



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43224 (13) U  
(51) МПК (2009)  
F16L 1/028МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ РЕМОНТУ ТА УКЛАДАННЯ МАГІСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДУ

1

2

(21) u200901991

(22) 05.03.2009

(24) 10.08.2009

(46) 10.08.2009, Бюл. № 15, 2009 р.

(72) ЗАКІН ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-  
ЛЬНІСТЮ "ТРУБРЕМОНТ"(57) Спосіб ремонту та укладання магістрального  
трубопроводу в траншеї, при якому під трубопро-

водом створюють шар підсипки, однією зі складо-  
вих якої є ґрунт, який **відрізняється** тим, що для  
створення підсипки під трубопроводом укладають  
шар бентоніту та утрамбовують його до рівня 0,25-  
0,30м, зверху нього укладають шар ґрунту та  
утрамбовують його до рівня 0,40-0,50м, після чого  
утворену підсипку поливають водою.

Корисна модель відноситься до трубопровід-  
ного транспорту і може бути використаною при  
укладанні та ремонті підземних магістральних тру-  
бопроводів. Найбільш поширеного застосування  
вона матиме при укладанні та ремонті аміакопро-  
водів.

Транспортування рідких та газоподібних про-  
дуктів на великі відстані традиційно здійснюють  
через траншейні трубопроводи, які укладають під  
землею, поблизу її поверхні. По підземним сталь-  
ним трубам забезпечується теплопостачання, цир-  
кулює вода, газ, нафтопродукти, виводяться кана-  
лізаційні стоки і т.п. Такий вид транспортування на  
сьогодні признаний найменш витратним і безпеч-  
ним.

Метод траншейного укладання трубопроводів  
забезпечує високу ступінь їх захисту від впливу  
зовнішніх факторів. Але в процесі роботи підземні  
трубопроводи перебувають під дією багатогранно-  
го руйнівного впливу: під тиском продукту, що  
транспортується, під дією зміни температур, під  
вібраційними навантаженнями, постійним тиском  
ґрунту тощо. Тому при прокладанні трубопроводу  
великого значення надають створенню умов, за  
яких він буде максимально убезпечений від по-  
шкоджень та руйнувань. В першу чергу це стосу-  
ється траншеї - її дно повинно бути спланованим  
так, щоб трубопровід на всій протяжності лежав на  
ґрунті рівномірно, без провисань, які провокують  
додаткові напруження на його стінках. Для цього  
труби укладають на так звану "подушку", або під-  
сипку, яка в ідеальному випадку повинна бути  
щільною та добре утрамбованою.

Для убезпечення труб від пошкоджень, корозії  
та інших руйнувань їх зовнішню поверхню покри-

вають ізоляційним шаром, та довготривала експлуатація трубопроводу все ж призводить до ви-  
ходу з ладу як ізоляції, так і самої труби. Ситуація  
особливо ускладнюється у разі, коли в критичному  
положенні опиняється трубопровід, по якому пере-  
качується такий небезпечний продукт, як аміак, де  
навіть випадкові викиди його в атмосферу є не-  
припустимими.

Для проведення ремонту або усунення серйоз-  
них пошкоджень перш за все необхідно зробити  
потрібну ділянку труби доступною для обслугову-  
вання. В залежності від ситуації та складності ро-  
біт, які мають бути здійснені, трубопровід ремон-  
тують двома шляхами - виймаючи або ж не  
виймаючи його з траншеї. І в тому, і в іншому разі  
після проведення ремонту під трубопроводом та-  
кож створюють підсипку, як і при прокладанні.

Прикладом проведення ремонту плівкової ізо-  
ляції підземного магістрального трубопроводу мо-  
же бути спосіб, описаний в а. с. СРСР №1687993  
(МПК: F16L1/26, опубл. 30.10.91 в Бюл. №40).  
Ремонтні роботи здійснюються у такій послідовно-  
сті: спочатку розкривають траншею над трубопро-  
водом, потім за допомогою трубоукладачів кра-  
нів піднімають його на так звані „м'яких  
рушниках", щоб запобігти руйнуванню старої ізо-  
ляції. Далі на трубопровід наносять шар органічно-  
го в'язучого - рідкого бітуму, бітумної емульсії чи  
спеціального в'язучого для магістральних трубо-  
проводів. Після проведення цих операцій на дні  
траншеї бульдозером створюють шар підсипки із  
суміші ґрунту і органічного в'язучого. Трубопровід  
опускають на шар підсипки і обсипають його такою  
ж сумішшю ґрунту і в'язучого. По закінченні обси-  
пання траншею засипають звичайним ґрунтом.

