



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81895 (13) C2
(51) МПК (2006)
F16L 55/18МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ РЕМОНТУ ТРУБОПРОВОДУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1

2

(21) а200713975

(22) 12.12.2007

(24) 11.02.2008

(72) БУТ ВІКТОР СТЕПАНОВИЧ, UA, ЛОХМАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, UA, АНДРІШИН НАЗАР МИХАЙЛОВИЧ, UA, РУДКО ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ, UA, БОЙКО ЛЕОНІД ІОСИПОВИЧ, UA, БЯКОВ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, UA, МАТЯШ ВАСИЛЬ ІВАНОВИЧ, UA, ПОДОЛЯН ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ПУДРИЙ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ТОМАШУК ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ, UA

(73) ДОЧІРНЯ КОМПАНІЯ "УКРТРАНСГАЗ" НАК "НАФТОГАЗ УКРАЇНИ", UA, ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "НПІП КІАТОН", UA

(56)	UA,	а200713227,	25.12.2007
	UA,	72840,	15.04.2005
	UA,	75859,	15.05.2006
	UA,	77931,	15.01.2007
	RU,	2306476,	20.09.2007
	RU,	2108514,	10.04.1998
	RU,	2104439,	10.02.1998
	RU,	2005129732,	27.01.2006
	WO,	9527868,	19.10.1995
	GB,	2210134,	01.05.1989
	CZ,	1162, 16.02.1994	

(57) 1. Спосіб ремонту трубопроводу в умовах експлуатації, що включає монтаж муфти на тонкостінних кільцях, встановлення із двох боків муфти технологічних кілець, заповнювання підмуфтового простору масою, що самотвердіє, який **відрізняється** тим, що спочатку із двох боків дефектної ділянки трубопроводу встановлюють тонкостінні кільця, на яких збирають муфту, після цього з кожного боку муфти із зазором монтують технологічні кільця, далі зазори між муфтою й технологічними кільцями заповнюють термостійкою речовиною, що самотвердіє, після чого на кожному технологічному кільці встановлюють по додатковому тонкостінному кільцю, потім із двох боків муфти монтують бандажні кільця, причому внутрішні торці бандажних кілець розташовують на поверхні муфти, а зовнішні на відповідних додаткових тонкостінних кільцях, далі внутрішні торці бандажних кілець кріплять за допомогою

зварювання до поверхні муфти, а зовнішні торці бандажних кілець одночасно із зовнішніми торцями додаткових тонкостінних кілець зварюють кільцевими швами з поверхнею відповідних технологічних кілець, після цього, через спеціально виконані в бандажних кільцях отвори, порожнини, що утворилися під бандажними кільцями, заповнюють герметиком під тиском, після введення якого підмуфтовий простір заповнюють масою, що самотвердіє, і яку подають під тиском, порівнянним з тиском у трубопроводі.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після заповнювання герметиком порожнин під бандажними кільцями, проводять гідравлічні випробування герметичності підмуфтового простору.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що перед встановленням муфти, поверхню трубопроводу обробляють адгезивом.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для виготовлення додаткових тонкостінних кілець використовують зварювальну порошкову стрічку.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для ремонту протяжної ділянки, використовують багатосекційну муфту, яку складають із декількох установлених кроковим способом муфт, внутрішні торці кожної з яких стикують зі сполученими внутрішніми торцями сусідніх муфт на тонкостінних підкладних кільцях і кріплять між собою за допомогою зварювання.

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для ремонту протяжної ділянки, використовують багатосекційну муфту, яку складають із декількох установлених кроковим способом муфт, внутрішні торці кожної з яких установлюють на відповідному додатковому тонкостінному кільці, попередньо змонтованому на трубопроводі, із зазором до сполученого внутрішнього торця сусідньої муфти, після чого зазор заповнюють термостійкою речовиною, що самотвердіє, а сусідні муфти з'єднують бандажними кільцями, торці яких зварюють із поверхнею відповідних муфт кільцевими швами, після чого порожнину під бандажними кільцями заповнюють під тиском герметиком, а на завершальному етапі ремонту підмуфтовий простір кожної муфти заповнюють масою, що самотвердіє.

