. Для запобігання втрати стійкості труби через її перегрів, на певній відстані від торців муфти встановлюються кільця, за допомогою яких здійснюється приварювання. Обтискання трубопроводу із двох сторін шва (з однієї сторони муфтою, з іншої сторони технологічним кільцем) створює додаткову жорсткість труби й сприяє релаксації зварювальних напружень, що виникають при зварюванні кільцевих швів.

Спосіб дозволяє провести ремонт дефектної ділянки трубопроводу, що перебуває під тиском, частково компенсуючи при цьому як окружні, так і осеві напруження, однак не дозволяє відремонтувати трубу, що має гофр, а також дефектні зварні шви. Спосіб малоефективний для ремонту дефектів поздовжніх заводських швів, тому що не дозволяє повністю розвантажити трубу, що ремонтується, яка перебуває під тиском. Це обумовлено фізичними обмеженнями способу. Зниження окружних напружень досягається за рахунок обтискання трубопроводу ремонтною муфтою. Для цього, перед установкою муфти, тиск усередині трубопроводу знижують до мінімально можливого значення. При ремонті трубопроводу даним способом без скидання тиску, компенсуються тільки осеві напруження. Додатково розвантажити трубу, яка ремонтується шляхом заповнення підмуфтового простору масою, що самотвердіє, яка подається під тиском, порівнянним з тиском у трубопроводі в даному способі ускладнено через щільну установку ремонтної муфти на тілі труби. Під дією імпульсних навантажень, у трубі, що має дефект у поздовжньому заводському шві, будуть виникати некомпенсовані напруження, які можуть призвести до підростання дефекту уздовж шва до критичних розмірів.

Крім того, ефективність способу, прийнятого за прототип, залежить від якості притискання муфти до тіла труби. Більшість трубопроводів мають на своїй поверхні опуклості поздовжніх і кільцевих швів. Шліфування опуклостей на поверхні труби, особливо поздовжніх швів, збільшує небезпеку розкриття трубопроводу під час проведення робіт. Для більшості магістральних трубопроводів шліфування поздовжніх швів заборонено існуючими СНІП і ВСН. Для якісної установки муфти в цьому

випадку, на її внутрішній поверхні в польових умовах роблять проточки [див. Технологічна інструкція з ремонту магістральних газопроводів під тиском із застосуванням дугового зварювання. - Київ: ДК «Укртрансгаз», ІЕЗ ім.Є.О.Патона НАНУ, 2000, стор.34-40].

Процес відрізняється трудомісткістю. Крім того, у місцях проточок має місце потоншення стінки муфти уздовж всієї її довжини, що істотно знижує міцність всієї конструкції.

Крім того, у прототипі, зазор між конструктивним елементом і трубопроводом є природним концентратором напруг у напустково-стикових зварних з'єднаннях, у місцях переходу від наплавленого до основного металу, що може привести до зниження технологічної міцності, а також до зменшення ресурсу роботи зварних з'єднань за рахунок зниження їхньої опірності крихкому руйнуванню.

В основу винаходу покладене завдання підвищення якості ремонту дефектної ділянки діючого трубопроводу, що вимагає значного зниження рівня напружень у трубопроводі, шляхом установки ремонтної муфти на додаткові тонкостінні кільця. Це дозволить створити оптимальний по глибині підмуфтовий простір, заповнюваний масою, що самотвердіє, подаваної під тиском, порівнянним з тиском усередині ремонтуємого трубопроводу. Використання тонкостінних додаткових кілець, висота яких дорівнює перевищенню шва трубопроводу, дозволяє відмовитися від виготовлення проточок на внутрішній поверхні муфти й шліфування опуклості поздовжнього зварного шва трубопроводу на всю довжину ремонтної муфти, у результаті чого спрощується процес ремонту, підвищується його якість і знижується небезпека руйнування трубопроводу.

