

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОФІЗИЧНИХ І ДИСТАНЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРАС ТРУБОПРОВІДНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Р.М. Глоба, І.М. Зінченко, Я.М. Глоба, О.В. Данилов

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ “Інститут геології”, вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна, e-mail: november90@mail.ru, evandersar@ukr.net, globa_yaroslav@ukr.net, daniloff@lan.com.ua

Запропоновано використання комплексу геофізичних і дистанційних досліджень для інженерних вишукувань при проектуванні та експлуатації лінійних підземних споруд трубопровідного транспорту. Розкрито ефективність комплексного застосування геофізичних методів і дистанційного моніторингу в разі обґрунтування заходів захисту трубопровідних транспортних систем від впливу природних і техногенних процесів. Показано використання дистанційних даних з комплексом традиційних методів електрометрії на таких складних і відповідальних інженерних спорудах, як трубопровідні транспортні системи. Наведено використання дистанційного моніторингу для дослідження ділянок можливих місць витоків рідкого або газоподібного наповнювача через пошкодження в трубопроводах, а також для визначення можливих ділянок корозії на трубопровідних транспортних системах методами електророзвідки – ВЕЗ (вертикальне електричне зондування), “віддаленого електрода”, вимірювання градієнт-потенціалу і СЕП (симетричне електричне профілювання) та дистанційним методом моніторингу.

Ключові слова: корозія, трубопровідні транспортні системи, ВЕЗ, СЕП, метод “віддаленого електрода”, вимірювання градієнт-потенціалу, дистанційний моніторинг.

Вступ. Специфічною проблемою як підземного, так і наземного геологічного простору України є трубопровідний транспорт. Протяжність магістральних трубопроводів на території України становить понад 43 тис. км, з них: магістральних газопроводів – 35 тис. км, магістральних нафтопроводів – 4 тис. км, продуктопроводів – 3,3 тис. км. Загалом Україна займає п'яте місце в світі за протяжністю трубопровідної транспортної системи. Кількість аварійних ситуацій на підприємствах цієї галузі щорічно сягає 1,5 тис. Наприклад, з 35 301 км експлуатованих магістральних газопроводів 7500 км, або 21,1 %, повністю відпрацювали свій амортизаційний термін або мають недовговічне антикорозійне покриття [3]. Виникнення серйозних аварій на трубопроводах (викиди нафти, нафтопродуктів та інших речовин, вибухи газу тощо) може призвести до надзвичайних ситуацій з людськими жертвами, спричинити економічну і екологічну дестабілізацію цілих регіонів країни.

Безпечна експлуатація трубопровідного транспорту є складним комплексним завданням, яке охоплює в собі вирішення технічних, технологічних, економічних і організаційних питань.

Мета цієї статті – показати можливість використання комплексу геофізичних і дистанційних досліджень для інженерних вишукувань під час проектування й експлуатації лінійних підземних споруд трубопровідного транспорту.

Трубопровідні транспортні системи є капітальними інженерними спорудами, які розраховані на тривалий термін експлуатації, призначені для транспортування природних і штучних газоподібних і

рідких речовин, пилоподібних і розріджених мас, а також твердого палива та інших твердих речовин у вигляді розчину під впливом різниці тиску в поперечних перетинах труби. Залежно від виду транспортованої речовини розрізняють аміакопроводи, водопроводи, газопроводи, нафтопроводи та нафтопродуктопроводи.

Для побудови лінійних інженерних споруд виконують великий обсяг земляних робіт, що зумовлює істотну зміну складу і властивостей гірських порід. Насамперед це пов'язано з формуванням у траншеї розушільнених ґрунтів зворотної засипки, які мають нерівномірну щільність і підвищену фільтраційну здатність. Більшість магістральних трубопроводів прокладено в глинистих ґрунтах, а, як відомо, рух води по їхніх порах можливий під дією не лише механічних сил, заданих градієнтом гідростатичного тиску, а й інших фізичних і фізико-хімічних сил за наявності: 1) градієнта поля постійного електричного струму (електроосмос); 2) градієнта концентрації розчинених електролітів (капілярний осмос); 3) температурного градієнта (термоосмос). Механізм руху води при електроосмосі, осмосі й термоосмосі однаковий – це рух рідини по поверхні часточок, на відміну від фільтрації, коли відбувається рух вільної води по шару зв'язаної води. Отже, за різних умов експлуатації залежно від фізичної та хімічної неоднорідності як середовища (ґрунти), так і металу трубопроводу може змінюватися потенціал негативний / позитивний (катод / анод), тобто виникати знакозмінна зона, що, як відомо, істотно впливає на термін експлуатації трубопроводів [5].

