

14. Оцінювання впливу технологічного процесу на зміну технічного стану металу головних парогонів ТЕС [Текст] / Г. Никифорчин, О. Студент, Г. Кречковська, А. Марков // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2010. – 46, № 2. – С. 42 – 54. (Evaluation of the influence of shutdowns of a technological process on changes in the in-service state of the metal of main steam pipelines of thermal power plants / H.M. Nykyforchyn, O.Z. Student, H.V. Krechkov's'ka, A.D. Markov // Materials Science. – 2010. – 46, 2. – P. 177 – 189).

15. Свірська, Л.М. Вплив попередньої пластичної деформації металу в різних зонах гину на його властивості після експлуатації на головному парогоні ТЕС [Текст] / Л. Свірська, О. Студент, П. Сидор // Вісник Тернопільського націон. техн. університету. – 2011. – Ч. 2, спецвип. – С. 97 – 105.

16. Студент, О.З. Вплив тривалої експлуатації сталі 12Х1МФ з різних зон гину парогону ТЕС на її механічні характеристики [Текст] / О.З. Студент, Л.М. Свірська, І.Р. Дзіоба // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2012, – 48, № 2. – С. 111 – 118. (Influence of the long-term operation of 12Kh1M1F steel from different zones of a bend of steam pipeline of a thermal power plant on its mechanical characteristics / O.Z. Student, L.M. Svirs'ka, I.R. Dzioba // Materials Science – 2012. – 48, 2. – P. 239 – 246.)

17. Кречковська, Г.В. Фрактографічні ознаки механізмів транспортування впливу водню в конструкційних сталях [Текст] / Г.В. Кречковська // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2015. – № 4. – С. 67 – 70.

18. Brittle-Fracture Resistance of the Metal of Hyperboloid Gridshell Shukhov Tower / Krechkov's'ka H.V., Student O.Z., Kutnyi A.I., Nykyforchyn H.M., Sydor P.Ya. // Materials Science – 2015. – 50, 4. – P. 578 – 584.

Отримано 21.09.2015

УДК 622.4.076:620.197.6

**Мирослава Полутренко, докт. техн. наук;  
Любомир Побережний, докт. техн. наук; Андрій Станецький**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ БІОКОРОЗІЙНИХ РУЙНУВАНЬ ПІДЗЕМНИХ ГАЗОПРОВОДІВ**

**Резюме.** У процесі тривалої експлуатації підземних газопроводів у певних регіонах України формується екологічна небезпека, зумовлена руйнуванням трубопроводів з причин ґрунтової та мікробіологічної корозії. Корозію металів у підземному середовищі найчастіше пов'язують з життєдіяльністю бактерій циклу сірки: сульфатвідновлювальних бактерій, здатних окиснювати сірку та її сполуки до сульфатної кислоти, різко знижуючи рН середовища. Проведено комплекс досліджень із визначення корозійної активності ґрунтів на досліджуваних ділянках траси прокладання магістральних газопроводів Південного та Західного регіонів. Встановлено, що ґрунти відносяться до ґрунтів із середнім та високим ступенем корозійної активності, що призводить до інтенсифікації корозійних процесів підземних газопроводів. Наявність сульфат-йонів у водних витяжках ґрунту на ділянці траси «відвід до ГРС м. Саки», на відмітках ПК 6+25, проба 4 і ПК 16+57, проба 5 та досліджуваній ділянці довжиною 150 м МГ «Пасічна-Долина» спричиняє розвиток мікробіологічної корозії з участю сульфатвідновлювальних бактерій (СВБ). Для оцінювання ризику розвитку біокорозійних руйнувань підземних металоконструкцій, найважливішими з яких є нафтогазопроводи, необхідним є проведення комплексу досліджень, який включає аналіз гранулометричного складу ґрунту, кислотності, вологості, питомого опору ґрунту, наявності сульфат-йонів, титру анаеробних та аеробних мікроорганізмів.

