

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-277-7-68>

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR NON-CONTACT
INSPECTIONS OF UNDERGROUND PIPELINES**

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗКОНТАКТНИХ
ОБСТЕЖЕНЬ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ**

Dzhala R. M.

*Doctor of Engineering,
Head of the Laboratory
of Electrophysical Methods
of Non-Destructive Testing
Karpenko Physico-Mechanical Institute
of the National Academy of Sciences
of Ukraine
Lviv, Ukraine*

Джала Р. М.

*доктор технічних наук,
завідувач лабораторії
електрофізичних методів
неруйнівного контролю
Фізико-механічний інститут
імені Г. В. Карпенка
Національної академії наук України
м. Львів, Україна*

Verbenets' V. Ya.

*Candidate of Technical Sciences
Karpenko Physico-Mechanical Institute
of the National Academy of Sciences
of Ukraine
Lviv, Ukraine*

Вербенець Б. Я.

*кандидат технічних наук
Фізико-механічний інститут
імені Г. В. Карпенка
Національної академії наук України
м. Львів, Україна*

Rohiv N. V.

*Postgraduate
Karpenko Physico-Mechanical Institute
of the National Academy of Sciences
of Ukraine
Lviv, Ukraine*

Рогів Н. В.

*аспірант
Фізико-механічний інститут
імені Г. В. Карпенка
Національної академії наук України
м. Львів, Україна*

Сучасними трубопроводами транспортують газ, нафту, воду, сировину і продукти хімічної промисловості. Магістральні трубопроводи як з'єднувальна ланка районів видобутку нафти та газу з місцями їх переробки та споживання належать до категорії особливо відповідальних інженерних споруд, від нормальної роботи яких залежить діяльність багатьох галузей промисловості та якість життя людей.

Трубопроводи для транспортування нафти, газу, нафтопродуктів та інших рідин, а також металеві резервуари і нафтосховища, є дорогими спорудами, розрахованими на довготривалу експлуатацію – до декількох десятків років.

Забезпечення надійності трубопровідних систем та інших споруд [1] стало однією з найважливіших задач передусім тому, що аварійність трубопроводів, резервуарів та інших об'єктів нафтогазового комплексу може нанести величезні економічні і часом екологічні збитки господарству, пов'язані з витратами на ремонт, з недодачею або втратами продукції, утриманням технічного персоналу, не кажучи про загрозу безпеки і здоров'ю людей, про політичні і моральні чинники, які неможливо врахувати звичайними економічними показниками. Практичний досвід показує, що в більшості випадків вигідніше передбачати додаткові кошти на забезпечення необхідної надійності об'єкта під час проектування, будівництва та експлуатацію, ніж витратити додаткові кошти на ремонт та ліквідацію аварій. Недаремно кажуть, що надійність – рідна сестра економічності.

Надійну і безперебійну роботу трубопроводів і металевих споруд значною мірою визначає ефективність їх протикорозійного захисту [1]. За відсутності такої вони зазнають інтенсивного корозійного руйнування, що призводить до значних економічних втрат. Матеріальні збитки від корозії у промислово розвинених країнах становлять декілька відсотків національного валового продукту і постійно збільшуються не тільки через високу вартість ремонтів, але і через великі витрати, пов'язані із забезпеченням екологічної безпеки. “Непрямі” втрати від корозії важко піддаються точній оцінці і нерідко перевищують збитки від прямих втрат. Зокрема, корозійне руйнування нафтопроводів призводить не тільки до втрати сировини, але і до величезних матеріальних збитків, зумовлених ліквідацією аварій, простоем численних промислових підприємств, забрудненням довкілля.

Для запобігання корозії сталевих підземних трубопроводів (ПТ) і споруд використовують захисні ізоляційні покриття і катодну поляризацію [1]. Але покриття з часом руйнуються; змінюється електродинамічна ситуація на трасах ПТ. Тому необхідні періодичні діагностичні обстеження.

Традиційно діагностичні обстеження ПТ проводять контактними електрометричними методами, за якими на трасі ПТ встановлюють мідносльфатні електроди та вимірюють різниці потенціалів між металом трубопроводу і ґрунтом і між електродами на поверхні ґрунту. Основними недоліками цих методів є трудомісткість забезпечення достатньої кількості надійних контактів вимірювача (вольтметра) з металом ПТ і ґрунтом (особливо на сухих, піщаних

і т.п. ґрунтах) та локальний характер контролю. Внутрішньотрубна дефектоскопія виявляє вже наявні пошкодження металу труби, але не дає необхідної інформації про стан захисту для запобігання корозії. Оперативність, ефективність та інформативність обстежень ПТ істотно підвищують використання безконтактних вимірювань струмів (БВС) [1–3].

У Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України розвинуто метод БВС та створено нові прилади для контролю стану протикорозійного захисту ПТ в умовах експлуатації. Розроблено нову **інформаційно-вимірвальну технологію** оперативних інтегральних, диференційних та локальних обстежень [1] і кількісних оцінок розподілу вздовж траси параметрів протикорозійного захисту ПТ [3].

Безконтактні методи обстежень по мобільності, продуктивності і інформативності мають значні переваги порівняно з традиційними контактними методами. Але вони потребують спеціальних засобів вимірювань і не мали широкого застосування. Для реалізації безконтактних методів проведено комплексні дослідження інформативних ознак поля і вимірвальних сигналів, створено алгоритми, засоби вимірювань і опрацювання інформації [3].