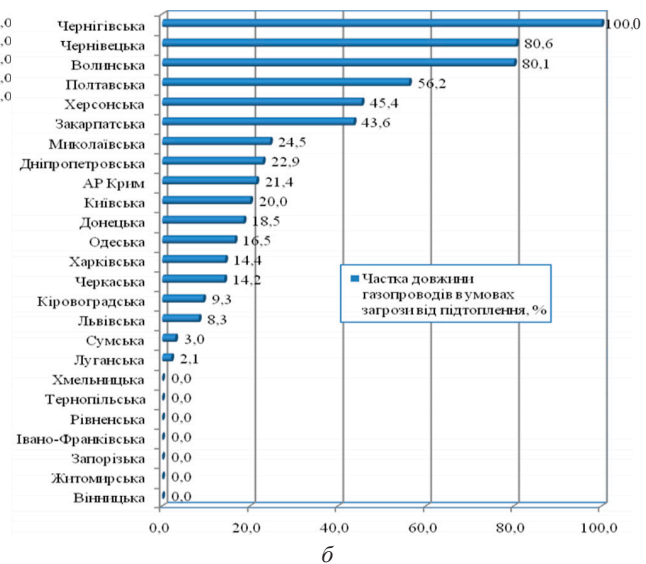
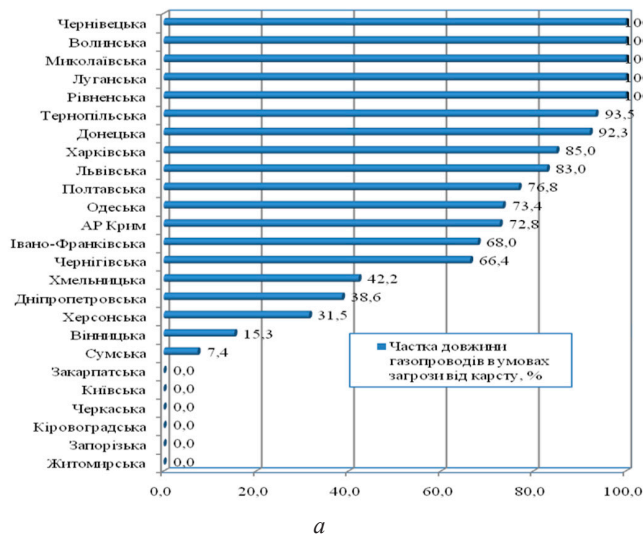


Рис. 1. Структурування адміністративних областей України за довжиною магістральних газопроводів, які перебувають в умовах загроз від прояву карсту (а) та від підтоплення (б)

Fig. 1. Structure of Ukraine of main gas pipelines by length that are currently under the threat of karst manifestation (a) and of flooding (б)

Процеси корозії трубопроводів у підземних умовах зумовлені великою кількістю фізичних і фізико-механічних факторів, що визначають її інтенсивність. Ґрунт як середовище, в якому відбувається процес корозії, характеризується різноманітними взаємопов'язаними і змінними в часі параметрами. Складний взаємозв'язок цих параметрів призводить до того, що той чи інший параметр за різного сполучення може не тільки діяти з різною інтенсивністю, а й змінювати напрямок впливу. Корозійна агресивність ґрунтів залежить від структурно-текстурних особливостей, форми ґрунтових часточок, загальної пористості, форми і поширення включень, які проводять струм [14].

Установлено, що території з регіональним поширенням корозійних пошкоджень за комплексом природних особливостей характеризуються складними інженерно-геологічними умовами. Це проявляється у складній геологічній будові та відмінності складу і властивостей порід зон прокладки трубопроводів і суміжних розрізів [9]. На ділянках з досить високим ступенем корозійних процесів, особливо в зонах паралельного прокладання декількох ниток трубопроводів, виникають складності щодо проведення детальних досліджень з метою встановлення закономірностей впливу ґрунтового середовища на корозійні процеси, а також подальшого утворення і розвитку ділянок корозійних пошкоджень [11].

У 2014 р. адміністративні області України було структуровано за довжиною магістральних газопроводів, які перебувають в умовах загроз від прояву карсту і підтоплення (рис. 1) [6].

Наявність крутих схилів у поєднанні зі знищенням рослинності у смузі укладання трубопроводних транспортних систем провокує активізацію осипів, обвалів, зсувів і формування колювільних нестійких утворень, а також призводить до зміни рівнів ґрунтових і підземних вод [8]. Зміна воло-

гості ґрунтів, що складають середовище навколо трубопроводу, внаслідок знищення рослинності і зміна морфології рельєфу істотно впливають як на кінетику корозії, так і на вторинні процеси безпосередньо в зоні контакту труба-земля. Це проявляється у зміні:

- температури середовища, і відповідно, температури поверхні трубопроводу;
- водневого показника (рН);
- електропровідності ґрунтів;
- складу газів.