Завдання вирішується за рахунок того, що в способі ремонту дефектної ділянки трубопроводу, що перебуває під тиском, який полягає в установці герметичної муфти з наступним заповненням підмуфтового простору масою, що самотвердіє, для реалізації якого спочатку із двох сторін дефектної ділянки встановлюють технологічні кільця з наступним монтажем між ними частин розрізної ремонтної муфти, які зварюють між собою поздовжніми швами, після чого здійснюють зварювання торців муфти із внутрішніми торцями відповідних технологічних кілець із частковим проплавленням тіла труби, у відповідності з винаходом, після установки технологічних кілець, з боку внутрішнього торця кожного з них із зазором монтується по тонкостінному додатковому кільцю, на яких монтується частини ремонтної муфти, торці якої розташовують над відповідними торцями тонкостінних додаткових кілець із боку технологічних кілець, далі частини розрізної ремонтної муфти притискають до тонкостінних додаткових кілець і зварюють поздовжніми швами, після чого відповідні торці муфти, технологічних кілець і тонкостінних додаткових кілець зварюють із трубопроводом у зазор між кільцями.

Спосіб здійснюють наступним чином. Із двох сторін дефектної ділянки встановлюють технологічні кільця, що складаються з декількох частин, які зварюють поздовжніми швами без доторкання дугою тіла труби. Після цього з боку внутрішнього

торця кожного технологічного кільця із зазором монтується тонкостінні додаткові кільця. Тонкостінні додаткові кільця можуть бути виготовлені як зі стрічкового легко зварюваного матеріалу, так і з порошкової зварювальної стрічки. Висоту тонкостінних додаткових кілець вибирають рівною максимальному перевищенню шва трубопроводу в межах ремонтуємої ділянки. Ширину кожного тонкостінного додаткового кільця вибирають із умови створення додаткової жорсткості труби в районі зварювання, що гарантує збереження її стійкості при нагріванні. У загальному випадку, ширина тонкостінного додаткового кільця не повинна бути менше товщини стінки трубопроводу на ремонтуємій ділянці. Після цього, на встановлених тонкостінних додаткових кільцях монтується частини розрізної ремонтної муфти. У загальному випадку, ремонтна муфта складається із двох напівоболонки довжиною, рівною відстані між дальніми торцями тонкостінних додаткових кілець. Частини ремонтної муфти сильно притискають до тонкостінних додаткових кілець, розташувачи торці муфти над торцями додаткових кілець, після чого частини ремонтної муфти зварюють між собою поздовжніми швами, не торкаючись дугою стінки трубопроводу. Після охолодження наплавленого металу зварюють кільцеві шви, якими приварюють торці муфти, розташовані під ними торці тонкостінних додаткових кілець і внутрішні торці технологічних кілець до трубопроводу в зазор між ними. Неминуче у процесі зварювання нагрівання труби не призводить до втрати її стійкості, тому що розташоване з однієї сторони шва технологічне кільце, а з іншої тонкостінне додаткове кільце, притиснуте до трубопроводу муфтою, створюють додаткову жорсткість. Після закінчення зварювальних робіт, підмуфтовий простір заповнюється відомими способами масою, що самотвердіє, яка подається під тиском, порівнянним з тиском усередині ремонтуємого трубопроводу.

Створений необхідний рівномірний тиск в підмуфтовому просторі розвантажує ремонтуєму ділянку трубопроводу (труба починає працювати без перепаду тиску), передаючи навантаження на ремонтну муфту. Це гарантує нерозповсюдження дефекту уздовж поздовжнього шва трубопроводу при його роботі в умовах пульсуючих навантажень.

Для забезпечення щільного прилягання поверхонь тонкостінних додаткових кілець до поверхонь муфти й трубопроводу, у місці їхньої установки, поздовжній шов трубопроводу може бути локально зішліфований до рівня труби. У випадку, коли шліфування шва навіть на локальній ділянці не бажано, на внутрішній поверхні муфти можуть бути зроблені локальні проточки. З урахуванням малої ширини тонкостінних кілець, локальні проточки й локальне шліфування поздовжнього шва, не можуть істотно знизити жорсткість ремонтної конструкції.

Для підвищення якості зварного з'єднання, торці технологічних кілець і муфти можуть мати скопи, що спрощують формування зварного шва. З тією же метою тонкостінні додаткові кільця можуть виконуватися з порошкової зварювальної стрічки.

Пропонований спосіб пояснюється рисунками,

наведеними на Фіг.1-5.

На Фіг.1 представлено рисунок, що ілюструє схему установки муфти на дефектну ділянку трубопроводу. Де: 1 - трубопровід; 2 - дефектна ділянка; 3 - технологічні кільця; 4 - тонкостінні додаткові кільця; 5 - ремонтна муфта; 6 - поздовжній шов трубопроводу; 7 - маса, що самотвердіє.