(19) UA (11) 43224 (13) U

Очевидно, що для обслуговуючого персоналу проведення ремонтних робіт на поверхні землі є набагато зручнішим, аніж безпосередньо в траншеї, що є безумовною перевагою описаного способу. Але в той же час така методика ремонту має суттєві недоліки, які виявляються перш за все у необхідності виконання трудомістких і дорогокоштуючих операцій по підйому трубопроводу. Та і сама операція підйому пов'язана з чималим ризиком - адже при підніманні важкої труби краном існує велика ймовірність виникнення непередбачуваних деформаційних згинаючих напружень в місцях зварювальних стиків, а також порушення ізоляції на ділянках, де вона могла б ще бути придатною для подальшої експлуатації. А, наприклад, для такого об'єкту, як працюючий аміакопровід, будь-які маніпуляції з трубою є особливо небезпечними.

До недоліків цього способу слід також віднести той факт, що шар підсипки, утворений із суміші ґрунту та перероблених нафтопродуктів (рідкого бітуму, бітумної емульсії), є малоефективним для створення надійної утримуючої „подушки” під трубою, до того ж нафтопродукти, просочуючись крізь ґрунт, надходять до водного шару, забруднюючи його.

Більш перспективним з позиції забезпечення мінімального ризику при проведенні ремонту та екологічної безпеки є спосіб, викладений в патенті РФ №2320915С2 (МПК: F16L/1/028, опубл. 2003.12.10). Згідно цього способу розкриття укладеної під землю труби здійснюється в три етапи: на першому етапі за допомогою гідравлічного екскаватора знімається ґрунт над заглибленою трубою, на другому етапі виймається ґрунт поруч із заглибленою трубою, і на третьому - вилучається ґрунт з-під труби. Вивільнена таким чином труба підлягає ремонту. Процес засипання відремонтованої труби передбачає проведення операцій у зворотному порядку: на першому етапі засипають частину траншеї, що знаходиться біля бокових сторін труби і під нею, на другому - за допомогою гідравлічного екскаватора ущільнюють ґрунт, який був уміщений в траншею на першому етапі зворотного засипання, і на третьому етапі - засипають ту частину траншеї, що знаходиться над заглибленою трубою.

Як видно з цього опису, шар підсипки під трубою створюють, засипавши під неї ґрунт і утрамбовуючи його гідравлічним екскаватором. Слід зазначити, що з урахуванням реальних умов експлуатації трубопроводу, при яких він завжди піддаватиметься руйнівній дії оточуючого його середовища, створити надійний і щільний шар підсипки („подушку”) з одного лише ґрунту досить проблематично, хоч як би ретельно не було здійснене його ущільнення. Через деякий час ґрунтові води, сезонні опади, температурні коливання та інші негативні фактори поступово послаблять шар підсипки, що може призвести до провисання трубопроводу. До того ж важко створити такий ґрунтовий шар, щоб він мав однакову висоту та щільність по всій протяжності труби, через що підтримуюча дія „подушки” є неоднаковою по довжині труби, і в місцях значних локальних навантажень на трубу

можуть виникнути руйнівні деформаційні напруження.

За найближчий аналог корисної моделі прийнятий спосіб ремонту та укладання магістрального трубопроводу в траншеї, при якому під трубопроводом створюють шар підсипки, однією зі складових якої є ґрунт (патент РФ №2183783, МПК: F16L/1/028, опубл. 2002.06.20).

Безумовною перевагою представленого в цьому патенті способу ремонту є те, що він може бути проведений безпосередньо в траншеї без необхідності залучення громіздких технічних засобів для витягування труби на поверхню. Але в той же час він має суттєвий недолік, причиною якого є недосконалість складу шару підсипки.

Так, для створення шару підсипки змішують ґрунт з органічним в'язким, в якості якого застосовують рідкий бітум, бітумну емульсію, тяжкі залишки продуктів нафтопереробки або спеціальне в'язке для магістральних трубопроводів.

Про негативні наслідки застосування такого виду в'язкого було сказано вище (а. с. СРСР №1687993) - це, перш за все, недостатня надійність такого шару як „підтримуючої подушки” для труби, а також те, що шар підсипки, утворений із суміші ґрунту та перероблених нафтопродуктів, є екологічно небезпечним.

