

ОЦІНКА РИЗИКУ БІОКОРОЗІЙНИХ РУЙНУВАНЬ ПІДЗЕМНИХ ГАЗОПРОВОДІВ

М. С. Полутренко, Л. Я. Побережний,
А.І. Станецький

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Abstract. Analysis of soil Western and Southern regions along the trails gasmain pipelines to identify areas with high risk of biological corrosion. Experimentally ranking conducted by soil corrosion activity and an indicator of predisposition to biocorrosion.

Using the proposed method and the results will help to optimize the location, frequency and sequence of events from maintenance corrosion protection and therefore increase the reliability of the pipelines.

Актуальність проблеми. У процесі тривалої експлуатації підземних газопроводів, в певних регіонах України формується екологічна небезпека, зумовлена руйнуванням трубопроводів з причин ґрунтової та мікробіологічної корозії [1]. Непрогнозовані відмови в роботі трубопроводів призводять до значних економічних втрат і важких екологічних наслідків. З огляду на це, попередження відмов, де можливий ризик розвитку біокорозійних процесів з участю ґрунтових мікроорганізмів, є однією з пріоритетних складових національної безпеки України. Корозію металів у підземному середовищі найчастіше пов'язують з життєдіяльністю бактерій циклу сірки: сульфатвідновлювальних бактерій (СВБ) родів *Desulfovibrio* та *Desulfotomaculum* і тіонових бактерій (ТБ) роду *Tiobacillus*, здатних окиснювати сірку та її сполуки до сульфатної кислоти, різко знижуючи рН середовища. Випадки анаеробної корозії найбільш характерні для трубопроводів, що знаходяться в глинистих і водоносних шарах ґрунту. Під дією біокорозії з участю СВБ бактерій, як найбільш корозійноагресивних серед ґрунтових мікроорганізмів, на металі труби утворюються окремі каверни або пітінги, в деяких випадках може мати місце і рівномірна корозія. [2]. Тому *проблема забезпечення надійної експлуатації й підвищення довговічності трубопроводів з метою виявлення ділянок траси прокладання підземних газопроводів, де можливий ризик розвитку біокорозійних руйнувань, є актуальною і своєчасною.*

Мета дослідження – визначення корозійної активності ґрунтів прокладання окремих підземних газопроводів Західного та Південного регіонів, як одного з визначальних чинників оцінки ризику біокорозійних руйнувань металу.

Об'єктом дослідження корозійної активності ґрунтів Південного регіону було вибрано ділянку магістрального газопроводу (МГ) «Глібовка-Сімферополь», ділянку газопроводу-відводу до газорозподільної станції (ГРС) м.Саки, дві ділянки МГ «Роздільна-Ізмаїл» та дві ділянки МГ «Пасічна-Долина» та МГ «Пасічна-Тисмениця» Західного регіону.

Матеріали та методика досліджень. В зоні прокладання магістральних газопроводів на глибині залягання трубопроводу були відібрані проби ґрунтів згідно методики діючого ДСТУ 3291-95 [3]. Проби ґрунтів, які відрізнялися за гранулометричним складом, були висушені у сушильній шафі при 95-98 °С, подрібнені в фарфоровій ступці, пересіяні через металеві сита і відібрані фракції ґрунту (≤ 2 мм) для подальшого аналізу.

Оцінювання корозійної активності ґрунтів охоплювало комплекс досліджень по визначенню кислотності ґрунтів, окисно-відновного потенціалу (ОВП) ґрунту, питомого опору ґрунту, а також втрату маси металу, визначену гравіметричним методом, що характеризувало корозійне руйнування металу.

Основою для визначення ступеня корозійної активності ґрунту був вибраний питомий електроопір ґрунту і кількість СВБ, як найбільш корозійноактивних серед

асоціації ґрунтових мікроорганізмів в 1г ґрунту. Збільшення чисельності СВБ бактерій засвідчує, що корозійна небезпека зростає. Актуальну кислотність відібраних проб ґрунту визначали за методикою [4] з допомогою універсального індикатора та рН-метра марки рН-150МИ (табл. 1-2).

Втрату маси металевих трубок, занурених у ґрунт, які виступали анодами, через 24 години дії постійного електричного струму, визначали гравіметричним методом, який є досить простим в технічному плані та поширеним [5].

Обговорення результатів. Визначення актуальної кислотності водних витяжок проб ґрунту на досліджуваних ділянках прокладання МГ (табл. 1-3) показало, що ґрунти є неоднорідними за кислотністю. Так, газопроводи «Глібовка-Сімферополь», «Роздільна-Ізмаїл» та «відвід до ГРС м. Саки», прокладені переважно в лужних ґрунтах.