(13) C2

(11) 81895

(19) UA

7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що на протяжній ділянці трубопроводу ремонтні конструкції встановлюють кроковим способом, причому для стикування сусідніх ремонтних конструкцій використовують загальне технологічне кільце.

8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що перед установкою технологічних кілець, на їхню внутрішню поверхню, а також на попередньо очищені ділянки трубопроводу в місцях установки технологічних кілець наносять шар термостійкої антикорозійної речовини.

Винахід відноситься до техніки ремонту трубопровідного транспорту, переважно магістральних газопроводів високого тиску.

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

У цей час, для ремонту діючих трубопроводів, велике поширення одержав муфтовий ремонт, що полягає в установці навколо дефектної ділянки замкнутої твердої оболонки, наповненої компаундом. Для ефективного ремонту дефектної ділянки труби, потрібно максимально знизити окружні напруження, передавши навантаження на зовнішню оболонку. Це може бути здійснено декількома способами. По-перше, муфта може бути встановлена на трубопровід при зниженому тиску, тобто, що має мінімальний діаметр. У цьому випадку, при підвищенні внутрішнього тиску й пов'язаного із цим збільшення діаметра, муфта обтискує трубу, беручи на себе частину навантаження. Однак при цьому необхідна зміна режимів транспорту продукту. По-друге, при установці муфти, трубопровід може бути примусово стиснутий, для чого потрібні дорогі зовнішні пристрої й пристосування. По-третє, у підмуфтовому просторі може бути створено тиск, порівняний з тиском усередині трубопроводу, однак для цього потрібна надійна герметизація торців муфти.

Відомий спосіб ремонту лінійних ділянок трубопроводів шляхом установки ремонтної муфти, заповненою клейовою композицією [UK Patent Application, GB, 2210134A]. Ремонтна конструкція складається із двох напів-муфт. У процесі монтажу, напівмуфти механічно з'єднують один з одним, утворюючи замкнуту оболонку навколо ремонтної ділянки трубопроводу. Далі оболонку центрують за допомогою технологічних елементів (болтів), установлених в отворах корпусу. Після цього простір між трубопроводом і муфтою герметизують з обох кінців за допомогою компаунду, що самотвердіє (цементу, епоксидної шпаклівки й т.д.). В ізолюваний проміжок через спеціальні штуцери накачують епоксидну суміш, що забезпечує високу жорсткість конструкції.

Даний спосіб ремонту практично всіх типів некрізних дефектів, набув широкого застосування на лінійних ділянках трубопроводів, що працюють

під високим тиском. Відремонтовані в такий спосіб ділянки трубопроводу, мають, як правило, більше високу міцність, чим прилягаючі неушкоджені ділянки труби. Незважаючи 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, що перекачується, і температурних деформацій, епоксидний шар може розшаровуватися, що призводить до зниження твердості й герметичності конструкції. Крім того, відносно низький тиск заповнення епоксидним компаундом простору під муфтою, з урахуванням його усадки в процесі затвердіння, допускає появу порожнеч. Максимальний тиск заповнення простору під муфтою обмежено міцністю ізолюючих прокладок на торцях. Для істотного зниження окружних напружень у ремонтній трубі, установку муфти проводять при зниженому тиску в трубопроводі, що в більшості випадків реальної експлуатації магістральних газопроводів є небажаним.

Відомий спосіб установки муфти на дефектну ділянку трубопроводу [патент Росії 2222746], що є різновидом описаного раніше способу. На відміну від його, для центрування частин розрізної муфти використовують дріт, попередньо намотаний на трубопровід. Способу властиві ті ж недоліки.