Перелік недоліків такої підсипки можна доповнити і тим, що субстанція з ґрунту та похідних нафти є легкодоступною для проникнення ґрунтових вод, а це означає, що вона не здатна бути надійним захистом труби від дії вологи. Крім того, через нерівномірність висоти нанесеного шару та недостатню пружність підсипки не в змозі в повній мірі компенсувати тиск, який спричиняє на неї труба, на яку, в свою чергу, тисне верхній шар землі. А це може призвести до просідань труби та виникнення в ній деформаційних напружень, а в перспективі - мікротріщин та свищів, особливо в місцях, що припадають на зону зварного з'єднання труби.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення ефективності способу ремонту та укладання магістрального трубопроводу шляхом удосконалення процесу формування підсипки, зокрема, оптимізації її якісного складу поєднанням ґрунту з бентонітом та зволоженням підсипки водою, що призводить до набухання бентоніту і рівномірного розподілення тиску на трубу з боку підсипки, а також забезпечує надійну гідроізоляцію трубопроводу.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі ремонту та укладання магістрального трубопроводу в траншеї, при якому під трубопроводом створюють шар підсипки, однією зі складових якої є ґрунт, згідно до корисної моделі, для створення підсипки під трубопроводом укладають шар бентоніту та утрамбовують його до рівня 0,25-0,30м, зверху нього укладають шар ґрунту та утрамбовують його до рівня 0,40-0,50м, після чого утворену підсипку поливають водою.

Ознаки, що відрізняють запропонований спосіб проведення ремонту трубопроводу від подібних ремонтних технологій, описаних згідно відомого рівня техніки, обумовлюють технічний результат,

який досягається в процесі реалізації цього технічного рішення.

Застосування бентоніту у складі підсипки надає останній властивостей, завдяки яким трубопровід не тільки убезпечується від впливу безнапірних ґрунтових вод, а і надійно підтримується у сталому положенні утримуючою "подушкою", яка до того ж є екологічно безпечною.

Такий ефект зумовлений специфічними фізико-хімічними властивостями бентоніту. Бентоніт є природним мінералом, що має високу пластичність та в'язучу здатність (клейкість), що пов'язано із особливими властивостями матеріалу монтморилоніту, з якого, власне, і складається бентоніт. На відміну від інших глиноутворюючих мінералів, структура монтморилоніту така, що вода може проникати в його кристалічну решітку і розсовувати окремі пластинчасті шари кристалу. Завдяки цьому вода здатна змочувати площу, рівну сумарній поверхні всіх шарів кристалу. В монтморилоніті товщина одного шару кристалу близько 1 мкм, в той час як в інших подібних мінералах - більше 20 мкм. Через це бентоніт краще втягує вологу, інтенсивніше набухає і завдяки цьому проявляє більшу у порівнянні з іншими мінеральними глинами в'язучу здатність. Так, при гідратації бентоніт розбухає від 1,8 до 3,5 раз, а при обмеженні простору для вільного розбухання у присутності води утворюється щільний гель, котрий блокує подальше проникнення вологи.

Згідно запропонованого технічного рішення підсипку формують, насилаючи на дно траншеї шар бентоніту, на який після утрамбовування наносять шар ґрунту, який також утрамбовують. Підсипку створюють так, щоб вона не була нижчою рівня нижньої утворюючої труби. Слід зазначити, що підсипка зазнає досить значного подвійного тиску - з боку самого трубопроводу, вага якого сягає сотні кілограмів, та з боку пласти землі, розташованого над трубопроводом. Очевидно, що для забезпечення стійкого положення трубопроводу і виключення будь-яких його просідань, підсипка повинна мати такі властивості, щоб витримати цей тиск.

Саме такі властивості їй надає присутній у складі підсипки бентоніт. Він починає „діяти” після контакту з водою, коли бентоніт змінює свій агрегатний стан, набухаючи і збільшуючись в об'ємі. Здатність бентоніту до набухання забезпечує створення під трубопроводом своєрідного компенсатора, який спричиняє тиск на трубопровід у напрямку знизу вгору. Іншими словами, підсипка „підпирає” трубопровід, не даючи йому змоги просідати на розташований під ним шар ґрунту, і таким чином унеможливує виникнення в трубі будь-яких руйнуючих деформацій чи мікротріщин, які можуть бути наслідком цього просідання.

Підсипка, утворена поєднанням двох шарів - нижнього з бентоніту і верхнього з ґрунту є рівномірною по всій протяжності нижньої утворюючої трубопроводу. Це можна пояснити, аналізуючи процеси, які відбуваються під трубопроводом при набуханні бентоніту. Бентоніт, як і будь-яку глину, важко укласти абсолютно рівним шаром. Тому під час набухання він піднімається на різну висоту в різних місцях. Якби підсипкою був самий бентоніт,

то в цій ситуації шар підсипки на різних ділянках труби мав би різну висоту і в різних місцях неоднаково тиснув на трубу. При застосуванні двошарової підсипки при набуханні бентоніту розташований над ним ґрунт піднімається разом з бентонітом, і в місцях, де шар бентоніту був зависоким, „зайвий” ґрунт просто виштовхується (витискується) з-під труби повз її бокові стінки. В результаті відбувається щільне облягання нижньої частини труби верхнім утрамбованим ґрунтовим шаром підсипки, і при цьому не виникає ніяких незаповнених підсипкою ділянок, як це має місце в описаних вище патентах.