**Ключові слова:** корозія газопроводів, сульфатвідновлювальні бактерії, корозійна активність ґрунтів.

**Miroslava Polutrenko, Lubomyr Poberezhny, Andriy Stanetsky**

## **RISK ASSESSMENT OF BIOCORROSION FRACTURE OF UNDERGROUND PIPELINES**

**Summary.** During long-term operation of underground pipelines in certain regions of Ukraine formed environmental hazards are formed, caused by the destruction of pipelines because of soil and microbiological

corrosion. Unpredictable failure in the pipeline result in significant economic losses and sufficient environmental consequences. With this in mind, prevention of failures, where the risk of biocorrosion processes is possible involving soil microorganisms, is one of the priority components of the national security of Ukraine. Corrosion of metals in the underground environment is most often associated with the life of sulphate bacteria. A set of studies to determine the corrosiveness of soil on the test sections of the track laying of gasmain (GM) pipelines of the Southern and Western regions has been carried out. It was found that the soils are soils with medium and high corrosion activity, that leads to an intensification of the corrosion process of underground pipelines. The presence of sulfate ions in the aqueous extracts of the soil on the part of the track "tap to the GDS Saki", at elevations PC 6 + 25, sample 4 and the PC 16 + 57, the sample 5 and the test site 150 m in length GM "Pasichna-Dolyna", leads to the development of microbial corrosion involving sulfate-reducing bacteria (SRB).

Synthesis and comprehensive analysis of the results revealed some parts of the track laying gasmain pipelines of Western and Southern regions, where the risk biocorrosion formation processes in the underground environment involving SRB bacteria is possible. The results can serve as a complement to the corrosive action of soil maps with the allocation of plots biocorrosion processes. To assess the risk of biocorrosion destruction of underground metal structures, the most important of which are oil and gas pipelines, it is necessary to carry out complex research, which includes analysis of the soil texture, acidity, humidity, soil resistivity, the presence of sulfate ions, the titer of anaerobic and aerobic microorganisms, as well as weight loss metal, which indicates the intensity of corrosion damage in the underground environment.

**Key words:** corrosion of pipelines, sulphate-reducing bacteria, corrosion activity of soil.

**Постановка проблеми.** У процесі тривалої експлуатації підземних газопроводів у 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.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** 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 найхарактерніші 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 піттінги, в деяких випадках може мати місце і рівномірна корозія. [2]. Забезпечення надійної експлуатації й підвищення довговічності трубопроводів з метою виявлення ділянок траси прокладання підземних газопроводів, де можливий ризик розвитку біокорозійних руйнувань, є актуальною проблемою нафтогазового комплексу України.

**Мета роботи** – визначення корозійної активності ґрунтів уздовж трас прокладання окремих підземних газопроводів Західного та Південного регіонів, як одного з визначальних чинників оцінювання ризику біокорозійних руйнувань.

**Об'єктом дослідження** 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».

**Задача досліджень** – ранжування ґрунтів за корозійною активністю та схильністю до розвитку біокорозії.

**Результати досліджень.** У зоні прокладання магістральних газопроводів на глибині залягання трубопроводу були відібрані проби ґрунтів згідно з методикою діючого ДСТУ 3291-95 [3].

Проби ґрунтів, які відрізнялися за гранулометричним складом, були висушені у сушильній шафі при 95 – 98 °С, подрібнені у фарфоровій ступці, пересіяні через металеві сита і відібрані фракції ґрунту ( $\leq 2$  мм) для подальшого аналізу.

Оцінювання корозійної активності ґрунтів охоплювало комплекс досліджень із визначення кислотності ґрунтів, окисно-відновного потенціалу (ОВП) ґрунту, питомого опору ґрунту, а також втрати 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 корозійно активних серед асоціації ґрунтових мікроорганізмів в 1 г 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. 2 – 4). Втрату маси металевих трубок, занурених у ґрунт, які виступали анодами, через 24 години дії постійного електричного струму, визначали гравіметричним методом, який є досить простим у технічному плані та поширеним [5].

