

Рис. 4. Похибка вимірювання часу проходження пружних коливань в об'єкті контролю

Із приведених графіків видно, що різниця між похибками, яка визначена з врахуванням мікрогеометрії поверхонь контакту і оцінена за затримкою в плоскопаралельному шарі, складає в середньому $1,6 \cdot 10^{-3}$ мкс. Це важливо при визначенні напружено деформованого стану трубопроводів АГНКС. Набуті деформації трубопроводу під дією зовнішніх факторів (просідання фундаментів, температурні деформації, тощо) приводять до зміни параметрів металу на мікроструктурному рівні, які впливають на зміну швидкості ультразвуку. Врахування затримки в контактному шарі може підвищити абсолютну точність вимірювання швидкості ультразвуку для стінок трубопроводу товщиною 4...10 мм, які використовуються на (АГНКС), в середньому на $\pm 0,004$ %.

1. Демкин Н. Б. Контактное шероховатых поверхностей. - М.: Наука, 1974. - 227 с. 2. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. - М.: Наука, 1983. - 343 с. 3. Королев М. В. Широкополосные ультразвуковые пьезопреобразователи. - М.: Машиностроение, 1986. - 156 с.

УДК 631.413.6

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕНСИВНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ КОМПЛЕКСНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ОБСТЕЖЕННЯХ КОРОЗІЙНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

© Медведик О. В., 2002

ДП "Укрортехдіагностика", м. Львів

Описано методику проведення інтенсивних вимірювань потенціалів в процесі роботи систем захисту підземних нафтогазопроводів від корозії з використанням відповідної вітчизняної вимірювальної техніки.

Забезпечення надійної та довготривалої роботи трубопроводних транспортних систем досягається проведенням періодичних обстежень корозійного стану трубопроводів та технологічно зв'язаних із ним споруд.

Загальна довжина українських магістральних трубопроводів становить більше 40 тис. км в тому числі магістральних газопроводів – 34 тис. км, нафтопроводів – 4,5 тис. км. Станом на 2000 р. – 40 % трубопроводів експлуатуються менше 16 років, 30 % - від 16 до 25 років; 15 % - від 25 до 32 років; 15 % - більше 32 років. Діагностика трубопроводних систем на даний час має принципово важливе значення у зв'язку з тим, що стає головним джерелом інформації про технічний стан та про ті процеси, що проходять у трубопроводних системах: корозійні, вібраційні, деформаційні, температурні.

Існують як наземні, так і внутрішньотрунні методи діагностувань, які при комплексному прове-

денні дають більш повну картину технічного стану трубопроводу.

Істотною перешкодою до широкого використання методу внутрішньотрубної дефектоскопії є його висока вартість (3...4 тис. доларів США за 1 км), відсутність камер пуску та прийому поршня на трубопроводах діаметром менше 700 мм, які збудовані за нормами проектування до 1970 р., та ряд інших факторів. Через високу вартість його рекомендують проводити 1-2 рази за весь період функціонування трубопроводу.

Крім того, даний метод не дає інформації про стан електрохімічного захисту та стан протикорозійного ізоляційного покриття.

Найбільш доступним і поширеним являється метод наземних діагностувань. Він оснований на визначенні методами електрометрії: стану засобів електрохімічного захисту, стану протикорозійного ізоляційного покриття, рівня захисного потенціалу,

корозійного стану обстежуваного трубопроводу.

Питання підвищення якості послуг в нашій країні ставиться не вперше, але зміна економічної ситуації призвела до усвідомлення необхідності вирішувати проблеми якості на рівні окремих підприємств, що надають послуги.

Останні роки окремими структурними підрозділами ДК “Укртрансгаз” та ДП “Укроргтехдіагностика” при технічному діагностуванні трубопроводів застосовувались вимірні системи: “MoData” німецької фірми Weilekes Elektronik GmbH, “C-SCAN 2000” англійської фірми “Dyналog Electronics Ltd.”

ДП “Укроргтехдіагностика”, на основі досвіду експлуатації вимірної системи “MoData”, виявило переваги методики “інтенсивних вимірювань” та її актуальність при комплексних діагностичних обстеженнях корозійного стану трубопроводів. Даний метод дає можливість в режимі тактового відключення струму поляризації визначити рівень поляризаційного потенціалу та виявити пошкодження ізоляційного покриття по всій довжині обстежуваного трубопроводу, а також визначити рівень корозійної агресивності ґрунту.