Таблиця 1. **Визначення рН водних витяжок проб ґрунту МГ «Глібовка-Сімферополь» та «відводу до ГРС м. Саки»**

№ проби ґрунту	Проба №1				Проба №2				Проба №3			
	верх	зліва	справа	низ	верх	зліва	справа	низ	верх	зліва	справа	низ
ручний рН-метр (Т _{емп})	8,05	8,02	8,00	8,03	8,00	7,53	7,63	7,69	8,01	7,99	7,72	8,13

МГ "Роздільна-Ізмаїл" прокладений в неоднорідному за кислотністю ґрунті. Так, для другої ділянки траси (179,9 і 181,6 км) характерні нейтральні ґрунти за величиною рН (6,5-7,0). В той час, як ґрунти першої ділянки траси (50 і 53 км) є сильнолужними за величиною

рН ($\geq 8,5$). Ґрунти сильнолужні, які виявлені на першій ділянці траси вважаються потенційно корозійно-активними по відношенню до сталі.

Таблиця 2. **Визначення рН водних витяжок проб ґрунтів МГ «Роздільна-Ізмаїл»**

№ проби ґрунту	Проба №4	Проба №5	Проба №6	Проба №7
ручний рН-метр (Т _{емп})	6,86	6,78	8,61	8,59

Проаналізовані ґрунти, для яких значення рН знаходиться в межах 6,5 - 7,0 (табл.3) відносяться до корозійно неактивних і для них характерна низька ступінь корозійної активності. На ділянці від шурфу 2 до шурфу 4 ґрунти є корозійно-активними.

Таблиця 3. **Визначення рН водних витяжок відібраних проб ґрунту**

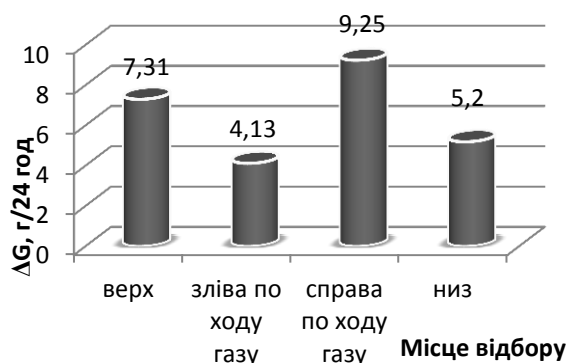
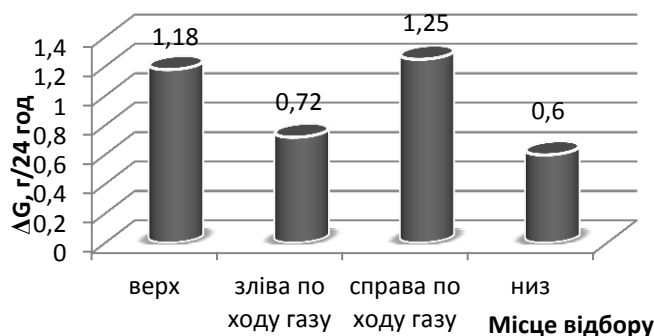
№ проби ґрунту	МГ «Пасічна-Тисмениця»			МГ «Пасічна-Долина»				
	1	2	3	шурф №1	шурф №2	шурф №3	шурф №4	шурф №5
рН (лакмус)	6-7	~7	~7	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7
ручний рН-метр	6,78-6,80	6,83-6,84	6,68-6,69	6,59-6,60	6,36-6,37	5,62-5,63	6,27-6,28	6,66-6,67

Для виключення ризику розвитку біокорозійних процесів у підземному середовищі необхідно було встановити наявність в ґрунтовому електроліті сульфат-йонів (SO_4^{2-}). На основі результатів аналізу водних витяжок всіх відібраних проб ґрунту було встановлено, що сульфат-йони присутні в ґрунтових водах відібраних проб відводу до ГРС м. Саки на відмітках ПК 6+25 і ПК 16+57 та МГ «Пасічна-Долина» (від шурфу 2 до шурфу 4, довжина ділянки 150 м) , що свідчить про наявність в ґрунтах

сульфатів (можливо Na_2SO_4 , FeSO_4 , MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), що зумовлює ризик розвитку біокорозійних уражень металу. У водних витяжках проб ґрунту МГ "Роздільна-Ізмаїл" та МГ «Пасічна-Тисмениця» не було виявлено сульфат-йонів, що вказувало на те, що на вибраних ділянках даної траси в ґрунтах відсутні сульфати металів і не має небезпеки розвитку мікробіологічної корозії з участю СВБ.

Для повноти заключення про корозійну активність ґрунтів, було проаналізовано також значення питомого опору ґрунтів, які вказували на високу корозійну активність ґрунтів на досліджуваній ділянці трубопроводу МГ «Глібовка-Сімферополь», «відвід до ГРС м. Саки» та МГ «Пасічна-Долина».

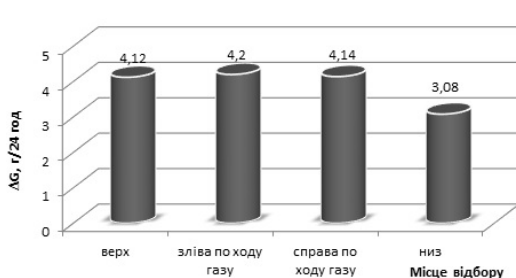
Отримано залежності втрати маси металу на досліджуваних ділянках прокладання магістральних газопроводів (рис. 1-4).