У зоні прокладання магістрального газопроводу (МГ) «Глібовка-Сімферополь» діаметром 529 мм з товщиною стінки 8,0 мм було проведено три шурфування: на відмітці 163+32 (проба 1), на відмітці ПК 576+00 (проба 2) та на відмітці ПК 646+00 (проба 3). МГ на відмітці 163+32 та на відмітці 163+32 покритий бітумно-гумовою мастикою, на відмітці ПК 576+00 – поліхлорвініловою ізоляцією. На відводі до газорозподільної станції (ГРС) м. Саки було також проведено два шурфування (проби 4 і 5) та візуальний огляд ізоляційного покриття. На глибині залягання газопроводу «Роздільна-Ізмаїл» були відібрані 4 проби на двох ділянках траси. На першій ділянці було відібрано дві проби № 4 на позначці 50 км і проба № 5 на позначці 53 км в напрямі подачі газу. На другій ділянці траси було відібрано ще дві проби з інтервалом в 0,7 км: проба № 6 на позначці 179,9 км і проба № 7 на позначці 181,6 км по ходу транспортування газу. Візуальний аналіз гранулометричного складу обстежених проб ґрунту показав, що за механічним складом досліджені ґрунти представлені в основному глинами та суглинками (табл. 1).

Проби ґрунтів з досліджуваних ділянок МГ «Роздільна-Ізмаїл» були в основному глинистими ґрунтами різних кольорів, від чорно-сірого до жовто-коричневого. Візуальний аналіз відібраних проб ґрунтів на трасі Пасічна-Долина показав наявність піщаних ґрунтів для шурфу 1 і 3, для решти шурфів переважали глинисті ґрунти різних відтінків.

**Таблиця 1.**

Характеристика ґрунтів уздовж МГ «Глібовка-Сімферополь» та відводу до ГРС м. Саки

**Table 1.**

Characteristics of soil along GM «Hlibovka Simferopol» and tap to GDS city Saki

№ проби	Питомий електроопір $\rho$ , Ом·м	ОВП до шурфування, В	ОВП після шурфування, В	Титр СВБ, Кл./1г ґрунту	Гранулометричний склад
1	2	3	4	5	6
1	63	-0,99	-0,97	$10^2$	Супісок з рештками коренів рослин
2	10	-1,05	-1,02	$10^5$	Суглинок коричневий з

					рештками коренів рослин
Продовження таблиці 1					
1	2	3	4	5	6
3	14	-1,20	-1,17	10 <sup>4</sup>	Суглинок коричневий з рештками коренів рослин
4	1	-0,7	-0,68	10 <sup>5</sup>	Глина коричнева з рештками коренів рослин
5	2	-0,69	-0,68	10 <sup>5</sup>	Глина коричнева з рештками коренів рослин

На трасі прокладання трубопроводу Пасічна-Тисмениця відібрані ґрунти є глинистими, які відрізнялися за кольоровою гамою від жовто-коричневого до чорно-сірого. На першому етапі досліджень було визначено актуальну кислотність водних витяжок з ґрунту, яка характеризує кислотність ґрунту на момент її визначення.

Визначення актуальної кислотності водних витяжок проб ґрунту на досліджуваних ділянках прокладання МГ (табл. 2 – 4) показало, що ґрунти є неоднорідними за кислотністю. З даних табл. 2 бачимо, що газопроводи «Глібовка-Сімферополь» та «Відвід до ГРС м. Саки», прокладені переважно в лужних ґрунтах.

Таблиця 2.

Значення рН водних витяжок проб ґрунту МГ «Глібовка-Сімферополь» та відводу до ГРС м. Саки

Table 2.

