

Віталій Цих, к.т.н., Андрій Яворський, к.т.н., доцент (Україна, Івано-Франківськ)

## БАГАТОПАРАМЕТРОВИЙ КОНТРОЛЬ ІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Підземні трубопроводи – одна з основних складових частин в системі транспортування води, нафти, газу та нафтопродуктів до споживачів. Важливою умовою безаварійного функціонування таких трубопроводів є своєчасний контроль їх технічного стану з метою виявлення найбільш потенційно небезпечних ділянок із наявними пошкодженнями. Під час експлуатації підземних трубопроводів зовнішнім впливом насамперед піддається їх ізоляція. Внаслідок пошкодження ізоляційного покриття посилюється розвиток корозійних процесів металу трубопроводу в місцях наявності таких дефектів; особливо це характерно для тих трубопроводів, які пролягають у вологих та корозійно активних ґрунтах. Крім того, слід розрізняти два види пошкоджень ізоляції, які несуть різну загрозу безпечній експлуатації трубопровідних систем, а саме: наскрізні пошкодження та відшарування. Тому **актуальною** є задача контролю ізоляційного покриття підземних трубопроводів з можливістю чіткого виявлення та ідентифікації виду наявного дефекту.

**Постановка задачі.** Відомі технічні характеристики досліджуваного підземного трубопроводу та ґрунту, в якому він пролягає. Необхідно обрати методи контролю та оцінити зміну основних інформативних параметрів внаслідок зміни стану ізоляційного покриття.

Для **розв’язання задачі** запропоновано використати два основні інформативні параметри (питоме загасання струму та питомий зсув фази сигналу) на основі застосування електромагнітних амплітудного та фазового методів контролю. Питоме згасання струму вздовж досліджуваного підземного трубопроводу відносно довжини між точками вимірювань визначається за допомогою наступної залежності [1]:

$$dI / dL = 20 \lg \left( \frac{I_{i+1}}{I_i} \right) \cdot \frac{1}{L} \quad (1)$$

де  $I_i$ ,  $I_{i+1}$  – значення струму в точках контролю  $i$  та  $i+1$  відповідно;  $L$  – відстань між контрольованими точками  $i$  та  $i+1$ .

Зсув фази вимірювального сигналу залежить від параметрів трубопроводу, його ізоляційного покриття, а також від характеристик оточуючого ґрунту і аналітично визначається за допомогою наступної залежності:

$$\varphi = 2\pi f \sqrt{\frac{R_C(L_P + L_{S1} + L_{S2})C_C}{Z_i + R_0 + R_C + R_S}} \quad (2)$$

де  $Z_i$  – вхідний опір генератора, заданий технічними характеристиками, Ом;  $R_0$  – опір розтіканню струмів у ґрунт з досліджуваного трубопроводу, Ом/м;  $R_C$  – погонний опір ізоляції, Ом/м;  $R_S$  – погонний опір оточуючого ґрунту, Ом/м;  $L_P$  – погонна індуктивність трубопроводу, Гн/м;  $L_{S1}$  – внутрішня індуктивність ґрунту як провідника, який оточує досліджуваний трубопровід, Гн/м;  $L_{S2}$  – зовнішня індуктивність трубопроводу, Гн/м;  $C_C$  – ємність ізоляції, Ф;  $f$  – робоча частота, Гц;  $\varphi$  – зсув фази вихідного сигналу відносно вхідного, рад.

Додаткове опрацювання отриманих результатів контролю на основі співставлення зміни двох інформативних параметрів в точках вимірювань дозволяє ідентифікувати вид наявного дефекту ізоляційного покриття: зміна зсуву фази спостерігається як у випадку відшарувань, так і у випадку наскрізних пошкоджень, тоді як значне загасання сигналу відбувається тільки у випадку наявності наскрізного дефекту.

**Висновки.** Запропонований підхід до контролю ізоляційного покриття підземних трубопроводів із можливістю ідентифікації виду дефекту на основі одночасного використання двох інформативних параметрів.

### Література

1. Методика оценки фактического положения и состояния подземных трубопроводов : ВРД 39-1.10-026-2001. – [Введена в действие 29.01.01]. – М.: ВНИИГАЗ, 2001. – 62 с.