Такі зміни сприяють створенню умов для життєдіяльності різних бактерій, які в процесі симбіозу здатні жити в різних умовах. Найрізкіших змін геологічне середовище зазнає на початковій стадії експлуатації споруд. Надалі взаємозв'язок між спорудами і навколишнім середовищем поступово стабілізується, хоча середовище за експлуатації об'єкта остаточно не відновлюється [12].

Електрометричні методи виявлення корозійних ділянок на трубопровідних транспортних системах. З позиції геофізичних досліджень, під час електрохімічного захисту (ЕХЗ) підземних трубопроводів виконують вимірювання, зокрема, різниці потенціалів труба-земля; поляризаційного потенціалу на трубопроводі; величини корозійної активності ґрунтів, стану ізоляційного покриття. Такі вимірювання дають змогу вирішити деякі завдання, а саме визначення захищеності трубопроводів (ефективність ЕХЗ), локалізацію дефектів, інтегральне оцінювання стану ізоляційного покриття (величину загасання струму в трубі), місцезнаходження ділянок з високою корозійною небезпекою, а також оцінити залишковий експлуатаційний ресурс труб з урахуванням ефекту старіння металу [7].

Методика виявлення корозійних ділянок газопроводу, корозійної активності ґрунтів і вибору майданчика під анодне заземлення передбачає:

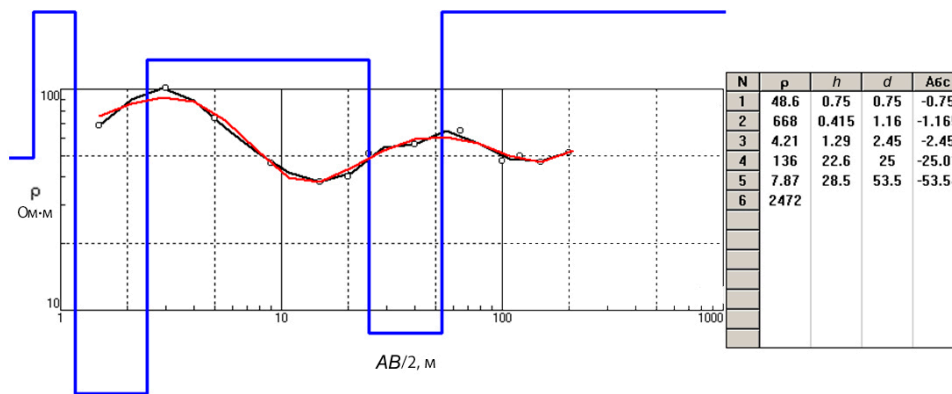


Рис. 2. Кількісна інтерпретація кривої ВЕЗ

Fig. 2. Quantitative interpretation of the curve of VES

- рекогносцировку трубопроводів і технологічних споруд на місцевості з розміткою і GPS-прив'язкою точок вимірювань;
- вимір потенціалів труба–земля підземних газопроводів на пунктах вимірювання (ПВ), кранах та інших доступних місцях для визначення стану захищеності катодною поляризацією;
- вимір поздовжнього потенціалу труба–земля для визначення захищеності катодною поляризацією за довжиною газопроводу і вимір поперечного градієнта електричного поля кроком 5 м для визначення якості ізоляційного покриття комунікацій;
- оцінювання загального стану ізоляційного покриття за вимірюванням величини змінного струму, що протікає в трубі, безконтактним методом;
- вимір питомого електричного опору ґрунтів методом симетричного електричного профілювання;
- виконання вертикального електричного зондування землі на глибину до 100 м з метою вибору майданчика під анодне заземлення.

Методика вертикального електричного зондування (ВЕЗ) передбачає вимір питомого опору установкою, в якій відстань між живильними електродами постійно збільшується від одного виміру до іншого [4]. Кінцевим результатом зондування є побудова кривої залежності позірної опору (ρ) від розносу живильної лінії.

Зондування виконують кількома вимірювальними лініями, розмір яких змінюється залежно від відстані між живильними електродами. За технічно можливих значень сили струму в ланцюзі живильних електродів це дає змогу забезпечити у вимірювальній лінії досить широку можливість для впевненого вимірювання різниці потенціалів. У разі переходу від однієї вимірювальної лінії до іншої величину ρ визначають за двох суміжних значень розносів MN . Послідовність розносів живильних і вимірювальних ліній зазвичай вибирають стандартною, тобто встановленою чинною інструкцією [4] за виконання електророзвідувальних робіт.

Вертикальне електричне зондування було виконано за межами майданчика автомобільної газонаповнювальної компресорної станції

(АГНКС) “Кременчук-2” із застосуванням приладу “Електротест-S”, у режимі змінного струму з частотою 5 Гц, симетричною установкою з бронзовими вимірювальними електродами MN і сталевими живильними AB .