The pH of water extracts of soil samples MG «Hlibovka Simferopol» and tap to GDS city. Saki

№ проби ґрунту	Проба № 1				Проба № 2				Проба № 3			
	Верх	Зліва	Справа	Низ	Верх	Зліва	Справа	Низ	Верх	Зліва	Справа	Низ
рН	8,05	8,02	8,00	8,03	8,00	7,53	7,63	7,69	8,01	7,99	7,72	8,13

Для МГ «Роздільна-Ізмаїл» (табл. 3) ґрунти з першої ділянки траси (50 і 53 км) є сильнолужними за величиною рН ( $\geq 8,5$ ). Такі ґрунти вважаються потенційно корозійно-активними відносно сталі. Водночас для другої ділянки траси (179,9 і 181,6 км) характерні нейтральні ґрунти за величиною рН (6,5 – 7,0).

Проаналізовані ґрунти, для яких значення рН знаходиться в межах 6,5 – 7,0 (табл.4) 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.

Значення рН водних витяжок проб ґрунтів МГ «Роздільна-Ізмаїл»

Table 3.

The pH of water extracts of soil samples GM «Rozdilna-Izmail»

№ проби ґрунту	Проба № 4	Проба № 5	Проба № 6	Проба № 7
рН	6,86	6,78	8,61	8,59

Для виключення ризику розвитку біокорозійних процесів у підземному середовищі необхідно було встановити наявність у ґрунтовому електроліті сульфат-йонів ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Саме з цією метою були проаналізовані водні витяжки ґрунтів на предмет  $\text{SO}_4^{2-}$  якісною реакцією з водним розчином барій хлориду [6]. Було проаналізовано водні витяжки всіх відібраних проб ґрунту і отримано наступні результати (табл. 5).

**Таблиця 4.**

Значення рН водних витяжок відібраних проб ґрунту

**Table 4.**

The pH of water extracts of selected soil samples

№ 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
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

**Таблиця 5.**

Якісний вміст йонів  $\text{SO}_4^{2-}$  у ґрунтовому електроліті МГ «Глібовка-Сімферополь» та газопроводу-відводу до ГРС м. Саки: «+» – спостерігалось утворення муті; «±» – слабка муť; «-» – муť відсутня.

**Table 5.**

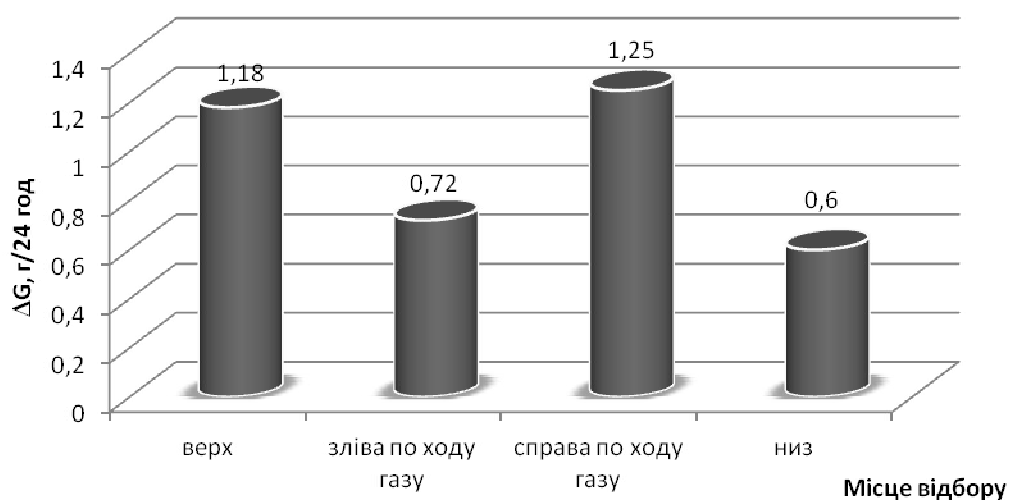
Qualitative content  $\text{SO}_4^{2-}$  ions in the soil electrolyte GM «Hlibovka Simferopol» and pipelines to GDS city. Saki: «+» – observed shall formation; «±» – shall the weak; «-» – shall absent.

