



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77975** (13) **U**
(51) МПК
G01N 27/24 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 06856	(72) Винахідник(и): Цих Віталій Сергійович (UA), Яворський Андрій Вікторович (UA), Ващишак Сергій Петрович (UA), Карпаш Олег Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.06.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.03.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.03.2013, Бюл.№ 5	(73) Власник(и): ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA)

(54) СПОСІБ БЕЗКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

(57) Реферат:

Спосіб безконтактного контролю стану ізоляційного покриття підземних трубопроводів включає генерацію електромагнітних коливань за допомогою генератора змінного струму, які подаються на досліджуваний трубопровід, з подальшою реєстрацією зміни фази вхідного сигналу, яка виникає внаслідок збільшення затримки розповсюдження сигналу у міру віддалення від підключеного до трубопроводу генератора та внаслідок впливу наявних наскрізних пошкоджень чи потоншення ізоляційного покриття, з подальшим прийманням сигналу магнітною антеною, а також індикацією наявного фазового зсуву та його подальшим аналізом. Здійснюють передачу через радіоканал опорного сигналу для фазового детектора приймального модуля, порівнюють отриманий сигнал від досліджуваного трубопроводу з опорним сигналом генератора, в якому використовують дві різні робочі частоти.

UA 77975 U

Корисна модель належить до галузі неруйнівного контролю та діагностики трубопроводів і може бути використана під час безконтактного обстеження стану та виявлення пошкоджень ізоляційного покриття підземних трубопроводів.

Відомий спосіб контролю якості ізоляційного покриття підземних трубопроводів [1], який полягає в генерації електромагнітних коливань, випромінюванні їх у простір, використовуючи в ролі антени досліджуваний трубопровід, та в наступному їх перетворенні за допомогою приймача в електричний сигнал з подальшим його аналізом із використанням щонайменше двох гармонік електромагнітних коливань, з обчисленням величини струму вздовж трубопроводу за кожною з гармонік та з використанням спектрального аналізу сигналу.

Як прототип прийнято спосіб контролю стану ізоляційного покриття підземних трубопроводів, описаний в [2], який полягає в генерації електромагнітних коливань за допомогою генератора змінного струму, які подаються на досліджуваний трубопровід, з подальшою реєстрацією зміни фази вхідного сигналу, яка виникає внаслідок збільшення затримки розповсюдження сигналу у міру віддалення від підключеного до трубопроводу генератора та внаслідок впливу наявних наскрізних пошкоджень чи потоншення ізоляційного покриття, з подальшим прийманням сигналу магнітною антеною, а також індикацією наявного фазового зсуву та його подальшим аналізом. Для реалізації даного способу використовують пристрій, який складається з магнітної антени для реєстрації змін магнітного поля, вимірювального каналу та фазового детектора.

В порівнянні з аналогом прототип має такі переваги: немає необхідності чіткого позиціонування приймальної антени безпосередньо над віссю досліджуваного трубопроводу, можливість виявлення незначних високоомних пошкоджень ізоляційного покриття. Але зберігаються наступні недоліки: можливе «плавання» фази під час проведення пошукових робіт, пов'язане з автономним значенням «накопичення» фази вздовж контрольованої комунікації; неможливість руху з вимірювальною системою, яка базується на такому способі, у взаємно протилежних напрямках з метою, наприклад, уточнення місця пошкодження, у зв'язку із «правильним» накопиченням фази тільки за умови віддалення від точки, де був створений «опорний» нульовий зсув фаз.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу контролю стану ізоляційного покриття підземних трубопроводів шляхом використання залежностей фазового безконтактного контролю ізоляційного покриття підземних трубопроводів, а також вдосконалення такого контролю шляхом передачі через радіоканал опорного сигналу для фазового детектора приймального модуля та порівнянням з цим опорним сигналом генератора отриманого сигналу від досліджуваного трубопроводу, що дозволить уникнути «плавання» фази, яке є притаманним для існуючих пристроїв контролю, в яких інформативне фазове зміщення отримується за допомогою внутрішнього опорного генератора, що є неефективним з точки зору синхронізації, а також дозволить оператору під час контролю стану ізоляційного покриття рухатися у взаємно протилежних напрямках з метою уточнення наявних місць пошкоджень.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі безконтактного контролю стану ізоляційного покриття, що включає генерацію електромагнітних коливань за допомогою генератора змінного струму, які подаються на досліджуваний трубопровід, з подальшою реєстрацією зміни фази вхідного сигналу, яка виникає внаслідок збільшення затримки розповсюдження сигналу у міру віддалення від підключеного до трубопроводу генератора та внаслідок впливу наявних наскрізних пошкоджень чи потоншення ізоляційного покриття, з подальшим прийманням сигналу магнітною антеною та подальшим порівнянням отриманого сигналу з опорним сигналом генератора, а також індикацією наявного фазового зсуву та його подальшим аналізом, новим є те, що з метою уникнення «плавання» фази введена передача через радіоканал опорного сигналу для фазового детектора приймального модуля, де проводиться порівняння з отримуваним сигналом від досліджуваного трубопроводу, завдяки чому наявна можливість руху оператора у взаємно протилежних напрямках з метою уточнення місць пошкоджень ізоляції, а також введено додаткове використання двох різних частот для проведення досліджень, що також дозволить підвищити їхню точність.

