

УДК 621.643: 620.191.4

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІННОЇ СКЛАДОВОЇ СТРУМУ В ПІДЗЕМНОМУ ТРУБОПРОВОДІ

© Стрілецький Ю. Й., Кісіль І. С., 2002

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Запропоновано спосіб визначення змінної складової струму, що протікає по підземному трубопроводу із використанням двох давачів, які можуть обертатися на 180° відносно свого центру і не потребують взаємного узгодження.

В Україні підземні газопроводи експлуатуються вже тривалий термін. Тому важливо контролювати їх технічний стан. Однією із причин виходу з ладу підземного трубопроводу є втрата міцності металу, з якого він виготовлений. Окрім механічного зношування металу трубопроводу є небезпека його хімічного руйнування.

Метал, з якого виготовлено труби, контактуючи з електролітом ґрунту, швидше втрачає свої механічні властивості. При надмірному струмі катодного захисту метал втрачає пружність, а при його відсутності утворюються окисли що зменшують механічну міцність труб [1]. Для зменшення впливу корозійних явищ, спричинених оточуючим середовищем, зовнішню поверхню трубопроводу вкривають ізоляційним шаром.

Існують пристрої та методики що дають можливість визначати ділянки трубопроводу, на яких пошкоджена чи відсутня ізоляція. Такі дослідження, зокрема, можна провести шляхом визначення затухання струму, що протікає по трубопроводу [2].

Затухання струму вздовж трубопроводу визначається послідовним вимірюванням напруженості магнітного поля, що виникає навколо досліджуваної ділянки трубопроводу при протіканні по ньому цього струму. При цьому необхідно визначати також і віддаль від осьової лінії трубопроводу до давача напруженості магнітного поля.

Визначати віддаль можна декількома способами. Один із них – паралаксний метод [3]. При цьому вимірювання здійснюється двома індуктивними давачами направленої дії. Давачі спрямовують так (рис. 1), щоб нормалі до площини, в якій намотано котушки лежали, в одній площині і були напрямлені вздовж дотичної до напрямку вектора магнітного поля трубопроводу.

Кути α та β , а також наперед відома віддаль x між давачами дають можливість визначити віддаль від трубопроводу до одного із давачів. Маючи, наприклад, віддаль від давача 1 (R_1) до осі трубопроводу і визначивши абсолютне значення електро-

рушійної сили (ЕРС), наведеної в давачу 1 під дією змінної складової магнітного поля навколо трубопроводу, можна визначити змінну складову струму, яка утворила це поле.

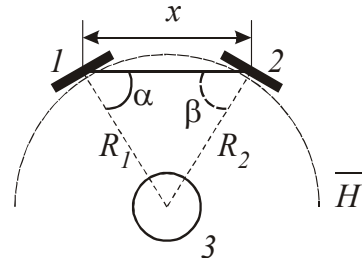


Рис. 1. Схема розташування давачів (1, 2) при паралаксному визначенні віддалі до осі трубопроводу (3)

При проведенні дослідження в польових умовах необхідно здійснювати корекцію кутів нахилу давачів так, щоб нормалі до площини їх котушок розташовувалися вздовж напрямку магнітного поля. Відомі способи, які дозволяють компенсувати деякі відхилення давачів від попередньо визначеного положення при русі вздовж трубопроводу [4]. Однак при цьому необхідно відповідним чином налагоджувати пару давачів для належної компенсації відхилень віддалі системи давачів від осі трубопроводу.

Якщо під час вимірювання обертати давачі навколо свого центра у площині, перпендикулярній до осі трубопроводу, можна, використовуючи один калібрований і один некалібрований давачі, визначити змінну складову струму в трубопроводі. Давачі синхронно повертаються на 180° (рис. 2).

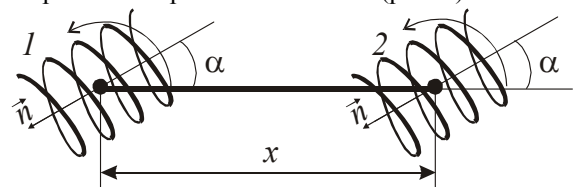


Рис. 2. Схема розташування давачів при їх повороті

При повороті давачів нормалі до площини котушок в якомусь положенні співпадуть з напрямком вектора напруженості магнітного поля навколо тру-

бопроводу. ЕРС давача, нормаль якого співпала із напрямком вектора магнітного поля, найбільша за весь час обертання. Якщо давачі приєднати до вимірювальних каналів, кожен з яких складатиметься із підсилювача, смугового фільтра, амплітудного детектора, інтегратора, то при повороті давачів на 180° можна отримати залежність напруги на виході каналів від кута повороту, подібну на ту, що зображено на рис. 3.