Методологія досліджень інформативних ознак електромагнетного (ЕМ) поля ПТ та розробки безконтактного методу обстежень ПТ базуються на теорії ЕМ поля та електричних кіл з розподіленими параметрами, розрахунках ЕМ полів струмів розтікання у провідному середовищі [2]. Дослідження та розробки апаратури і методики проводимо на основі теорії інформаційно-вимірвальної техніки, математичного моделювання з використанням емпіричних і евристичних підходів, лабораторних і натурних випробувань.

Розвинуто теоретичні основи диференціального методу БВС, як базу для проектування систем вхідних перетворювачів апаратури БВС ПТ [1–3]. Виділено класи градієнтних (радіальних) і паралакських (азимутальних) методів. Проаналізовано і зіставлено їх інформативні, метрологічні, технологічні властивості. Запропоновано нові методи БВС з азимутальною і радіальною орієнтаціями бази точок спостереження, з довільним розміщенням бази у поперечній струмопроводу площині (з компонентними і модульними первинними перетворювачами).

Основну інформацію про стан захисту від корозії ПТ ми отримуємо за диференційними обстеженнями [3]. Безконтактним методом міряємо значення струму J_n у точках ПТ $n = 0, 1, 2, \dots$, відстані між

якими (інтервали) є ΔI_n . Визначаємо витрати струму на кожному інтервалі ΔI_n трубопроводу, розміщеному в одному плечі зони дії джерела зондувального струму

$$\Delta J_n = J_n - J_{n-1}, \text{ А}$$

Відносні витрати струму на одиницю довжини трубопроводу визначаємо за формулою

$$\delta J_n = \frac{\Delta J_n}{J_{nc} \cdot \Delta I_n} \cdot 100, \%/\text{м},$$

де $J_{nc} = (J_n + J_{n-1})/2$ – середня сила струму в ПТ на n -ому інтервалі.

Відносна лінійна густина витрат струму δJ_n характеризує зникання (attenuation) сигналу вздовж ПТ. Вона пропорційна електропровідності ізоляційних покриттів і є показником пошкоджень ізоляції ПТ: найбільші значення δJ_n вказують місця найбільшої провідності “труба-земля”, тобто найменшого опору захисних покриттів [3].

Зіставлення δJ_n з критичним зниканням струму, дає можливість легко виявляти місця незадовільної ізоляції ПТ. Якщо відносна витрата (зникання) струму в трубопроводі на деякому інтервалі перевищує $\delta J_n > \delta J_{kp}$ критичне значення [3], яке визначаємо зниканням електромагнітної хвилі в ґрунті і обчислюємо за формулою $\delta J_{kp} = 0,2\sqrt{f/\rho_g}$, $\%/\text{м}$, де f – частота струму (Гц), ρ_g – питомий електричний опір ґрунту (Ом·м), то можна стверджувати, що ізоляція на цьому n -ому інтервалі даної ділянки ПТ незадовільна.

Розроблено методи визначення перехідного опору “труба-земля” на різних ділянках ПТ та його складових: опорів ґрунту, ізоляції та поляризації [3].

Запропоновано концепцію та розвинуто нову інформаційну технологію обстеження стану ПТ на основі БВС для оперативного виявлення найбільш ймовірних місць корозії. Подальші використання удосконаленої контактної електрометрії (**першочергово** у місцях аномально великої витрати струму) дають кількісні оцінки параметрів стану ізоляції та електрохімічного захисту з метою запобігання пошкоджень ПТ.

Створені прилади типу ОРТ та БІТ передані в експлуатацію; їх використовують в Україні, РФ, Казахстані для діагностичних обстежень магістральних газо-, нафто-, продукто-, водопроводів та трубопровідних мереж і струмопровідних комунікацій у населених пунктах і на заводських територіях.

Література:

1. Міцність і довговічність нафтогазових трубопроводів і резервуарів. / Г. М. Никифорчин, С. Г. Поляков, В. А. Черватюк, І.В. Ориняк, З. В. Слободян, Р. М. Джалаю. *Механіка руйнування та міцність матеріалів*: довідн. посібник / під заг. ред. В. В. Панасюка. Том 11. Львів : Сполом, 2009. 504 с.

2. Dzhala R. M., Dzhala V. R., Verbenets' B.Ya. Noncontact testing of underground pipelines corrosion. Theoretical and practical aspects of the development of the european scientific space – Riga : “Publishing House “Baltija Publishing”. 2020. P. 212-232. Розділ колективної монографії. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-53-2-53>

3. Джала Р. М., Дикмарова Л. П., Джала В. Р., Вербенець Б. Я. Електромагнетний контроль ізоляції підземних трубопроводів. Київ : Наукова думка, 2021. 260 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-277-7-69>

UNEMPLOYMENT RATE IN UZBEKISTAN AND ITS IMPACT ON BUSINESS

Abduqodirov D.

*Second-year student of the Business Management direction
of the ISMA Branch of the Higher School
of Information Sustrms Managment in Fergana*

Abdusamiyev A.

*Second-year student of the Business Management direction
of the ISMA Branch of the Higher School
of Information Sustrms Managment in Fergana*

Raxmonov S.

*Second-year student of the Business Management direction
of the ISMA Branch of the Higher School
of Information Sustrms Managment in Fergana*

The development of urbanization is connected with the growth of cities and the formation of urban population, the natural increase of urban population, the administrative-territorial integration of suburban areas into urban ones, and the acquisition of urban status by rural settlements. Another