Кількісну інтерпретацію ВЕЗ виконано за допомогою програмного продукту “IPI2Win”. За даними контрольних вимірів точність визначення глибини залягання горизонтів і позірних опорів має дорівнювати $\pm 5\%$ (рис. 2).

Інтерпретація отриманих даних дала змогу виділити такі літологічні горизонти: перший, потужністю (h) 0,75 м, складений супісками з домішками органічних речовин, питомий електричний опір (ρ) 49 Ом·м; другий ($h = 0,41$ м, $\rho = 669$ Ом·м) – пісковиком; третій ($h = 1,3$ м, $\rho = 4$ Ом·м) – глинами; четвертий ($h = 23$ м, $\rho = 136$ Ом·м) – супісками; п'ятий ($h = 28,5$ м, $\rho = 4$ Ом·м) – глинами. Шостий горизонт починається з глибини 53 м, представлений кристалічними породами Українського щита, питомий електричний опір 2472 Ом·м. За геоелектричним розрізом ґрунту на глибину встановлено, що для ефективної роботи системи ЕХЗ необхідно передбачати глибинне анодне заземлення з глибиною розміщення електродів в інтервалі 25–51 м.

Для визначення якості ізоляційного покриття вимірюють поперечний градієнт захисного потенціалу технологічних трубопроводів з кроком 5 м по його осі (установка $MN = 5$ м). Застосовують і метод “віддаленого електрода” (один з електродів розташовують за межами території майданчика з метою уникнення впливу електричних полів сусідніх технологічних трубопроводів і анодних зон, створених заземленнями установки катодного захисту) [10]. У місцях аномальних значень градієнта (збільшення у 2–3 рази) виконують детальні вимірювання з кроком 1–2 м. Вимірювання поляризаційного потенціалу пов'язане з проблемою вилучення падіння напруги у ґрунті між поверхнею труби та електричного поля. Найпоширенішими на цей час методами вилучення омичного падіння напруги є релаксаційні методи, за якими міряють різницю потенціалів труба–земля при діючих уста-

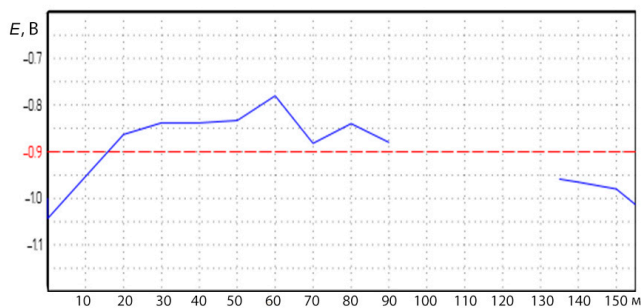


Рис. 3. Розподіл потенціалу труба–земля

Fig. 3. Method of remote electrode

новках катодного захисту та через 0,3 с після їх вимкнення. Релаксацийним методам властиві похибки, спричинені затримками моменту міряння, вирівнювальними струмами. Методом вимикання можна визначати поляризаційну складову потенціалу лише на достатньо короткому і добре ізольованому трубопроводі з малим витіканням струму [2].

Корозійну активність ґрунтів на майданчику визначають за даними вимірювання питомого електричного опору переважно приладом “Ф-4103-М1” із симетричною установкою Веннера за двох розносів електродів – 3 і 2 м.

Місце знаходження технологічних трубопроводів визначають за допомогою трасошукача “Спрут-5м” з використанням частотного генератора.

За результатами цих досліджень будують графіки розподілу потенціалів і питомого електричного опору.

1. Графік розподілу потенціалу труба–земля (рис. 3). Основним критерієм захищеності технологічних трубопроводів від ґрунтової корозії є значення захисного потенціалу труба–земля щодо мідно-сульфатного електрода (Cu/CuSO_4):

- 900 мВ – з омичною складовою;
- 850 мВ – за поляризаційним потенціалом.

Величина потенціалу труба–земля з омичною складовою змінюється від –0,758 до –1,044 В. Захищеність підведеного газопроводу катодною поляризацією з омичною складовою за довжиною становить 30 %;

2. Графік поперечного градієнт-потенціалу земля–земля. Стан ізоляційного покриття технологічних трубопроводів визначають за величиною поперечного градієнта.

Стан ізоляційного покриття підведеного газопроводу АГНКС “Кременчук-2” на контактах труба–земля в цілому задовільний, однак визначення невеликої аномалії на ПВ 60 м може свідчити про існування корозійного процесу (рис. 4).