Одночасно в процесі експлуатації вимірної системи “MoData” були виявлені і її слабкі місця: недосконалість існуючого математичного апарату по обробці отриманих даних (невідповідність методик розрахунку поляризаційного потенціалу та розміру пошкоджень на вітчизняних трубопроводах), малі об’єми блоків пам’яті, велике енергоспоживання, потреба в застарілому спеціалізованому апаратному забезпеченні, програмування часу включення приладів реєстрації потенціалів, що в польових умовах вимагає наявності NoteBook, слаба контрастність дисплея та ряд інших технічних недоліків.

Із-за вищеприведених недоліків, а також через високу вартість вимірні системи типу “MoData” та “C-SCAN 2000” не знайшли широкого застосування в структурах нафтогазового комплексу України.

Постає актуальна проблема у створенні дешевих вітчизняних вимірних систем на сучасній елементній базі, які б задовольняли програму обстежень трубопроводів згідно “Технічних вимог на проведення комплексного обстеження засобів протикорозійного захисту та корозійного стану об’єктів газотранспортних систем ДК “Укртрансгаз” від 25.02.1999 р.

Одна з основних вимог цього документу - це вимірювання різниці потенціалів “труба-земля” та ґрунту в режимі тактового відключення струму поляризації, що також застосовується в методиках вищезазначених зарубіжних вимірних систем. Запропонована методика визначення рівня поляризаційного потенціалу якісно відрізняється та має ряд переваг перед методами ГОСТ 9.602-89 (застосування дат-

чиків електрохімічних потенціалів (ДП), вимірювання захисного потенціалу з омичною складовою). До слова: в першій редакції ДСТУ “Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії” вже вказують на необхідність вимірювання потенціалів в режимі тактового відключення станції катодного захисту (СКЗ).

У значеннях поляризаційних потенціалів, вимірних згідно ГОСТу, присутні частини емісійних складових поля анодів, які можуть збільшувати істинну величину поляризаційного потенціалу, тобто оцінка електрозахисності може бути недостовірною (завищеною). Крім того, що ДП не можуть бути виготовлені із сталі тієї ж марки, що і трубопровід (ТП), в місці розміщення ДП може з’явитися дефект ізоляції та ряд інших факторів, які можуть спотворити картину рівня електрозахисності трубопроводу.

Трьохрічний досвід ДП “Укроргтехдіагностики” у проведенні інтенсивних обстежень трубопроводів приладом MoData в режимі тактового відключення струму поляризації показав, що на деяких трубопроводах в залежності від стану ізоляційного покриття (кількості пошкоджень, старіння, часу поляризації тощо) навіть при задовільному рівні захисного потенціалу з омичною складовою (-0,9 В...-1,5 В) рівень поляризаційного потенціалу може бути меншим нормованого (-0,85 В ГОСТ 9.602-89).

Застосування методики “інтенсивних обстежень” дозволяє визначити рівень поляризаційного потенціалу по всій довжині обстежуваного об’єкту та розміри пошкоджень ізоляційного покриття, дати загальну оцінку стану засобів протикорозійного захисту, а також з’ясувати, чи існує небезпека корозії для металу труби. Висновок про корозійну небезпеку здійснюють на основі визначених потенціалів без складової омичного падіння напруги.

В основі методу лежить різниця в постійних часу зміни омичної і поляризаційної складових після виключення струму поляризації (рис. 1).

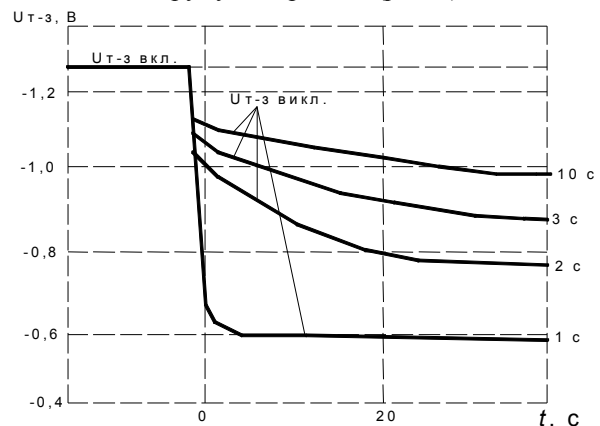


Рис. 1. Графік зміни різниці потенціалів “труба-земля” в залежності від часу поляризації

“Інтенсивні обстеження” проводяться із застосуванням тактових датчиків-синхронізаторів, які підключаються до трьох або більше СКЗ. Цим досягається ритмічна подача захисного струму на трубопровід у відповідності з вибраним тактом (27/3, 12/3 або 8/2, “вкл”/“викл”(сек.)).

Вимірювання в залежності від умов пролягання трубопроводу можуть проводитися по “двохелектродній” (рис. 2), “трьохелектродній” схемі, або згідно схеми “додавання”.

