



УКРАЇНА

(19) UA (11) 88698 (13) C2
(51) МПК (2009)
G01V 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛИБИНИ І НАПРЯМКУ ПРОХОДЖЕННЯ ПІДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДУ

1

2

(21) а200714314

(22) 19.12.2007

(24) 10.11.2009

(46) 10.11.2009, Бюл.№ 21, 2009 р.

(72) КОСТІВ БОГДАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, КІСІЛЬ
ІГОР СТЕПАНОВИЧ

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(56) SU 1806390, 30.03.1993

RU 2123193, 10.12.1998

RU 95107057, 10.05.1997

US 4727329, 23.02.1988

US 4542344, 17.09.1985

US 5093622, 03.03.1992

EP 0119708, 17.08.1988

UA 200606198, 10.12.2007

(57) Спосіб визначення глибини і напрямку проходження підземного трубопроводу, який передбачає під'єднання до стінки трубопроводу генерато-

ра змінного струму і використання вимірювальної системи, яка складається з двох систем магнітних антен, розміщених на визначеній відстані одна від одної, які визначають напруженість магнітного поля над трубопроводом, який **відрізняється** тим, що вимірювальну систему, яка містить п'ять магнітних антен, розміщують над трубопроводом під довільним кутом до осі трубопроводу, причому першу систему магнітних антен складають з трьох антен, а другу - з двох антен, які розміщують у визначених площинах щодо поверхні землі та напрямках відносно осі вимірювальної системи, визначають значення кута між віссю трубопроводу і віссю вимірювальної системи та проводять порівняння фаз сигналів, отриманих з антен, які розміщені в площині, перпендикулярній до осі вимірювальної системи, після чого на основі отриманої різниці фаз сигналів обчислюють глибину і напрям проходження підземного трубопроводу.

Винахід відноситься до методів визначення положення підземних трубопроводів і може застосовуватися для визначення напрямку і глибини залягання підземних трубопроводів, стінки яких можуть проводити змінний електричний струм.

В більшості випадків підземні трубопроводи використовуються для транспортування нафти та газу. Переважна більшість із них є металічними, стінки яких проводять електричний струм. Часто виникає необхідність визначення положення та глибини залягання таких трубопроводів, особливо при проведенні ремонтних робіт на трубопроводі.

Найчастіше для визначення положення підземної комунікації до неї під'єднують генератор змінного струму і за допомогою приймальної системи, яка складається із магнітних антен, проводять обстеження.

Відомий метод визначення напрямку залягання і положення підземного кабелю (патент США №5093622, G01V3/11, Method and Apparatus for determining direction to and position of an underground conductor, 3.03.1992), який може використовуватися і для підземних трубопроводів в якому пропонується використання двох вертика-

льно розміщених систем магнітних антен, кожна з яких в свою чергу має дві перпендикулярно розміщені котушки.

Згідно з методом система антен розміщується над трубопроводом, у вимірювальних котушках утворюється інформаційний сигнал, обчислюється різниця добутоків сигналів нижньої вертикальної і верхньої горизонтальної антен та нижньої горизонтальної і верхньої вертикальної антен, знак різниці вказує з якої сторони розміщений трубопровід ("+" - зліва, "-" - справа), повторюючи обчислення добутку систему переміщують вбік, в сторону трубопроводу до того часу, поки різниця не стане рівною 0, в такому положенні система буде розміщена над віссю трубопроводу. За допомогою описаної в методі обробки результатів можна визначити глибину залягання кабелю або трубопроводу та його поперечне розміщення.

Недоліком даного методу є необхідність розміщення системи в площині, перпендикулярній до осі підземного трубопроводу, оскільки при розміщенні вимірювальних котушок під кутом до цієї площини дані спотворюються, і значення глибини буде хибним. Для цього не передбачено ніяких

(13) C2

(11) 88698

(19) UA

засобів. Метод передбачає переміщення системи перпендикулярно до осі трубопроводу для визначення місця його залягання. Також відсутня можливість одержання даних щодо напрямку проходження трубопроводу відносно вимірювальної системи.

