



УКРАЇНА

(19) UA (11) 76391 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
B23K 31/02МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ РЕМОНТУ ДЕФЕКТНОЇ ДІЛЯНКИ ДІЮЧОГО ТРУБОПРОВОДУ

1

(21) а200603259

(22) 27.03.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Андрішин Михайло Петрович, Бут Віктор Степанович, Горностаєв Геннадій Петрович, Дрогомирецький Михайло Миколайович, Карвасарський Рафаїл Давидович, Коломєєв Валентин Миколайович, Максимов Сергій Юрійович, Марчук Ярослав Семенович, Подолян Олександр Петрович, Пудрий Сергій Володимирович, Слесар Петро Федорович

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

(56) UA 36426, 16.04.2001

SU 1058182 A1, 30.05.1991

SU 1680473 A1, 30.09.1991

RU 2222746 C2, 27.01.2004

RU 2267388 C2, 10.01.2006

JP 62071530, 02.04.1987

GB 2210134 A, 01.06.1989

(57) 1. Спосіб ремонту дефектної ділянки діючого трубопроводу, який складається з установки технологічних кілець, які приварюються до трубопроводу із частковим проплавленням його стінки й розрізної муфти, виготовленої з декількох частин і розміщеної на кінцях технологічних кілець із наступним заповненням простору між трубою й муфтою самотверднучою масою, який відрізняється тим, що із двох сторін дефектної ділянки встанов-

2

люють по три технологічних кільця, розташованих у два шари, перший з яких складається із двох кілець, які приварюються до трубопроводу швом в зазор між ними, третє кільце приварюється до створеного першого шару кілець кутовими швами, а розрізну муфту встановлюють на верхній шар технологічних кілець і зварюють кутовими швами, при цьому самотверднучу масу подають у порожнину, утворену дефектною ділянкою трубопроводу й муфтою.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що товщину стінки технологічних кілець вибирають рівною 0,5 висоти гофра на дефектній ділянці трубопроводу.

3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що всі технологічні кільця мають однакові геометричні розміри по товщині й ширині.

4. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що всі кутові шви розташовують східчасто на відстані від торців кілець, яка дорівнює 3...5 товщини стінки кілець.

5. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що зазор між технологічними кільцями, що приварюють до трубопроводу, вибирають рівним 0,01 зовнішнього діаметра трубопроводу.

6. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що самотверднучу масу подають у порожнину між трубопроводом і муфтою під тиском, який дорівнює 0,5-1,0 від внутрішнього тиску в трубопроводі на час проведення ремонтних робіт.

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

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., наприклад. 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, власне кажучи таким, що повторює монтаж трубопроводу. Разом з тим, він має істотні недоліки, пов'язані із трудомісткістю, неминучістю великих

(13) C2

(11) 76391

(19) UA

фінансових витрат, пов'язаних з необхідністю стравлювання газу й вимушеним простоем трубопроводу.

Відомий спосіб ремонту ділянок газопроводу шляхом приварки в місцях дефектів латок дуговим методом або вибухом [див., наприклад. Нові методи ремонту лінійної частини магістральних газопроводів, - Москва: ВНИИСТ, 1981, стор. 33-34]. Спосіб має обмежене застосування. Для його реалізації вимагається 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]. Спосіб може бути використаний без зниження тиску в трубопроводі. Ремонтна конструкція складається із двох напівмуфт. У процесі роботи, напівмуфти механічно з'єднуються одна з одною, створюючи замкнену оболонку навколо ремонтуємої ділянки трубопроводу. Далі оболонка центрується за допомогою технологічних елементів (болтів), встановлених в отворах корпусу. Після цього простір між трубопроводом і муфтою герметизується з обох кінців за допомогою герметизуючого наповнювача (цементу, епоксидної шпаклівки й т.д.). В ізолюваний проміжок через спеціальні штуцери закачується епоксидний наповнювач, що забезпечує високу твердість конструкції.

Даний спосіб ремонту практично всіх типів не наскрізних дефектів, набув широкого застосування на лінійних ділянках трубопроводів, що працюють під високим тиском. Відремонтовані в такий спосіб ділянки трубопроводу, мають, як правило, більш високу міцність, ніж 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, що спричинена перепадами тиску продукту, який перекачується, і температурних деформацій, епоксидний прошарок може розшаруватися. Це може привести до зниження жорсткості й герметичності конструкції. Крім того, відносно низький тиск заповнення епоксидним наповнювачем простору під муфтою, з урахуванням його усадки в процесі застигання, припускає появу порожнеч. Максимальний тиск заповнення простору під муфтою обмежений міцністю ізолюючих прокладок на торцях. Установка муфти дозволяє знизити окружні напруження в стінці труби дефектній ділянці, однак не компенсує осьові навантаження, що має велике значення при дефектах у вигляді гофрів, що з'явилися в результаті механічного поздовжнього стиску трубопроводу.