3. Графік питомого електричного опору (визначення корозійної активності ґрунтів). Корозійну активність ґрунтів визначають за даними вимірювання питомого електричного опору ґрунту приладом “Ф-4103-М1”, із симетричною установкою Веннера. За питомим електричним опором виявля-

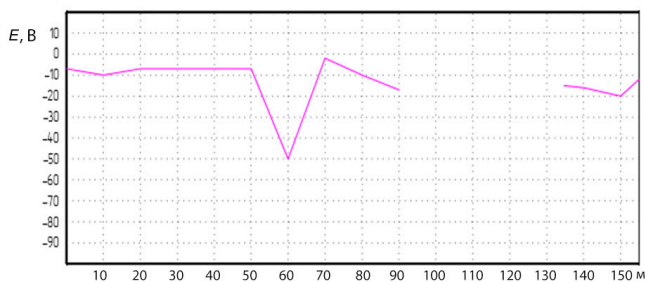


Рис. 4. Розподіл поперечного градієнт-потенціалу земля–земля

Fig. 4. Measuring potential gradient

но таку корозійну активність ґрунтів: до 20 Ом·м – високу; від 20 до 50 Ом·м – середню; понад 50 Ом·м – низьку.

Підведений газопровід АГНКС “Кременчук-2” розміщено в ґрунтах з низькою корозійною активністю (рис. 5).

Дистанційний моніторинг трубопровідних транспортних систем. Транспортування нафти і газу по магістральних трубопроводах викликає необхідність у забезпеченні надійної роботи трубопровідних транспортних систем. Позаштатні ситуації на лінійних об’єктах нафтогазової галузі можуть не тільки завдати великий економічний збиток через втрати продукту і порушення безперервного процесу виробництва в суміжних галузях, а й супроводжуватися забрудненням навколишнього середовища, виникненням пожеж і навіть бути загрозою життю людей.

Масштаби аварій та стан трубопроводів можна оперативно оцінити, лише застосувавши дистанційні, передусім аерокосмічні, методи, що дає змогу отримувати принципово нову інформацію не тільки в контрольних точках, а й по всій трасі в цілому.

Аеро- і космознімання місцевості застосовують як для безперервного одночасного контролю забруднення природного середовища (земної поверхні, річкових і морських акваторій та приземної атмосфери), так і для контролю технічного стану об’єктів. Крім того, за даними дистанційного моніторингу можна оперативно виявляти і визначати координати великих аварій на трубопроводах, зон небезпечного прояву стихійних природних процесів, а також відстежувати і прогнозувати розриви магістральних трубопроводів [8].

Серед основних завдань, що вирішують за допомогою аеро- і космознімання, виділимо такі:

- виявлення порушень технічного стану об’єкта – розривів, тріщин, корозійних зон тощо;
- контроль екологічного стану природного середовища уздовж траси магістрального трубопроводу, виявлення місць та обсягів підземних і наземних витоків вуглеводнів, зон забруднень тощо;
- аналіз ділянок переходу трубопроводів через водні перешкоди, автодорожні та залізничні переходи;

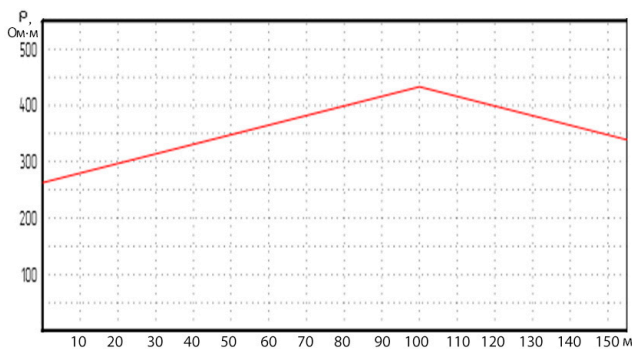


Рис. 5. Розподіл питомого електричного опору

Fig. 5. Chart of specific electrical resistance

- дослідження сучасних екзогенних процесів (селі, зсуви, обвали та ін.);
- ранжування ділянок за ступенем небезпеки, виділення ділянок для першочергового діагностичного дослідження.

Дослідження дешифрувальних ознак різних компонентів геосистем, що так чи інакше впливають на трубопроводи, показали, наскільки тісно пов'язані між собою зміни у літології антропогенних відкладів, рівні ґрунтових вод, типі і складі ґрунтів та рослинності. Зображення місцевості, отримані з літака чи супутника, іноді помітно змінюються залежно від коливань мікроклімату, заболоченості, порушеності рослинного покриву тощо [13]. Наприклад, ділянки верхових боліт із властивим їм комплексом рослинності виділяються і в оптичному, і в ближньому інфрачервоному діапазонах, навіть за умови, що висоти місцевості, планові обриси рельєфу, склад четвертинних (доголоценових) відкладів істотно не змінюються. Карти розміщення болотних масивів, поширення перезволожених ґрунтів, складені за дистанційними даними високої роздільної здатності в умовах Європейської Півночі, виявляються набагато точнішими, ніж дані топографічних карт. На окремих ділянках трубопроводу видно, що верхові болота впритул підходять до ниток трубопроводу. Це створює умови для розвитку цілого комплексу несприятливих природних процесів унаслідок зростання аеробності ґрунтів, істотної зміни електропровідності ґрунтів, еманцій агресивних газів, застоювання вод, розвитку у такому середовищі агресивних бактерій. Взагалі дані дистанційного зондування Землі відкривають широкі можливості для вивчення вологості ґрунтів, вмісту окремих хімічних сполук, наприклад оксидів, солей тощо, що дає змогу оцінити небезпеку розвитку корозійних процесів одразу на великих площах. Для цього аналізують спектральні характеристики підстильної поверхні [1].