№ проби	1	2	3	4	5
Наявність $\text{SO}_4^{2-}$ (якісна проба)	±	±	±	+	++

З отриманих даних бачимо, що сульфат-йони присутні в ґрунтових водах відібраних проб на відмітках ПК 6+25, проба 4 і ПК 16+57, проба 5 «Відводу до ГРС м. Саки». Сульфат-йони також були виявлені в ґрунтових водах МГ «Пасічна-Долина» (від шурфу 2 до шурфу 4, довжина ділянки 150 м), що свідчить про наявність у ґрунтах сульфатів (можливо  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 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 немає небезпеки розвитку мікробіологічної корозії з участю СВБ. Для повноти висновків про корозійну активність ґрунтів було проаналізовано також значення питомого опору ґрунтів на досліджуваній ділянці трубопроводу МГ «Глібовка-Сімферополь», «відвід до ГРС м. Саки».

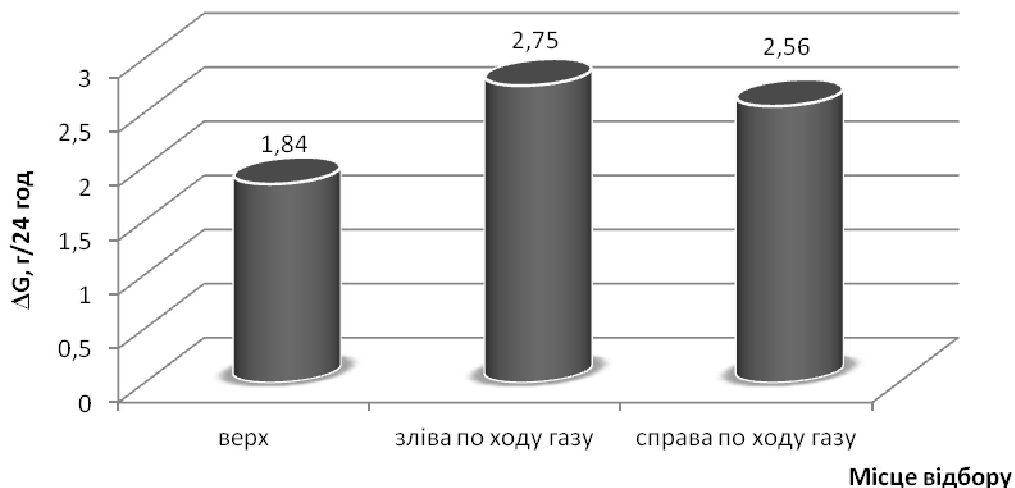
З даних табл. 1 бачимо, що на трасі «Глібовка-Сімферополь» спостерігається суттєве зниження питомого опору ґрунту на досліджуваній ділянці трубопроводу від відмітки ПК 163(+32) до ПК 576(+00) і ПК 646(+00), що вказує на високу корозійну активність ґрунтів. Вражає також факт, що на відводі до ГРС м. Саки значення

питомого опору ґрунтів з шурфів ПК 6(+25), проба 4 і ПК 16(+57), проба 5 коливається в межах 1 – 2 Ом м, що вказує також на високу агресивність ґрунту. Порівнюючи отримані значення питомого опору зразків ґрунту з даними літературних джерел, можна допустити, що найімовірніша швидкість розвитку пітінгів складатиме 0,18 мм/рік. Для точнішого оцінювання корозійної активності ґрунтів було проведено серію дослідів з відібраними зразками ґрунтів із визначення маси втрат металу гравіметричним методом. Отримано показники втрати маси металу на досліджуваних ділянках прокладання магістральних газопроводів (рис. 1 – 8). Можемо спостерігати істотну різницю корозійної активності у правому верхньому секторі околу труби ділянки траси «Глібовка-Сімферополь» ПК163 (приріст склав 1,84 раза, рис. 1). Причому на інших досліджуваних ділянках траси такої закономірності не простежується, навіть навпаки, на ділянці «Глібовка-Сімферополь» ПК576 спостерігається зменшення корозійної активності ґрунту біля верхньої частини труби в 1,3 – 1,5 раза (рис. 2). Також істотні флуктуації корозійної активності ґрунтів зафіксовано на трасі відводу газопроводу на Саки ПК646, причому тут найбільшу корозійну активність має ґрунт у правому верхньому секторі (приріст 1,8 раза).