Відомий спосіб ремонту локальних ушкоджень трубопроводів [патент Росії 2104439]. Спосіб заснований на використанні розрізної муфти, частини якої збирають на ремонтній ділянці трубопроводу й центрують за допомогою болтів, утворюючи навколо труби замкнуту оболонку. Надалі простір під муфтою ізолюють за допомогою еластичної прокладки й фланців, після чого заповнюють під тиском епоксидною сумішшю. Даний спосіб дозволяє здійснити якісний ремонт трубопроводу. Запресовування епоксидного наповнювача в простір під муфтою здійснюють при високому тиску. У результаті цього простір гарантовано заповнюється епоксидною сумішшю. Крім того, стінки муфти піддаються розтягуванню, а трубопроводу - стиску. Це дозволяє компенсувати зміну геометричних розмірів трубопроводу через перепади тиску й зменшення обсягу епоксидного прошарку в процесі усадки. Разом з тим, для реалізації способу потрібні трудомісткі роботи із центрування муфти, сама конструкція відрізняється складністю через наявність розрізних фланців. Потрібно склеювання ущільнювальних прокладок.

Відомий спосіб ремонту лінійної ділянки трубопроводу [патент України №72840, аналогічний патент Росії 2292512]. Спосіб є розвитком попереднього, у якому центрування елементів муфти здійснюють за допомогою кільцевого шлангу. Спосіб відрізняється складністю через необхідність установки фланців.

Відомий спосіб ремонту дефектної ділянки діючого трубопроводу [патент України 75859], при якому із двох сторін дефектної ділянки встановлюють по два технологічних кільця, на яких монтують ремонтну муфту. У порожнину між парними кільцями запресовують герметик, після чого підмуфтовий простір заповнюють масою, що самотвердіє. Застосування способу припускає можливість істотного зниження напружень у ремонтній трубі, однак допускає перетікання герметика через зазори, неминучі при установці товстостінних кілець. Пропонована конструкція не дозволяє здійснити додаткову герметизацію зазорів між кільцями й муфтою, у зв'язку із чим, спосіб має обмежене застосування.

Відомий спосіб ремонту діючого трубопроводу [патент Росії 2306476], що полягає в наступному. На дефектну ділянку трубопроводу встановлюють металеву муфту й герметизують із двох сторін зазор між трубопроводом і муфтою, для чого накладають манжету на трубопровід шляхом нанесення адгезиву й наливки композитного матеріалу на поверхню трубопроводу, що примикає до встановленої муфти, до вирівнювання зовнішніх діаметрів манжети й муфти. Після цього виконують композитний бандаж, який розташовують на зовнішніх поверхнях муфти й манжети. Таким чином, герметизація торців муфти забезпечується за рахунок адгезії композитного бандажу до труби й муфти. Спосіб непередбачає створення підвищеного тиску в підмуфтовому просторі через те, що в цьому випадку, ремонтна труба буде піддаватися посиленому стиску (на магістральних трубопроводах великого діаметра 1200-1400мм і максимальній зміні тиску, реальний діаметр може змінюватися в межах декількох міліметрів). На манжету бандажу будуть діяти значні сили, спрямовані як у радіальному, так і в осьовому напрямку. Разом з тим відомо, що міцність композитних матеріалів на зрушення значно уступає міцності на відрив. При високому тиску в підмуфтовому просторі це може привести до розгерметизації муфти й зниженню якості ремонту.

Відомий спосіб ремонту дефектної ділянки трубопроводу, що перебуває під тиском [див. патент України 77931], обраний як прототип. Спосіб здійснюють у такий спосіб. Із двох сторін дефектної ділянки встановлюють тонкостінні кільця, висоту яких вибирають такою, що дорівнює максимальному перевищенню шва трубопроводу в межах ремонтної ділянки. Після цього, на встановлених тонкостінних кільцях монтують частини розрізної ремонтної муфти. У загальному випадку, ремонтна муфта складається із двох напівоболонки довжиною, що дорівнює відстані між далекими торцями тонкостінних додаткових кілець. Частини ремонтної муфти сильно

притискають до тонкостінних додаткових кілець, розташованих торці муфти над торцями додаткових кілець, після чого частини ремонтної муфти зварюють між собою поздовжніми швами, не торкаючись дугою стінки трубопроводу. З боку зовнішніх торців муфти із зазором встановлюють технологічні кільця, що складаються з декількох частин, які зварюють поздовжніми швами без торкання дугою тіла труби. Після остигання 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, забезпечуючи тим самим герметичність підмуфтового простору. Після закінчення зварювальних робіт, підмуфтовий простір заповнюють відомими способами масою, що само-твердіє, яку подають під тиском, порівняним з тиском усередині ремонтного трубопроводу.