В основу способу покладено те, що трубопровід представлений штучною «довгою лінією», яка характеризується розподіленою електричною ємністю, обумовленою наявністю ізоляційного покриття, а також розподіленою індуктивністю, яка слабо залежить від параметрів трубопроводу. У міру віддалення від підключеного до трубопроводу генератора змінного струму збільшується затримка розповсюдження сигналу та змінюється величина зсуву фази. Під час віддалення від точки підключення генератора змінного струму спочатку фаза змінюється лінійно. Швидкість зміни фази залежить від товщини і стану ізоляції, що дозволяє, аналізуючи

хід фази, робити висновки про стан ізоляційного покриття. В місцях наскрізних дефектів (еквівалент опору, замкнутого на ґрунтове середовище) чи місцях потоншення ізоляції (еквівалент великої електричної ємності, замкнутої на землю) величина фази зазнає різкого стрибка. Реєстрація величини фази відбувається за допомогою індукційного методу (магнітними антенами). Для визначення різниці фаз необхідно або використовувати опорний сигнал, отримуваний від генератора, або працювати на декількох частотах одночасно, використовуючи одну з них як опорну.

Електрична еквівалентна схема заміщення ділянки підземного трубопроводу з дефектом ізоляції, розміщеного в ґрунті, дозволяє проілюструвати теоретичні основи запропонованого фазового способу контролю ізоляційного покриття (Фіг. 1) [3-6].

На Фіг. 1 показані електричні елементи трубопроводу, які складаються з активного опору металу трубопроводу R_T та індуктивності трубопроводу L_T , ізоляційного покриття, які складаються з активного опору R_{I3} і ємності метал-ґрунт C_{I3} ; наскрізного дефекту в ізоляційному покритті, які складаються з активного опору ґрунтового електроліту в дефекті R_E і нелінійних величин на границі метал-електроліт, поляризаційного опору R_{Π} та поляризаційної ємності C_{Π} . Величини поляризаційної ємності і опору нелінійно залежать від густини постійного струму поляризації і практично не залежать від змінного струму (на якому проводиться контроль), які протікають по металу трубопроводу i_1 , i_2 та в дефекті Δi .

Виходячи з Фіг. 1 для дефектних і бездефектних ділянок трубопроводу існують наступні залежності [4]:

$$C_{\Pi} \gg C_{I3}; R_{\Pi} \ll R_{I3}; R_{\Pi} + R_E \ll R_{I3}; R_{\Pi} + R_E < R_{ГР}; R_{I3} \gg R_{ГР} \cdot (1)$$

Зсув фази струмового сигналу в місці дефекту ізоляційного покриття відносно вхідного i_{Π} (Фіг. 2) [3]

$$\varphi = 2\pi f \sqrt{\frac{R_{\Pi} L_T C_{\Pi}}{Z_i + R_T + R_{ГР} + R_E + R_{\Pi}}} \quad (2)$$

де φ - зсув фази вихідного сигналу відносно вхідного, рад;

f - частота сигналу, Гц;

Z_i - вхідний опір генератора.

Звідси слідє, що величина фази та її зміни не залежать від величини амплітуди сприйнятого сигналу з трубопроводу, а залежить тільки від електричних параметрів трубопроводу і електричних характеристик його ізоляційного покриття для даної частоти сигналу. За величиною фази можна судити про стан ізоляційного покриття трубопроводу і про місце та величину дефекту в місці пошкодження покриття без точного позиціонування пошукового пристрою над контрольованим трубопроводом.

За допомогою пристроїв, робота яких базується на подібному методі контролю, можливий впевнений пошук високоомних пошкоджень ізоляційного покриття порядку 10 - 20 кОм, в той час як амплітудний метод дозволяє реєструвати пошкодження тільки на рівні 200 Ом. Така ситуація дозволяє проводити впевнений безконтактний контроль ізоляційного покриття підземних трубопроводів в ґрунтах з високим питомим опором (піщаних, субпіщаних).