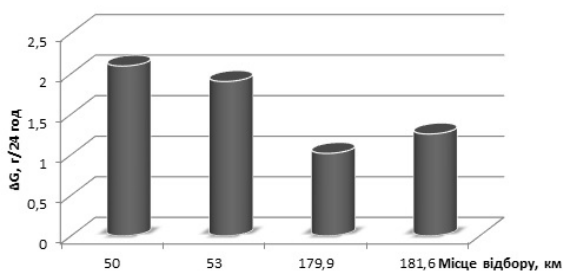
а

б

Рис. 1 - Залежність втрати маси металу (ΔG , г/24год) на ділянках траси (Глібовка-Сімферополь ПК163(+32) шурф1 (а) та відвід на Саки ПК6 (+25), шурф 2 (б))



а



б

Рис. 2 - Залежність втрати маси металу (ΔG , г/24 год) на ділянках траси відвід на Саки ПК16(+57), шурф 3 (а) та МГ «Роздільна-Ізмаїл» (б)

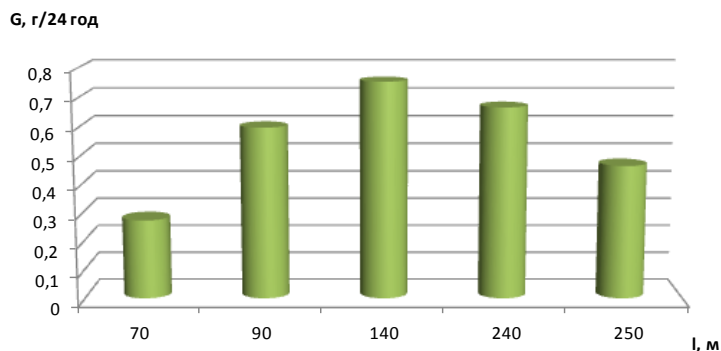


Рис. 3 Залежність втрати маси металу (ΔG , г/24год) від довжини траси МГ «Пасічна-Долина»

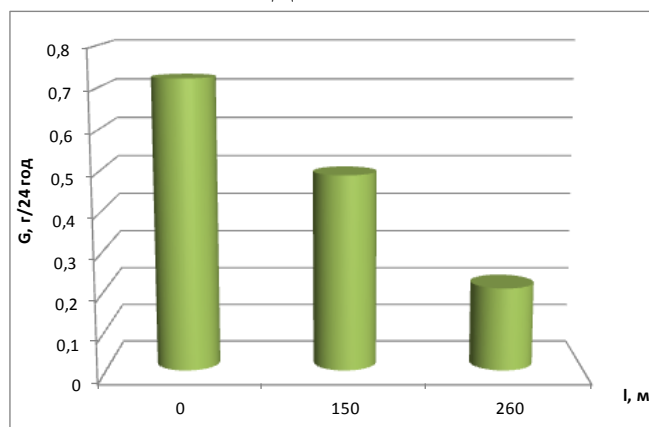


Рис. 4 - Залежність втрати маси металу (ΔG , г/24год) від довжини траси МГ «Пасічна –Тисмениця»

Аналіз одержаних результатів дозволив виявити ділянки траси, де спостерігалися найбільші втрати металу, що вказувало на більш виражені корозійні процеси. Узагальнення і комплексний аналіз отриманих результатів дозволив виявити окремі ділянки траси прокладання МГ Західного і Південного регіонів, з найбільшим ризиком формування біокорозійних процесів у підземному середовищі за участю СВБ бактерій. Використання запропонованої методики та отриманих результатів дасть змогу оптимізувати місця, періодичність та черговість проведення заходів із обслуговування протикорозійного захисту та, відповідно підвищити надійність роботи трубопровідного транспорту.

Література:

1. Середницький Я. Сучасна протикорозійна ізоляція в трубопровідному транспорті (2-а частина) / Я. Середницький, Ю. Банахевич, А. Драгілев. – Львів: ТзОв «Сплайн», 2004. – 276с.
2. Андреюк К.І. Мікробна корозія підземних споруд / К.І. Андреюк, І.П. Козлова, Ж.П. Коптєва та ін. - К.: Наукова думка, 2005 – 258 с.
3. ДСТУ 3291-95 Методи оцінки біокорозійної активності ґрунтів і виявлення наявності мікробної корозії на поверхні підземних металевих споруд. // Київ.: Держстандарт України, 1996. – 28 с.
4. Крикунов В.Г. Лабораторний практикум по ґрунтознавству /В.Г. Крикунов, Ю.С. Кравченко, В.В. Криворучко та ін. // Біла Церква, 2003. – 83 с.
5. Жуков В.И. Битумная изоляция подземных трубопроводов /В.И. Жуков, Ф.Г. Храмынин. - М.: Госстройиздат, 1964. - 120 с.