Спосіб, обраний за прототип, має обмежене застосування на трубопроводах, що працюють при високому тиску (більше 5МПа), на яких у силу технічних або інших причин не допускається зміна режимів транспорту продукту на час проведення ремонтних робіт. Для ефективного розвантаження дефектної ділянки, необхідно, щоб тиск у підмуфтовому просторі було порівняно з тиском у трубопроводі. У цьому випадку, кільцеві зварні шви будуть піддаватися розклиненню. Якщо зварні шви, що зв'язують муфту із трубою, накладалися при максимальному тиску (а, отже, при максимальному діаметрі трубопроводу), після запресовування маси, що самотвердіє, у них будуть діяти неприпустимі напруження, що знижують надійність ремонтної конструкції. Крім того, спосіб не передбачає контроль якості монтажу муфти після виконання робіт.

Завданням пропонованого винаходу є забезпечення можливості безпечної установки посилюючого конструктивного елемента на дефектній ділянці трубопроводу без зниження в ньому тиску (що є обов'язковою умовою при використанні дугового зварювання), а також підвищення якості ремонту дефектної ділянки трубопроводу за допомогою муфти, що не приварюється до труби, за рахунок додаткового ущільнення торців муфти. Це забезпечить герметичність під-муфтового простору навіть при високому тиску запресовування маси, що самотвердіє. У свою чергу, це дозволить більш ефективно розвантажити ремонтну трубу, забезпечивши високу якість ремонту без зниження тиску в трубопроводі.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що в способі ремонту трубопроводу в умовах експлуатації, що включає монтаж муфти на тонкостінних кільцях, установку із двох сторін муфти технологічних кілець, заповнення підмуфтового простору масою, що самотвердіє, відповідно до винаходу, спочатку із двох сторін дефектної ділянки трубопроводу встановлюють тонкостінні кільця, на яких збирають муфту, після цього з кожної сторони муфти із зазором монтують технологічні кільця, далі зазори між муфтою й

технологічними кільцями заповнюють термостійкою речовиною, що самотвердіє, після чого на кожному технологічному кільці встановлюють по додатковому тонкостінному кільцю, потім із двох сторін муфти монтують бандажні кільця, причому внутрішні торці бандажних кілець розташовують на поверхні муфти, а зовнішні на відповідних додаткових тонкостінних кільцях, далі внутрішні торці бандажних кілець кріплять за допомогою зварювання до поверхні муфти, а зовнішні торці бандажних кілець одночасно із зовнішніми торцями додаткових тонкостінних кілець зварюють кільцевими швами з поверхнею відповідних технологічних кілець, після цього через спеціально зроблені в бандажних кільцях отвори, порожнини, що утворилися під бандажними кільцями, заповнюють герметиком під тиском, після введення якого, підмуфтовий простір заповнюють масою, що самотвердіє, що подають під тиском, порівняним з тиском у трубопроводі.

Спосіб здійснюють у такий спосіб.