З метою підвищення надійності вирішення завдань діагностики об'єктів доцільно проводити їх одночасне спостереження за допомогою декількох видів знімання, в яких використовують специфіч-

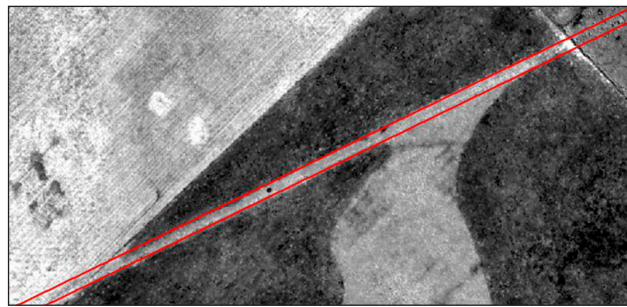


Рис. 6. Розташування межі траси трубопроводу

Fig. 6. Border of pipeline

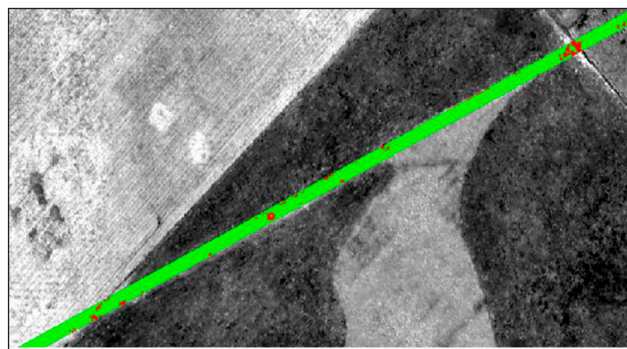


Рис. 7. Результат бінаризації растра коефіцієнта варіації для панхроматичного зображення (червоним кольором позначено аномальні ділянки)

Fig. 7. Result of binarization frequency of coefficient of variation for panchromatic images (red – anomalies)

ні властивості випромінювань різними довжинами хвиль.

Для прикладу застосування дистанційного моніторингу трубопровідних транспортних систем було взято зображення ділянки трубопроводу, отримане супутником QUICKBIRD-2 (рис. 6). Для виділення аномалій було розраховано статистичні величини за допомогою методики “ковзного вікна” для панхроматичного зображення (рис. 7).

За допомогою інструменту “Co-occurrence Measures” у програмному пакеті “ArcGis” розраховано основні статистичні показники. У результаті експериментальних досліджень вибрано оптимальний для даних цифрових зображень розмір “ковзного вікна”, а саме 5 на 5 пікселів.

Основна мета розрахунку статистичних компонент цифрових зображень — експрес-аналіз за допомогою класифікації статистичних растрів, процедуру класифікації виконано тільки в межах траси трубопроводу.

Одна з аномальних ділянок на трасі магістрального газопроводу виявилась індикатором місця майбутньої аварії, що під час перевірки трубопроводу було підтверджено. Також за розрахованими даними було виявлено інші аномалії, що стосуються тріщин колон у стінках трубопроводу, які з великою вірогідністю можуть спричинити аварію на цій ділянці.

Висновки. Методи, розглянуті у статті, є оптимальними для визначення природних і техногенних процесів, які впливають на трубопровідний транспорт. Для пошуку корозійних ділянок трубопроводу вимірюють поляризаційний потенціал. Основним критерієм захищеності технологічних трубопроводів від ґрунтової корозії є розподіл потенціалу труба–земля. Метод симетричного електричного опору дає змогу визначити корозійну активність ґрунтів. За результатами вертикального електричного зондування будують геоелектричний розріз з метою вибору майданчика під анодне заземлення. За допомогою дистанційного методу моніторингу було виявлено аномальні ділянки на трасі магістрального газопроводу, одна з яких слугувала індикатором місця майбутньої аварії. Цей метод виявлення аномальних ділянок заснований на оцінюванні статистичних параметрів зображень. У комплексі розглянуті методи можуть бути застосовані для вирішення вищеописаних завдань, їх можна використовувати для інженерних вишукувань, оцінювання природних і техногенних умов середовища, створення різноманітних статичних і динамічних моделей стану й розвитку геологічного середовища та виконання інших завдань з метою обґрунтування проектів будівництва та експлуатації споруд.