Найбільш близьким до запропонованого є метод визначення положення підземного трубопроводу за допомогою електромагнітної триангуляції, в якому використовуються дві системи магнітних антен, які розміщені на визначеній відстані одна від одної (патент США №4542344, G01V3/11, Detecting buried pipeline depth and location with electromagnetic triangulation, 17.09.1985).

Застосування запропонованого методу дозволяє визначити глибину залягання трубопроводу та зміщення його осі відносно системи контролю. В якості інформаційного сигналу використовується напруженість магнітного поля навколо трубопроводу, для чого додатково до комунікації під'єднують генератор електричних коливань з частотою сигналу 640Гц.

Метод передбачає під'єднання до стінки трубопроводу генератора змінного струму, розміщеня вимірювальної системи над підземним трубопроводом, при якому дві системи магнітних антен будуть розміщені по різні сторони від осі трубопроводу, повертання вимірювальної системи в таке положення, при якому звуковий сигнал пристрою буде найтихішим, що відповідатиме перпендикулярному розміщені системи відносно вісі трубопроводу. В такому положенні обчислюється глибина залягання та зміщення вісі трубопроводу відносно вимірювальної системи. Оператор рухається вздовж трубопроводу, роблячи поправки в положенні вимірювальної системи, щоб добитися мінімального звукового сигналу пристрою. Значення глибини і зміщення записується пристроєм.

Недоліком вказаного методу є необхідність повертання вимірювальної системи для визначення напрямку залягання трубопроводу. Для визначення глибини також необхідно розмістити систему в площині, строго перпендикулярній до вісі трубопроводу. При вимірюваннях необхідно слідкувати, щоб системи вимірювальних антен були по різні сторони відносно вісі підземного трубопроводу.

В основу винаходу покладено задачу вдосконалення способу визначення положення підземного трубопроводу шляхом довільного розміщення вимірювальної системи над віссю трубопроводу, що складається із п'яти магнітних антен, при якому можна отримати числове значення кута між віссю трубопроводу і вимірювальною системою, глибину його залягання та визначити положення вимірювальної системи відносно вісі трубопроводу (зліва, справа чи над трубопроводом).

Задача вирішується тим, що у способі визначення глибини і напрямку проходження підземного трубопроводу, який передбачає під'єднання до стінки трубопроводу генератора змінного струму і використання двох систем магнітних антен, розміщених на визначеній відстані одна від одної, які визначають напруженість магнітного поля над трубопроводом, згідно з винаходом використовують

вимірювальну систему із п'яти магнітних антен, яку розміщують біля вісі трубопроводу довільним чином, проводять порівняння фаз сигналів, знятих з антен, які розміщені в площині, перпендикулярній до вісі вимірювальної системи, після чого на основі отриманої різниці фаз визначають глибину і напрям проходження підземного трубопроводу згідно встановлених залежностей.

Спосіб ілюструється кресленням, де на Фіг.1 зображено розміщення системи магнітних антен над трубопроводом; на Фіг.2 - вид А на Фіг.1.

Спосіб реалізують за допомогою двох систем магнітних антен 1 і 2, які розміщені над трубопроводом 3 під довільним кутом α . Система антен 1 складається із трьох котушок: котушки 4, розміщеної в площині, паралельній поверхні землі; котушки 5, яка паралельна до осі вимірювальної системи і розміщена в площині перпендикулярній до поверхні землі; котушки 6, яка перпендикулярна до осі вимірювальної системи і розміщена в площині перпендикулярній до поверхні землі. Система антен 2 складається із двох котушок: котушки 7, розміщеної в площині, паралельній поверхні землі і котушки 8, яка перпендикулярна до осі вимірювальної системи і розміщена в площині перпендикулярній до поверхні землі. До трубопроводу 3 під'єднують генератор змінного струму 9.