Оптимальну висоту шару бентоніту і ґрунту встановлювали, виходячи з умов забезпечення стійкого положення відремонтованого трубопроводу.

При утворенні підсипки було встановлено, що найбільш оптимальною для надання трубі стійкого положення є висота шару бентоніту, яка коливається в межах 0,25-0,30м, а розміщеного на ньому шару ґрунту - в межах 0,40-0,50м. У разі відхилення висоти хоча б одного із шарів за межі встановленого інтервалу як у бік зменшення, так і в бік збільшення, підсипка втратить властивості надійного компенсатора. Так, при нанесенні шарів, висота яких буде меншою встановленого мінімального рівня (тобто, меншою 0,25м для бентоніту і меншою 0,40м для ґрунту), при набуханні активованого бентоніту шар ґрунту не торкатиметься нижньої частини труби, а, значить, ефект компенсації, як такий, буде знівельованим. В ситуації, коли висота вказаних шарів перевищить встановлений максимальний рівень (буде більшою 0,30м для бентоніту і більшою 0,50м для ґрунту), активований бентонітовий шар спричинятиме надлишковий тиск на нижню частину труби, що може призвести до зсуву її у вертикальному напрямку.

Суть запропонованого способу пояснює креслення, на якому зображений переріз траншеї з трубою 1, укладеною на шар бентоніту 2 (висота якого позначена літерою а), зверху якого знаходиться шар ґрунту 3 (висотою в). Труба засипана ґрунтом 4.

Запропонований спосіб здійснюється наступним чином:

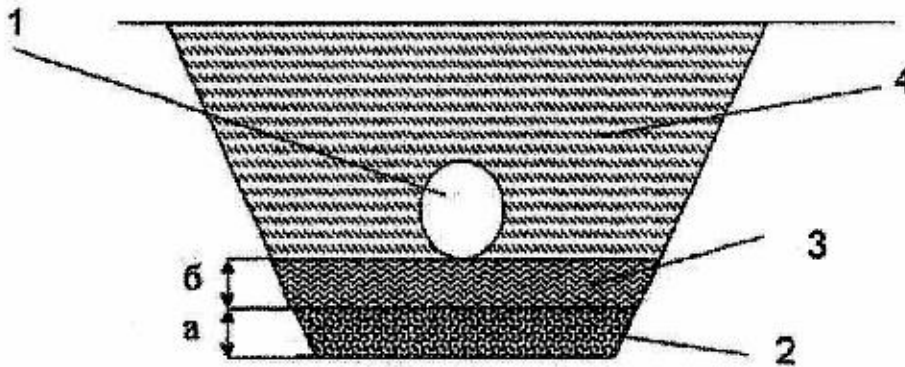
Розкривається трубопровід з подальшим поглибленням траншеї нижче трубопроводу, при цьому ґрунт з-під труби видаляється вручну. Після проведення необхідних ремонтних робіт на всю ширину траншеї засипається шар бентоніту і утрамбовується так, щоб висота його була від 0,25 до 0,30м. На шар бентоніту насилається і утрамбовується до висоти 0,40-0,50м шар материнського ґрунту, після чого утворена підсипка поливається водою. Далі трубопровід засипається ґрунтом, який був видобутий при ритті траншеї.

Приклад.

На магістральному трубопроводі Тольятті - Горловка - Одеса здійснювали заміну ізоляційного покриття, в якості якого використовували полімерні дубльовані липкі стрічки на основі поліетилену. Діаметр труби - 355,6мм, товщина стінок - 7,92мм. Заміну проводили при працюючому трубопроводі, без його підйому на поверхню. Роботи здійснюва-

ли у такій послідовності: розкривали трубопровід з подальшим поглибленням траншеї нижче трубопроводу на 0,70м, причому трубопровід розкривали на ділянках протяжністю 10м, після цього робили перемичку довжиною в 1м, розкривали наступні 10м і т.д. За допомогою спеціальних пристосувань та вручну з поверхні труби знімали старе ізоляційне покриття, очищували трубу та наносили нове.

На всій ширині траншеї під трубою створювали підсипку, засипаючи шар бентоніту і утрамбовуючи його до висоти 0,30м, та шар ґрунту, який утрамбовують до висоти 0,50м. Після цього підсипку поливали водою, а трубопровід засипали видобутим при ритті траншеї ґрунтом. По закінченні цих операцій розкривали трубу в місці перемичок і замінювали в цьому місці ізоляційне покриття. Далі всі операції повторювали знову.



Фіг.