Список бібліографічних посилань

1. Арістов М.В. Дослідження особливостей впливу геологічного середовища на магістральні газопроводи за даними мультиспектральних аерокосмічних зйомок. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2006. № 38/39. С. 26–28.
2. Джала Р.М., Вербенець Б.Я., Мельник М.І. Контроль поляризаційного потенціалу підземних металевих споруд. *7-ма Національна науково-технічна конференція “Неруйнівний контроль та технічна діагностика – UkrNDT-2012”*: зб. доп. – К.: УТНКТД, 2012. С. 221–223.
3. Доклад “Рургаз” о состоянии катодной защиты от коррозии и о проблемах коррозии в газотранспортной сети стран СНГ. Тюмень: Termil, 1996. 61 с.
4. ДСТУ 4219–2003. Трубопроводы стальные магистральные. Загальні вимоги до захисту від корозії. К.: Держстандарт України, 2003. 72 с.
5. Мещеряков С.В., Васина О.В. Влияние химико-микробиологических факторов в почвогрунте на коррозийные процессы в условиях Крайнего Севера. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2009. № 8. С. 11–15.
6. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році. К., 2015. С. 365.
7. Розгонюк В.В., Гужов Ю.П. Технічна експлуатація систем захисту від підземної корозії магістральних газопроводів. К.: Росток, 2000. 286 с.
8. Anys H., Bannari A., He D. C. and Morin D. Texture analysis for the mapping of urban areas using airborne MEIS-II images. *Proceedings of the First International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition*. 1994. V. 3. P. 231–245.
9. Bobachev A. Study of working and projected pipelines with electrical methods. *Electromagnetic Fields and Our Health*. 1998. No. 9. P. 127–131.
10. Ekine A.S. Investigation of Corrosion of Buried Oil Pipeline by the Electrical Geophysical Methods. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 2010. V. 14. P. 63–65.
11. Ivanik O., Lavrenyuk M., Shevchuk V. Numerical modeling of geological environment impact on the pipelines. *71st EAGE Conference and Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2009*. DOI: 10.3997/2214-4609.201400037.
12. Ivanik O., Lavrenyuk M., Shevchuk V. Complex technique of the comprehensive assessment of the hazardous geological processes impact on the nature-technical systems Geoinformatics. *10th International Conference on Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. Geoinformatics*. 2011. DOI: 10.3997/2214-4609.20145067.
13. Haralick R., Shanmugan K., Dinstein I. Textural Features for Image Classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 1973. V.6. P. 610–621.
14. Kvon D.A., Shevchin V.A. Measurements of resistivity and induced polarization of loose soil samples with steel and non-polarizing electrodes. *12th Conference and Exhibition Engineering Geophysics*. Anapa, Russian Federation. 2016. P. 104–107.

Надійшла до редакції 06.04.2017 р.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ТРАСС ТРУБОПРОВОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Р.Н. Глоба, И.Н. Зинченко, Я.Н. Глоба, А.В. Данилов

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, УНИ “Институт геологии”, ул. Васильковская, 90, Киев, 03022, Украина, e-mail: november90@mail.ru, evandersar@ukr.net, globa_yaroslav@ukr.net, daniloff@lan.com.ua

Предложено использование комплекса геофизических и дистанционных исследований для инженерных изысканий при проектировании и эксплуатации линейных подземных сооружений трубопроводного транспорта. Раскрыта эффективность комплексного применения геофизических методов и дистанционного мониторинга при обосновании мер защиты трубопроводных транспортных систем от воздействия природных и техногенных процессов. Показано использование дистанционных данных в комплексе с традиционными методами электрометрии на таких сложных и ответственных инженерных сооружениях, как трубопроводные транспортные системы. Приведено использование дистанционного мониторинга для исследования участков возможных мест утечек жидкого или газообразного наполнителя вследствие повреждения в трубопроводах. Определены возможные участки коррозии трубопроводных транспортных систем методами электроразведки –

ВЭЗ (вертикальное электрическое зондирование), “удаленного электрода”, измерения градиент-потенциала и СЭП (симметричное электрическое профилирование), и дистанционного мониторинга.

Ключевые слова: коррозия, трубопроводные транспортные системы, ВЭЗ, СЭП, метод “удаленного электрода”, измерения градиент-потенциала, дистанционный мониторинг.