Відомий спосіб установки муфти на дефектну ділянку трубопроводу (див. патент Росії 2222746, F 16 L 55/175), що є різновидом описаного вище способу. На відміну від нього, для центрування частин розрізної муфти використовується дріт, попередньо намотаний на трубопровід. Способу властиві ті ж недоліки.

Відомий спосіб ремонту трубопроводу, що перебуває під тиском, шляхом встановлення на

ньому технологічних елементів [див. авт.св. СРСР 1058182, B23K31/02]. 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 стінки труби. Для запобігання втрати стійкості стінки труби через її високотемпературне нагрівання, на певній відстані від торців муфти встановлюються кільця, за допомогою яких здійснюється зварювання в розробку. Спосіб дозволяє здійснити ремонт дефектної ділянки трубопроводу, компенсуючи при цьому як окружні, так й осьові напруження, однак не дозволяє відремонтувати трубу, що має гофр, а також дефектні зварні шви.

Відомий спосіб ремонту діючого трубопроводу шляхом встановлення на дефектну ділянку посилюючої муфти [див. патент України 36426, B23K31/02], що є прототипом винаходу, який заявляється. Для реалізації способу, із добре зварюваної сталі, меншої міцності, ніж метал трубопроводу, виготовляють муфту й технологічні кільця. Кільця встановлюються із двох сторін дефектної ділянки на попередньо зачищену поверхню трубопроводу. З кожної сторони дефектної ділянки встановлюють по два кільця з зазором між ними, рівним  $0,4-0,6t_1$  (де  $t_1$  товщини стінки труби). У свою чергу, кожне кільце виготовляють із двох частин, які зварюють між собою поздовжніми швами, не торкаючись дугою трубопроводу. Мінімальну ширину кожного кільця вибирають виходячи з вимог СНіП і ВСН до взаємного розташування зварних швів. Товщину кільця вибирають із умови забезпечення необхідного опору зрізу кільцевих швів при мінімальній витраті металу. Максимальна товщина кільця визначається технологічними обмеженнями, пов'язаними з вимогами до їхнього монтажу й зварювання.

Після установки технологічних кілець, роблять зварювання за периметром кілець уздовж зазору із частковим проплавленням стінки трубопроводу, що ремонтується. Після цього на кільця встановлюють посилюючу муфту, довжину якої вибирають таким чином, щоб її торці перебували над крайніми технологічними кільцями. Після цього частини муфти зварюються між собою поздовжніми швами, а торці приварюються до технологічних кілець кутовими швами.

Для попередження виникнення корозії, підмуфтовий простір заповнюється клейовою композицією через попередньо встановлені штуцери.

Спосіб є застосовним для ремонту більшості дефектних частин реальних трубопроводів, однак його використання обмежене при ремонті ділянок, що мають гофр. При наявності гофра, висота якого перевищує товщину технологічних кілець, встановлення посилюючої муфти буде ускладнена, а в деяких випадках неможлива.

В основу винаходу покладене завдання підвищення якості ремонту дефектних ділянок діючих трубопроводів, що мають гофр, висота якого перевищує товщину технологічних кілець, шляхом установки між посилюючою муфтою й технологічними кільцями ще одного шару

технологічних кілець. Це дозволить змонтувати посилюючу муфту над ділянкою трубопроводу, що має гофр за рахунок збільшення висоти підмуфтового простору.

Задача вирішується за рахунок того, що в способі ремонту дефектної ділянки діючого трубопроводу, що складається з установки технологічних кілець, які приварюються до трубопроводу із частковим проплавленням його стінки і розрізної муфти, виготовленої з декількох частин і розміщеної на кінцях технологічних кілець із наступним заповненням простору між трубою й муфтою самотверднучою масою відповідно до винаходу, із двох сторін дефектної ділянки встановлюють по три технологічних кільця, що розташовані у два шари, перший з яких складається з двох кілець, які приварюються до трубопроводу швом у зазор між ними, третє кільце приварюється до створеного першого шару кільця кутовими швами, а розрізну муфту встановлюють на верхній шар технологічних кілець і зварюють кутовими швами, при цьому самотверднучу масу подають у порожнину, утворену дефектною ділянкою трубопроводу й муфтою.

Спосіб здійснюється таким чином.

За результатами внутрішньотрубною діагностики виявляють дефектну ділянку трубопроводу з утвореним гофром, визначають його геометричні розміри, особливо висоту і, якщо вони перевищують припустимі нормативними документами, призначають ремонт в умовах експлуатації.