Напруженість магнітного поля, створеного струмом I , що протікає по стінках труби, на відстані r від трубопроводу виражається залежністю:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot r},$$

де μ_0 - магнітна стала, I - сила струму, яка протікає в трубопроводі, r - відстань до вісі трубопроводу.

Під дією магнітного поля на виході котушок отримують напруги U_{x1} , U_{x2} , U_{z1} , U_{z2} і U_{y1} , де U_{x1} - сигнал із котушки 4, U_{x2} - сигнал із котушки 7, U_{z1} - сигнал із котушки 6, U_{z2} - сигнал із котушки 8, U_{y1} - сигнал із котушки 5.

Спосіб здійснюється наступним чином: для визначення положення і глибини залягання підземного трубопроводу вимірювальну систему розміщують біля вісі трубопроводу довільним чином. Кращі результати отримують при величині кута α більше 45° . Значення кута між віссю трубопроводу і вимірювальною системою визначається із залежності:

$$\alpha = \arctan \frac{U_{z1}}{U_{y1}}.$$

Далі проводиться порівняння фаз сигналів U_{x1} та U_{x2} . Якщо сигнали мають зсув по фазі 0° , то виконується обчислення глибини і відстані до осі трубопроводу за допомогою залежностей:

$$h = \frac{b \cdot U_{x1} \cdot U_{x2} \cdot \sin(\alpha)^2}{U_{x1} \cdot U_{z2} - U_{x2} \cdot U_{z1}};$$

$$a = \frac{b \cdot U_{z1} \cdot U_{x2} \cdot \sin(\alpha)}{U_{x1} \cdot U_{z2} - U_{x2} \cdot U_{z1}},$$

де h - глибина залягання трубопроводу, a - найкоротша відстань від системи із трьох магнітних антен до місця залягання трубопроводу, b - відстань між системами магнітних антен.

Додатний знак результатів свідчить про розміщення системи справа від осі трубопроводу, а від'ємний - про розміщення системи зліва. У випадку, якщо сигнали мають зсув по фазі 180° , то обчислення глибини і відстані до осі трубопроводу проводять за залежностями:

$$h = \frac{b \cdot U_{x1} \cdot U_{x2} \cdot \sin(\alpha)^2}{U_{x1} \cdot U_{z2} + U_{x2} \cdot U_{z1}};$$

$$a = \frac{b \cdot U_{z1} \cdot U_{x2} \cdot \sin(\alpha)}{U_{x1} \cdot U_{z2} + U_{x2} \cdot U_{z1}}.$$

Наприклад при використанні систем антен, які розміщені на відстані $b=1\text{м}$ одна від одної будуть отримані значення напруг $U_{x1}=0,7346\text{В}$, $U_{x2}=1,1937\text{В}$, $U_{z1}=1,0851\text{В}$, $U_{z2}=1,1845\text{В}$ і $U_{y1}=0,1913\text{В}$ та зсув фази між сигналами U_{x1} і U_{x2} становитиме 0° із приведених залежностей одержуємо такий результат: кут між віссю трубопроводу і вимірювальною системою $\alpha=80,0017^\circ$, глибина

залягання трубопроводу $h=-2,0004\text{м}$, відстань від вимірювальної системи до трубопроводу $a=-3,0004\text{м}$. Знак "-" в отриманих значеннях свідчить про розміщення вимірювальної системи зліва від осі трубопроводу. Значення h і a беруться по модулю, тобто $h=2,0004\text{м}$, $a=3,0004\text{м}$.

Таким чином застосування запропонованого способу дозволить досягнути такого технічного результату від його використання, а саме: визначити глибину та напрям залягання підземного трубопроводу при довільному розміщенні вимірювальної системи, отримати числове значення кута між віссю трубопроводу і вимірювальною системою та визначити положення вимірювальної системи відносно осі трубопроводу (зліва, справа чи над трубопроводом). Це підвищить точність визначення глибини та напрямку залягання підземного трубопроводу, а також швидкість діагностики.