APPLICATION OF GEOPHYSICAL AND REMOTE RESEARCH METHODS FOR PIPELINE TRANSPORT SYSTEMS

R.M. Hloba, I.M. Zinchenko, Y.M. Hloba, O.V. Danylov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology, Vasylkovska Str., 90, Kyiv, 03022, Ukraine,
e-mail: november90@mail.ru, evandersar@ukr.net, globa_yaroslav@ukr.net, daniloff@lan.com.ua

Purpose. We propose to apply a set of geophysical and remote sensing methods to engineering surveys when designing and operating linear underground constructions of pipeline transport. The use of traditional electrical methods together with remote monitoring makes the research significantly more informative.

Design/methodology/approach. The study permits to identify the area best fitting for laying and operating the pipeline transport system. The paper provides a complex of geophysical and remote monitoring methods to guarantee safety standards on the pipeline/ transport systems when affected by natural and anthropogenic hazards.

Findings. The study confirmed the feasibility of using digital satellite images in monitoring pipeline transport facilities. We propose to apply remote data in conjunction with a complex of traditional electrical methods to the pipeline transportation system, the latter being typified as a complex engineering construction.

Implications. Remote monitoring can be used to investigate sites of probable liquid or gas leakage through the damage to pipelines. The following electrical methods permit to determine probable areas of corrosion sites on the pipeline transport systems: VES (vertical electrical sounding), “remote electrode” (electrometric survey), measuring potential gradient, and SEP (symmetrical electrical profiling).

Keywords: corrosion, pipeline systems, engineering surveys, VES, SEP, the method of “remote electrode”, measuring potential gradient, remote monitoring.

References:

1. Aristov M.V. Doslidzhennia osoblyvostei vplyvu heolohichnoho seredovyscha na mahistralni hazoprovody za danymy multispektralnykh aerokosmichnykh ziomok. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia*, 2006, no. 38/39, pp. 26-28 [in Ukrainian].
2. Dzhala R.M., Verbenets B.Ya., Melnyk M.I. Kontrol poliarizatsiinoho potentsialu pidzemnykh metalevykh sporud. *7-ma Natsionalna nauково-tekhnichna konferentsiia “Neruinivnyi kontrol ta tekhnichna diahnozyka - UkrNDT-2012”*. Kyiv: UTNKTD, 2012, pp. 221-223 [in Ukrainian].
3. Doklad “Rurhaz” o sostoianny katodnoi zashchyty ot korrozii y o problemakh korrozii v hazotransportnoi sety stran SNH. Tumen: Termil, 1996, 61 p.
4. DSTU 4219–2003 Truboprovody stalevi mahistralni zahalni vymohy do zakhystu vid korozii. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy, 2003, 72 p. [in Russian].
5. Meshcheriakov S.V., Vasyna O.V. Vliyanye khymiko-mykrobiolohicheskyykh faktorov v pochvohrunte na korrozyonnyye protsessy v usloviyakh Kraineho Severa. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse*, 2009, vol. 8, pp. 11-15 [in Russian].
6. Natsionalna dopovid pro stan tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini u 2014 rotsi. Kyiv, 2015, pp. 365 [in Ukrainian].
7. Rozghoniuk V.V., Huzhov Yu.P. Tekhnichna ekspluatatsiia system zakhystu vid pidzemnoi korozii mahistralnykh hazoprovodiv. Kyiv, Rostok, 2000, 286 p. [in Ukrainian].
8. Anys H., Bannari A., He D. C., and Morin D. Texture analysis for the mapping of urban areas using airborne MEIS-II images. *Proceedings of the First International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition*, 1994, vol. 3, pp. 231-245.
9. Bobachev A. Study of working and projected pipelines with electrical methods. *Electromagnetic Fields and Our Health*, 1998, no. 9, pp. 127-131.
10. Ekine A. S. Investigation of Corrosion of Buried Oil Pipeline by the Electrical Geophysical Methods. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 2010, vol. 14, pp.63-65.
11. Ivanik O., Lavrenyuk M., Shevchuk V. Numerical modeling of geological environment impact on the pipelines. *71st EAGE Conference and Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2009*. DOI: 10.3997/2214-4609.201400037.
12. Ivanik O., Lavrenyuk M., Shevchuk V. Complex technique of the comprehensive assessment of the hazardous geological processes impact on the nature-technical systems Geoinformatics. *10th International Conference on Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. Geoinformatics*. 2011. DOI: 10.3997/2214-4609.20145067.
13. Haralick R., Shanmugan K., Dinstein I. Textural Features for Image Classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 1973. vol. 6, pp.610-621.
14. Kvon D.A., Shevchin V.A. Measurements of resistivity and induced polarization of loose soil samples with steel and non-polarizing electrodes. *12th Conference and Exhibition Engineering Geophysics*. Anapa, Russian Federation, 2016, pp. 104-107.

Received 06/04/2017