Поверхню трубопроводу в межах ремонтної ділянки очищають від ізоляції, бруду, іржі й обробляють адгезивом. Після цього із двох сторін дефектної ділянки трубопроводу встановлюють тонкостінні кільця, на яких збирають частини розрізної муфти. У загальному випадку, ремонтна муфта складається із двох напівоболонк довжиною, більшою або рівної відстані між далекими торцями тонкостінних додаткових кілець. Частини ремонтної муфти сильно притискають до тонкостінних додаткових кілець, після чого частини ремонтної муфти зварюють між собою поздовжніми швами, не торкаючись дугою стінки трубопроводу. З боку зовнішніх торців муфти із зазором установлюють технологічні кільця, що складаються з декількох частин, які зварюють поздовжніми швами без торкання дугою тіла труби. Після цього кільцеві зазори заповнюють термостійкою речовиною, що самотвердіє, та зберігає еластичність після затвердіння. Далі на кожне технологічне кільце встановлюють по додатковому тонкостінному кільцю. Додаткові тонкостінні кільця виконують із металу, що добре зварюється, або порошкової зварювальної стрічки. Після установки додаткових тонкостінних кілець на них монтують бандажні кільця. Внутрішні торці бандажних кілець розташовують на поверхні муфти, а зовнішні торці сполучають із зовнішніми торцями додаткових тонкостінних кілець. Після монтажу, зовнішні торці бандажних кілець разом із зовнішніми торцями додаткових тонкостінних кілець зварюють із поверхнею відповідних технологічних кілець кільцевими кутовими швами. Внутрішні торці бандажних кілець за допомогою зварювання кріплять до поверхні муфти. Після цього, через штуцери, установлені в спеціально виконаних отворах у нижній частині бандажних кілець, заповнюють герметиком порожнини під бандажними кільцями. Після появи герметика в дренажних отворах, виконаних у верхніх частинах бандажних кілець, дренажні отвори закривають заглушками, а тиск на герметик піднімають до

розрахункового рівня. Під дією тиску на герметик, кільцеві прокладки, утворені термостійкою речовиною, що самотвердіє, деформуються, додатково ущільнюючи зазори, що зв'язують підмуфтовий простір із зовнішнім середовищем.

Після формування ущільнювачів, проводять гідравлічні випробування герметичності підмуфтового простору за допомогою рідини, що містить адгезив, наприклад, за допомогою розчину ортофосфорної кислоти. При позитивних результатах випробувань, підмуфтовий простір заповнюють відомими способами масою, що самотвердіє, під тиском, порівняним з тиском усередині ремонтного трубопроводу.

Під час запресовування маси, що самотвердіє, тиск у підмуфтовому просторі зростає, що призводить до розвантаження ремонтної труби, зовнішній діаметр якої зменшується. Одночасно маса, що самотвердіє, передає тиск на сформовані в зазорах ущільнювачі, які, деформуючись, перешкоджають протіканню маси під технологічними кільцями.

Пропонований спосіб може бути використаний і для ремонту протяжних ділянок трубопроводу. У цьому випадку, муфту становлять із декількох частин, торці яких стикають на тонкостінних підкладних кільцях і кріплять між собою за допомогою зварювання. Висоту тонкостінних підкладних кілець вибирають такою, що дорівнює товщині тонкостінних кілець. У деяких випадках застосування пропонованого способу виникає необхідність поділу загального підмуфтового простору на відносно невеликі зони з послідовним заповненням кожної зони масою, що самотвердіє. Така необхідність може виникнути, наприклад, при проведенні робіт з підвищення категорії ділянки трубопроводу, що має значну довжину, при якому трубу послідовно звільняють від ґрунту й після посилення закопують. У таких випадках, багатосекційну муфту становлять із декількох установлених кроковим способом муфт. Внутрішні торці кожної з муфт установлюють на відповідному додатковому підкладному кільці, попередньо змонтованому на трубопроводі, із зазором до сполученого внутрішнього торця сусідньої муфти. Після цього кільцевий зазор заповнюють термостійкою речовиною, що самотвердіє, а сусідні муфти з'єднують бандажними кільцями. Торці бандажних кілець зварюють із поверхнею відповідних муфт кільцевими кутовими швами, після чого порожнину під додатковими бандажними кільцями заповнюють під тиском герметиком. У результаті цього, підмуфтовий простір виявляється розділеним на зони, герметично розділені за допомогою сформованих ущільнювачів. На завершальному етапі ремонту підмуфтовий простір кожної зони заповнюють масою, що самотвердіє.