Проте, попри позитивні сторони при експлуатації такої апаратури виявлені суттєві проблеми з так званим «плаванням» фази прийнятого сигналу. Така проблема, на думку авторів, пов'язана з автономним значенням «накопичення» фази вздовж контрольованої комунікації, яка реалізована в подібних пошукових системах. На початковій точці пошуку підстроюється внутрішній опорний генератор на нульовий фазовий зсув відносно сигналу сприйнятого від контрольованої комунікації, така точка над комунікацією приймається як реперна для розрахунку фазового зсуву (при переміщенні від точки йде накопичення фазового зсуву). Під час руху над трубопроводом чи кабелем зсув фази сигналу відносно реперної записується в пам'ять приймача системи. Проте така система, незважаючи на свою відносну простоту, є несинхронізована в часі, а тому цілком можливі «плавання» фази інформаційного сигналу, які зв'язані з різноманітними внутрішніми і зовнішніми чинниками (внутрішні шуми, вплив температури). Крім того, така побудова системи не дозволяє рухатись оператору у взаємно протилежних напрямках вздовж траси (наприклад для уточнення місця пошкодження), оскільки «правильне» накопичення фази можливе лише за умови віддалення від точки де був створений «опорний» нульовий зсув фаз [6].

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на Фіг. 2 зображено технологічну схему обстеження ізоляційного покриття підземного трубопроводу, розміщеного в ґрунті, із застосуванням залежностей фазового способу контролю.

Технологічна схема, зображена на Фіг. 2, складається з: 1 - ґрунтового середовища; 2 - досліджуваного трубопроводу; 3 - ізоляційне покриття; 4 - пошкодження ізоляційного покриття; 5 - контрольної-вимірювальної колонки; 6 - заземлення; 7 - генератор; 8 - блок керування; 9 - передавач; 10 - магнітна антена; 11 - вимірювальний канал; 12 - фазовий детектор; 13 - приймач; 14 - блок обробки; 15 - блок індикації.

Спосіб реалізується наступним чином. Спочатку позитивний полюс генератора змінного струму 7 (Фіг. 2) приєднують через контрольну-вимірювальну колонку 5 в початковій точці контролю до трубопроводу 2, покритого ізоляційним покриттям 3, який знаходиться в ґрунтовому середовищі 1, а негативний полюс генератора 7 приєднують до штиря заземлення 6, який знаходиться якомога далі від досліджуваного трубопроводу 2. В такому випадку навколо підземного металевих трубопроводу 2, який знаходиться в ґрунтовому середовищі 1, створюватиметься електромагнітне поле, яке виникає внаслідок протікання по ньому змінного струму.

Опорний сигнал генератора 7 за допомогою блока керування 8, передавача 9 по радіоканалу передається на фазовий детектор 12 приймального модуля через приймач 13.

В подальшому відбувається процес вимірювання за допомогою приймального модуля, який складається з магнітної антени 10, вимірювального каналу 11, фазового детектора 12, приймача 13, блока обробки 14 та блок індикації 15. Вимірювання в зазначених точках контролю над досліджуваним трубопроводом відбувається наступним чином. Переносний пристрій (приймальний модуль) сприймає електромагнітні коливання, що випромінюються трубопроводом, за допомогою приймальної магнітної антени 10. Далі прийнятий сигнал проходить попередню обробку із підсиленням у вимірювальному каналі 11 та надходить на фазовий детектор 12, в якому відбувається порівняння отриманого сигналу із опорним сигналом генератора на наявність зміщення фази сигналу. Далі відбувається обробка отриманого результату зсуву фази відносно вхідного сигналу за допомогою блока обробки 14 та подальше відображення обробленої інформації на блоці індикації 15.

Для підвищення точності результатів досліджень використовуються дві робочі частоти, а саме - 985 Гц та 1458 Гц, проводячи вимірювання на кожній із частот почергово.

Описана технологічна схема, наведена на Фіг. 2, дозволяє отримати реальний зсув фази в довільній точці над трубопроводом при переміщенні оператора у взаємно протилежних напрямках, що дозволяє, відповідно, судити про стан ізоляційного покриття підземних трубопроводів.

Джерела інформації:

1. Мухлін С.М. Спосіб визначення якості ізоляційного покриття трубопроводу. UA 35102, G01N27/20, G01N27/83 (2008.01).

2. Трасопоисковый приемник «Оникс». Техническое описание. Инструкция по эксплуатации. Паспорт. - М. - 2008. - 31 с.

3. Сидоров Б.В., Щербakov Л.Ф. О расчете электрических параметров трубопроводов // Изоляция трубопроводов / Тр. ВНИИСТА. - 1982. - С. 92-109.

4. Сидоров Б.В., Ботов В.М. / Комплексный подход к оценке фактического состояния подземных трубопроводов // Надежность газопроводных конструкций Сб. науч. тр. – М.: ВНИИгаз. - 1990. - С. 24-39.