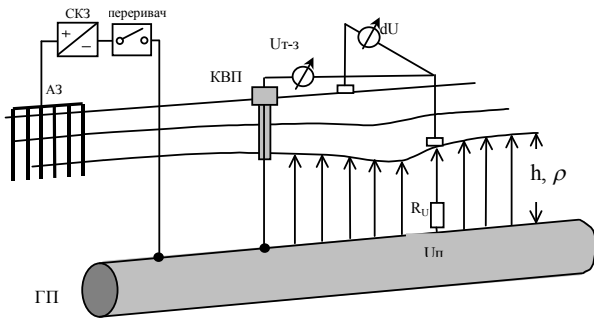


Рис. 2. Двохелектродна схема вимірювання різниці потенціалів “труба-земля” $U_{т-з}$, та різниці потенціалів ґрунту (поперечний градієнт) dU при тактовому відключенні струму поляризації

Вимірювання потенціалу “труба-земля” на практиці проводиться на поверхні ґрунту, а не безпосередньо в місці пошкодження ізоляції. Вимірний потенціал $U_{т-з}$ відповідає сумі поляризаційного потенціалу U_n та спаду напруги, що викликаний проходженням вертикальної складової струму захисту I_v через вертикальний опір ґрунту R_v , тобто

$$U_{т-з \text{ вкл.}} = U_n + (I_v \cdot R_v).$$

Для того, щоб виключити похибку вимірювань, що викликана струмом I_v та опором R_v , необхідно періодично вклучати і виключати струм захисту.

Якщо протікаючий до трубопроводу струм рівний нулю, то і вертикальна складова падіння напруги $I_v \cdot R_v$ в ґрунті дорівнює нулю. Трубопровід виконує в цьому випадку роль конденсатора і затримує потенціал на короткий час. Якщо протягом декількох секунд провести вимірювання, то отримаємо U_n рівний потенціалу виключеного стану, тобто

$$U_{т-з \text{ викл.}} = U_n.$$

Однак на практиці спостерігається виникнення струмів вирівнювання, які виникають між різними ділянками пошкодженої ізоляції. Ці струми діють таким чином, що навіть при виключеному струмі захисту вертикальний спад напруги $I_v \cdot R_v$ не дорівнює нулю, що спотворює результати вимірів. Струми вирівнювання створюють напругу, подібну до напруги захисту. Шляхом вимірювання горизонтальної складової спаду напруги в ґрунті при виключеному струмі захисту можна визначити наявність у районі вимірювань струмів вирівнювання. Для цього необхідно на відстані 5...10 метрів від трубопроводу встановити в ґрунт ще один електрод МСЕ. Напруга між двома МСЕ – це dU , яка називається “поперечним градієнтом” і є мірою для струму між нейтральним ґрунтом і точкою, яка знаходиться безпосередньо над віссю трубопроводу.

За значенням вимірних потенціалів “труба-земля” та ґрунту розраховується поляризаційний потенціал по такій формулі:

$$U_n = U_{т-з \text{ викл.}} - (U_{т-з \text{ вкл.}} - U_{т-з \text{ викл.}}) / (dU_{\text{вкл.}} - dU_{\text{викл.}}) \cdot dU_{\text{викл.}}$$

Розрахунок значень U_n має суттєве значення для тих точок вимірювань, де різниця потенціалів ґрунту є більшою 30-50 мВ, тобто для точок пошкоджень ізоляції трубопроводів.

Приклад оформлення результатів інтенсивних обстежень:

КМ	ПК	Різниця потенціалів “т-з”		Різниця потенціалів ґрунту (поперечний градієнт)		Питомий електричний опір ґрунту	Глибина залягання	Примітки
		$U_{т-з \text{ вкл.}}$	$U_{т-з \text{ викл.}}$	$dU_{\text{вкл.}}$	$dU_{\text{викл.}}$			
		В	В	мВ	мВ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,125	1+25	-0,94	-0,80	-110	-85	31	1,1	Локальне пошкодження

Проведення “інтенсивних обстежень” дозволить: виділити електронезахищені ділянки трубопроводу, визначити зони дії засобів катодного захисту, оптимізувати їх роботу, виявити сторонні негативні впливи на засоби проти корозійного захисту та корозійний стан трубопроводу, прогнозувати довготривалість його роботи, визначити оптимальні строки ремонту та обслуговування, визначити об’єм та структуру ремонтних циклів та інтервалів між об-

стеженнями.

Впровадження програми “інтенсивних обстежень” можливе при наявності дешевих вітчизняних вимірювальних систем на базі швидкодіючих приладів вимірювання та реєстрації даних, високоточних приладів тактових переключень, приладів реєстрації потенціалів для виявлення блукаючих струмів та ряду інших засобів, які передбачено виготовляти найближчим часом.