Протяжні ділянки трубопроводів можуть бути відремонтовані також за допомогою розглянутих ремонтних конструкцій, установлених кроковим способом. Такий варіант можливий, наприклад, при необхідності ремонту ділянки трубопроводу між раніше встановленими ремонтними конструкціями. У цьому випадку, для стикування

сусідніх ремонтних конструкцій використовують загальне технологічне кільце.

Спосіб пояснюється рисунками, показаними на фігурах 1-8. Фіг.1 ілюструє операції способу «установка тонкостінних кілець, монтаж муфти». Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфта; 4 - підмуфтовий простір.

Рисунок-«а фіг.2 ілюструє операцію способу «установка технологічних кілець». Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфта; 4 - підмуфтовий простір; 5 - технологічні кільця.

Фіг.3 ілюструє операцію способу «попередня герметизація торців муфти». Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфта; 4 - підмуфтовий простір; 5 - технологічні кільця; 6 - термостійка речовина, що самотвердіє.

Фіг.4 ілюструє операції способу «установка додаткових тонкостінних кілець, установка бандажних кілець». Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфта; 4 - підмуфтовий простір; 5 - технологічні кільця; 6 - термостійка речовина, що самотвердіє; 7 - додаткові тонкостінні кільця; 8 - бандажні кільця; 9 - кільцеві зварні шви.

Фіг.5 ілюструє операцію способу «заповнення порожнеч під бандажними кільцями герметиком». Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфта; 4 - підмуфтовий простір; 5 - технологічні кільця; 6 - термостійка речовина, що самотвердіє; 7 - додаткові тонкостінні кільця; 8 - бандажні кільця; 9 - кільцеві зварні шви; 10 - шприц; 11 - герметик.

Фіг.6 ілюструє операцію способу «заповнення підмуфтового простору масою, що самотвердіє». Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфта; 5 - технологічні кільця; 6 - термостійка речовина, що самотвердіє; 7 - додаткові тонкостінні кільця; 8 - бандажні кільця; 9 - кільцеві зварні шви; 11 - герметик; 12 - насос; 13 - манометри; 14 - маса, що самотвердіє.

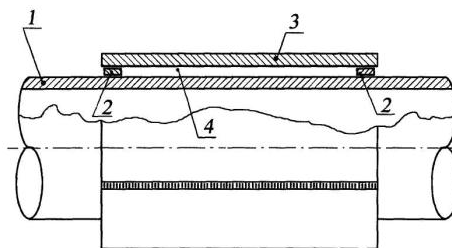
Фіг.7 ілюструє застосування пропонованого способу при ремонті протяжних ділянок трубопроводу шляхом використання багатосекційної муфти. Де: 1 - трубопровід; 5 - технологічні кільця; 8 - бандажні кільця; 9 - кільцеві зварні шви; 14 - маса, що самотвердіє; 15 - багатосекційна складова муфта; 16 - підкладне кільце.

Фіг.8 ілюструє застосування пропонованого способу при ремонті протяжних ділянок трубопроводу шляхом поділу підмуфтового простору на герметичні зони. Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфти; 5 - технологічні кільця; 6 - термостійка речовина, що самотвердіє; 8 - бандажні кільця; 9 - кільцеві зварні шви; 11 - герметик; 14 - маса, що самотвердіє.

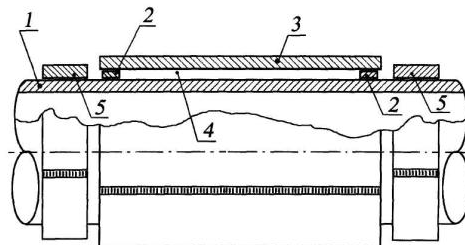
Фіг.9 ілюструє використання пропонованого способу при ремонті протяжних ділянок трубопроводу шляхом установки ремонтних конструкцій кроковим способом. Де: 1 - трубопровід; 2 - тонкостінні кільця; 3 - муфти; 6 - термостійка речовина, що самотвердіє; 7 - додаткові тонкостінні кільця; 8 - бандажні кільця; 9 - кільцеві зварні шви; 14 - маса, що самотвердіє; 17 - загальне технологічне кільце.