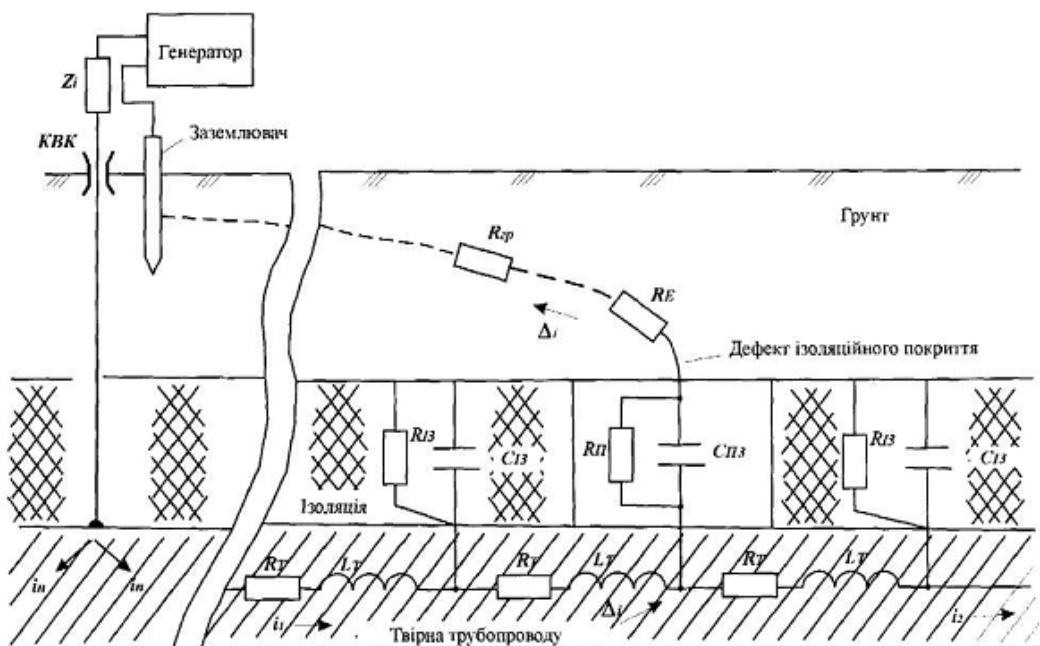
5. Яворський А.В., Кісіль І.С. Усунення впливу електромагнітних завад при проведенні безконтактного контролю стану ізоляційного покриття підземних нафтогазопроводів // Фізичні методи та засоби контролю середовищ матеріалів та виробів (серія), Вип. 10: Акустичні та електромагнітні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів; 36. наук, праць. - Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. - 2005. - С. 119-125.

6. Яворський А.В. Фазовий метод контролю ізоляційного покриття підземних нафтогазопроводів / А.В. Яворський, С.П. Ващишак, А.М. Карпаш // Методи та прилади контролю якості. - 2008. - №21 - С. 14-18.

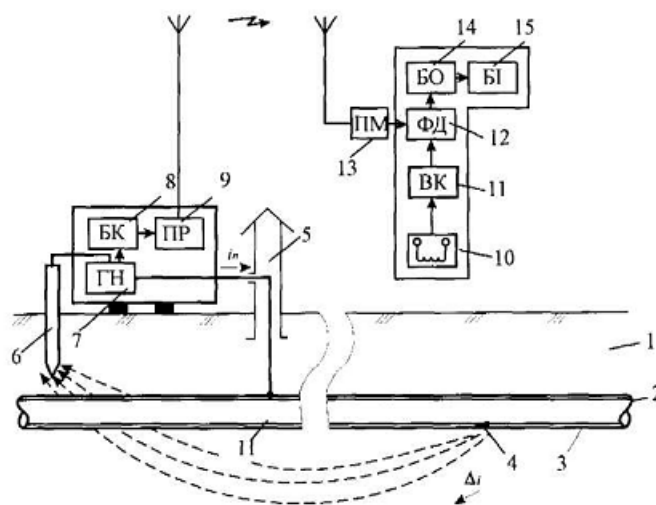
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб безконтактного контролю стану ізоляційного покриття підземних трубопроводів, що включає генерацію електромагнітних коливань за допомогою генератора змінного струму, які подаються на досліджуваній трубопроводі, з подальшою реєстрацією зміни фази вхідного сигналу, яка виникає внаслідок збільшення затримки розповсюдження сигналу у міру віддалення від підключеного до трубопроводу генератора та внаслідок впливу наявних наскрізних пошкоджень чи потоншення ізоляційного покриття, з подальшим прийманням сигналу магнітною антеною, а також індикацією наявного фазового зсуву та його подальшим

аналізом, який **відрізняється** тим, що додатково вводять передачу через радіоканал опорного сигналу для фазового детектора приймального модуля, порівнюють отриманий сигнал від досліджуваного трубопроводу з опорним сигналом генератора, в якому використовують дві різні робочі частоти.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601