На Фіг.2 показано варіант установки тонкостінного додаткового кільця після локального шліфування опуклості поздовжнього шва. Де: 1 - трубопровід; 4 - тонкостінне додаткове кільце, 5 - ремонтна муфта, 6 - поздовжній шов трубопроводу.

На Фіг.3 показано варіант установки тонкостінного додаткового кільця після виготовлення проточки на внутрішній поверхні муфти. Де: 1 - трубопровід; 4 - тонкостінне додаткове кільце, 5 - ремонтна муфта, 6 - поздовжній шов трубопроводу, 8 - проточка.

На Фіг.4 представлено рисунок, що ілюструє взаємне розташування ремонтної муфти й трубопроводу. Де: 1 - трубопровід; 5 - ремонтна муфта; 6 - поздовжній шов трубопроводу; 7 - маса, що самотвердіє.

На Фіг.5 показано варіант виконання торців муфти й кільця зі скосом. Де: 1 - трубопровід; 3 - технологічне кільце; 4 - тонкостінне додаткове кільце; 5 - ремонтна муфта.

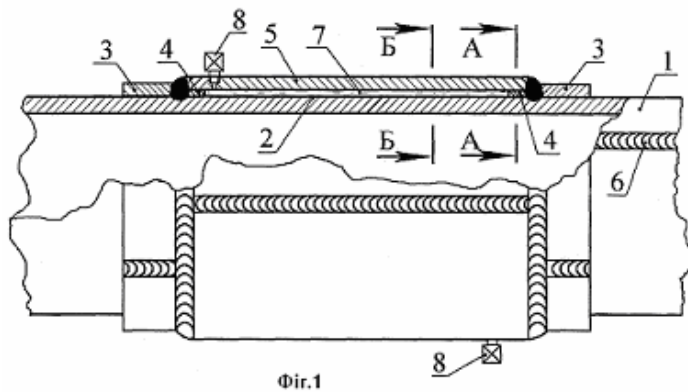
Використання тонкостінних додаткових кільць, висота яких дорівнює перевищенню шва трубопроводу, дозволяє встановити ремонтну муфту на мінімально можливій відстані від трубопроводу,

що оптимізує витрати маси, що самотвердіє, при високій якості ремонту. Установка муфти на відстані перевищення шва трубопроводу дозволяє відмовитися від шліфування опуклості поздовжнього шва трубопроводу на всій ремонтуючій ділянці й від проточок уздовж всієї внутрішньої поверхні муфти. Шліфування або проточки повинні виконуватися на незначній ділянці, рівній ширині тонкостінного додаткового кільця, що істотно підвищує міцність ремонтної конструкції й знижує небезпеку руйнування трубопроводу уздовж поздовжнього шва під час роботи.

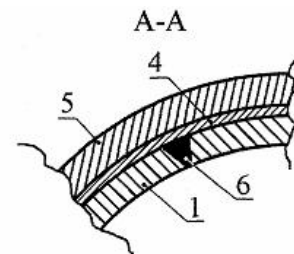
Крім того, застосування додаткових тонкостінних кільць (особливо зі зварювальної порошкової стрічки) дозволяє затупити природний концентратор напружень у вигляді міжшарового зазору проміж муфтою і трубопроводом. Що суттєво знижує рівень напружень під час формування зварних з'єднань і, як результат, зменшує вірогідність утворення в них холодних тріщин від природного концентратора напружень.

Пропонований спосіб дозволяє здійснити ремонт практично всіх видів не наскрізних дефектів трубопроводів, у тому числі дефектів поздовжніх і поперечних швів, невеликих гофрів, спучувань, вм'ятин. При цьому ремонт може проводитися без зміни режимів роботи трубопроводу, у тому числі й при максимальному внутрішньому тиску.

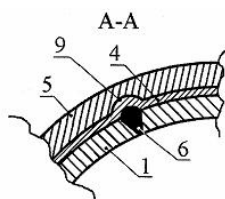
Найбільший ефект від пропонованого способу досягається при ремонті магістральних трубопроводів середнього й великого діаметра (більше 300мм).



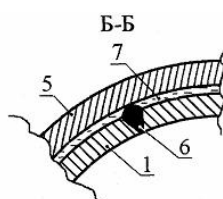
Фіг.1



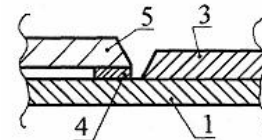
Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг.4



Фіг. 5