Використання пропонованого способу дозволяє ефективно відремонтувати дефектну ділянку трубопроводу без зниження тиску продукту, що перекачується, знизивши окружні напруження до мінімального рівня.

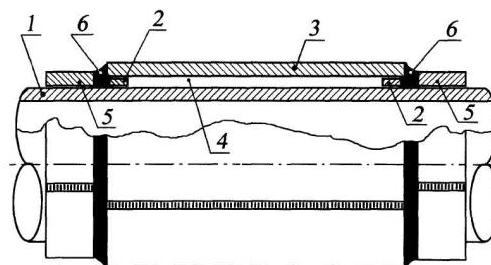
Запропонований спосіб може знайти застосування на магістральних газопроводах високого тиску, як для локального ремонту, так і для посилення протяжної ділянки трубопроводу з метою підвищення його категорії.



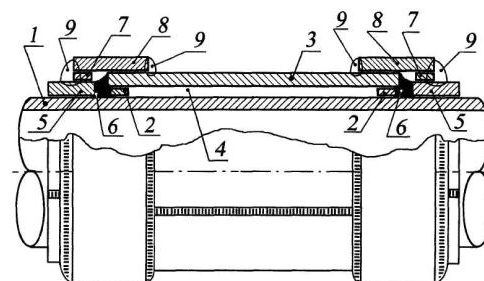
Фіг.1



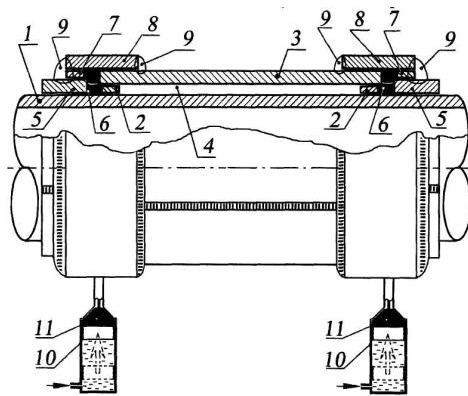
Фіг.2



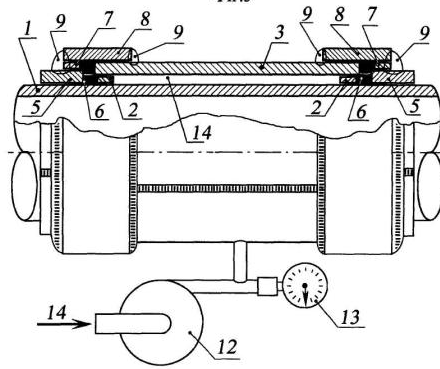
Фіг.3



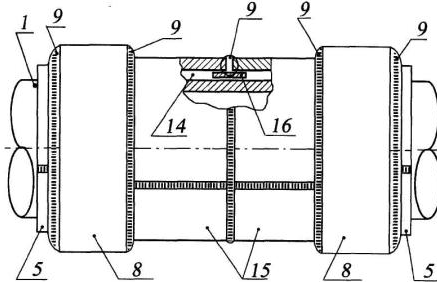
Фіг.4



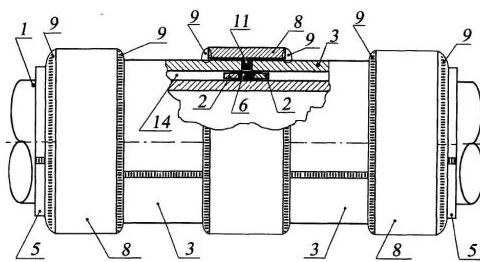
Фиг. 5



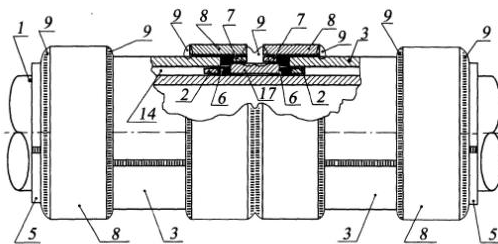
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9