Дефектну ділянку трубопроводу, що перевищує довжину дефекту на 300-400 мм в кожну сторону, зачищають від ізоляційного матеріалу, іржі й бруду. Із двох сторін від гофра встановлюють по два технологічних кільця із заданою відстанню між ними. Відстань установки кілець від дефекту визначають виходячи з можливості більш повного прилягання кілець у місцях зварювання.

Товщину стінки технологічних кілець вибирають із умови 0,5 висоти гофра, що дозволяє перекрити дефектну ділянку розрізною муфтою. Ширина технологічних кілець однакова, і не повинна бути менше 100 мм, що визначається вимогами СНІП і ВСН до взаємного розташування зварних швів.

Кожне кільце складається із двох частин, які зварюються між собою поздовжніми швами на додаткових металевих підкладках, не торкаючись дугою стінки трубопроводу. Після цього зварюють останні шви, що з'єднують перший шар технологічних кілець із трубопроводом, для чого встановлюють зазор між ними, рівний 0,01 зовнішнього діаметра трубопроводу, що ремонтується. Величина цього зазору визначена численними методами з умови установки зазначеної конструкції на трубопроводі при робочому тиску 7,5 МПа й подальшого зниження внутрішнього тиску до нуля у випадку зупинки перекачування газу. В такому разі діють максимальні напруження в кільцевих швах напустково-стиківих з'єднань (у радіальному напрямку до осі трубопроводу), які виникають внаслідок деформації трубопроводу (зменшення діаметра) у пружній області. Вважаючи те, що ремонтні роботи на діючому

трубопроводі, як правило, виконуються при зниженому внутрішньому тиску (менш  $0,7P_{\text{раб}}$ , де  $P_{\text{раб}}$  - робочий тиск трубопроводу, що ремонтується), то й рівень напружень в зазначених зварних швах буде меншим, що при заданій ширині зазору в напустково-стиківих з'єднаннях забезпечить запас міцності кільцевих швів.

Далі, наступною технологічною операцією буде установка другого шару технологічних кілець (по одному з кожної сторони гофра) на попередньо зварені технологічні кільця першого шару, симетрично щодо кільцевих швів, і з'єднання з ними двома кутовими швами. Поздовжні шви технологічних кілець (що складаються із двох частин) зварюють із повним проваром, сплавляючи з металом технологічних кілець першого шару.

На другий шар технологічних кілець установлюють розрізну муфту, яку виготовляють із добре зварюваної сталі, і яка має внутрішній діаметр такий, що дорівнює зовнішньому діаметру технологічних кілець другого шару. Довжина розрізної муфти вибирається таким чином, щоб її торці були розташовані від країв технологічних кілець на відстані 3-5 товщин її стінки. При цьому забезпечується східчастий демпфуючий ефект і плавний розподіл напружень у місцях переходу від більш жорсткого зварного вузла (зміцнення в три шари) до менш жорсткої ділянки трубопроводу при циклічному характері навантаження внутрішнім тиском. Товщина стінки розрізної муфти не повинна бути меншою за товщину стінки трубопроводу.

Розрізну муфту встановлюють на технологічні кільця й зварюють поздовжніми швами з повним проваром. Після цього муфту зварюють із технологічними кільцями другого шару кутовими швами. З метою попередження корозійних процесів і зменшення окружних напружень у стінці трубопроводу на дефектну ділянку, в створену підмуфтову порожнину через штуцер закачують клейову композицію під тиском 0,5-1,0 від внутрішнього тиску в трубопроводі під час проведення ремонтних робіт.

Спосіб пояснюється рисунком, наданим на Фіг.1. Де: 1 - трубопровід, що ремонтується, 2-3 - перший шар технологічних кілець (2 - зовнішні кільця, 3 - внутрішні кільця), 4 - другий шар технологічних кілець (нові вперше введені елементи), 5 - посилююча розрізна муфта, 6 - штуцер, 7 - гофр, 8 - клеєва речовина.

На Фіг.2 наведені графіки, отримані в ІЕЗ ім. Є.О.Патона. Графіки ілюструють залежність ширини зазору між технологічними кільцями (напустково-стиківі з'єднання) від внутрішнього тиску в трубопроводі з товщиною стінки 16 мм на час встановлення посилюючої зварної конструкції. Де 9 - залежність для діаметра трубопроводу, що ремонтується, 720 мм, 10 - залежність для діаметра 1020 мм, 11 - залежність для діаметра 1220 мм.

Використання запропонованого способу дозволить відремонтувати ділянки діючого трубопроводу, що мають гофр і спучування. При цьому забезпечується компенсація як окружних, так й осевих напружень ділянки трубопроводу, що ремонтується.