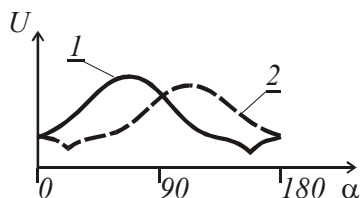


Рис. 3. Приклад діаграми ЕРС при повороті давачів 1 та 2 на 180°

Кут повороту, при якому спостерігається максимум ЕРС для кожного давача використовується для розрахунку віддалі від давача 1 до осі трубопроводу. Куту, при яких спостерігаються максимуми ЕРС давачів, будуть різні при різній віддалі системи давачів від осі трубопроводу. Нехай кут, при якому наступає максимум ЕРС давача 1, буде α , а кут при якому наступає максимум давача 2, буде β . Можливі три варіанти розташування системи по відношенню до осі трубопроводу (рис. 4).

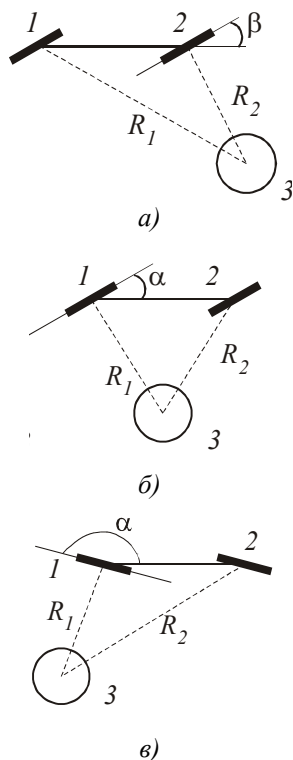


Рис. 4. Можливі варіанти розташування системи давачів по відношенню до трубопроводу

Давачі можуть розташовуватися так, що обидва кути α , і β будуть гострими (рис. 4а). В цьому випадку відстань від давача 1 до осі трубопроводу буде визначатися наступним чином:

$$R_1 = \frac{\cos \beta}{\sin(\alpha - \beta)} \cdot x. \quad (1)$$

Якщо кут $\alpha < 90^\circ$, а кут $\beta > 90^\circ$ (рис. 4б), то віддаль від давача 1 до осі трубопроводу буде такою:

$$R_1 = \frac{-\cos \beta}{\sin(\beta - \alpha)} \cdot x. \quad (2)$$

У випадку, коли обидва кути будуть тупими, віддаль визначатиметься так:

$$R_1 = \frac{-\cos \beta}{\sin(\alpha - \beta)} \cdot x. \quad (3)$$

Знайшовши віддаль від давача 1 до осі трубопроводу, можна визначити струм в трубопроводі за формулою:

$$i = R_1 \cdot U_{1\max} \cdot k, \quad (4)$$

де $U_{1\max}$ - напруга, на виході вимірювального каналу давача 1 в момент, коли нормаль до площини котушки співпадає з віссю вектора магнітного поля; k - коефіцієнт пропорційності, який враховує всі постійні величини вимірювального каналу давача 1.

Перевагою даного способу паралаксного визначення віддалі від одного із давачів до осі трубопроводу в тому, що необхідно калібрувати тільки один канал вимірювання. Інший канал потрібний тільки для отримання інформації про напрям іс трубопроводу. Напруга з виходу каналу давача 2 носить якісний характер, тому цей канал калібрування не вимагає.

1. Гнип І. П., Антоцак І. М., Личковський Е. І. До питання про розробку методу катодного захисту, який не спричиняє наводнювання металу та відшарування полімерних захисних покриттів // Протикорозійний захист газопроводів і споруд та методи контролю КТС-99. - Львів: Фіз.-мех. інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, 1999. - С. 80-83.
 2. Григорович К. К., Ягола Г. К. Методы и средства оценки состояния изоляционных покрытий подземных газопроводов // Коррозия и защита. - 1979. - № 9. - С. 17-20.
 3. Вербенець Б. Я., Джала Р. М. Пошук і визначення розміщення підземного трубопроводу // Протикорозійний захист газопроводів і споруд та методи контролю КТС-99. - Львів: Фіз.-мех. інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, 1999. - С. 141-144.
 4. А.с. № 1471138, СССР, МКИД G01R19/00. Бесконтактный измеритель тока в газопроводе / Джала Р. М., Вербенець Б. Я. Заявлено 01.04.87; Опубл. 07.04.89, Бюл № 13.