**Рисунок 1.** Показники втрати маси металу на ділянках траси («Глібовка-Сімферополь» ПК163(+32), проба 1)

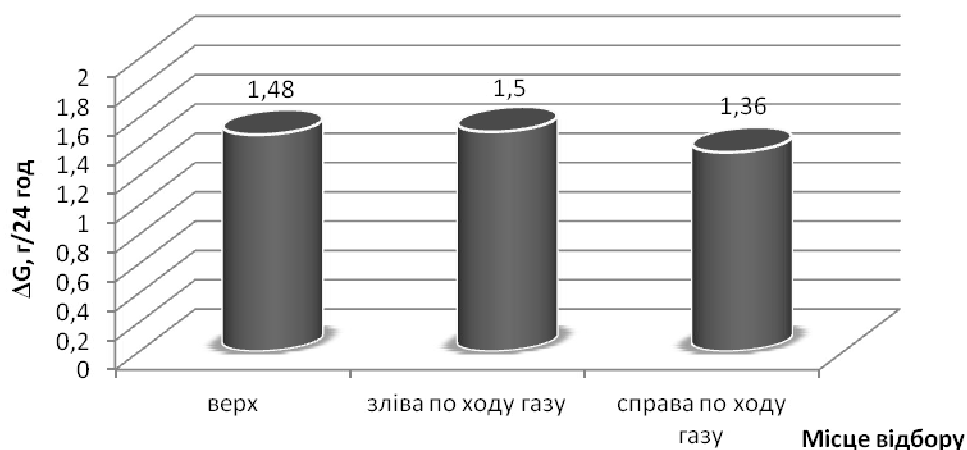
**Figure 1.** Indicators of metal mass loss on the road sections («Hlibovka-Simferopol» PK163 (+32) sample 1)



**Рисунок 2.** Показники втрати маси металу на ділянках траси («Глібовка-Сімферополь» ПК576(+00), проба 2)

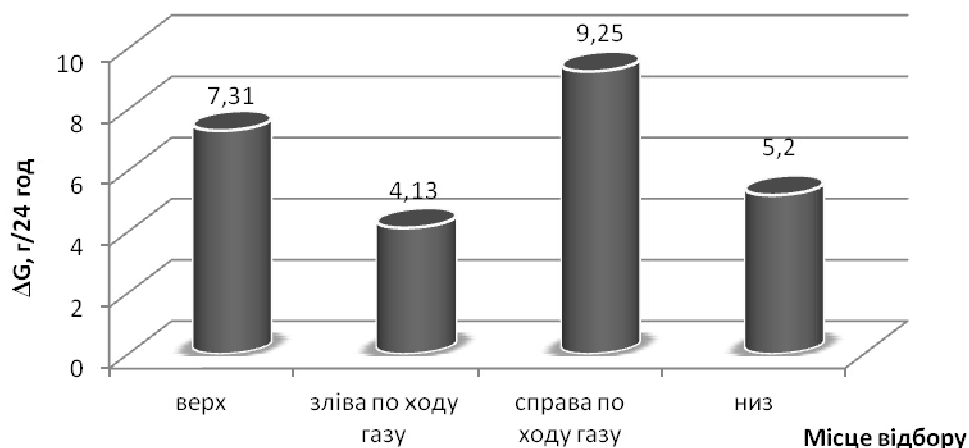
**Figure 2.** Indicators of metal mass loss on the road sections («Hlibovka Simferopol» PK576 (00), sample 2)

Аналіз отриманих залежностей  $\Delta G = f(l)$ , (рис. 1 – 8), показав, що на ділянках траси газопроводу «Глібовка-Сімферополь» ґрунти, за втратою маси металу, відносяться до ґрунтів середньої корозійної активності. Водночас як на ділянці траси «Відвід до ГРС м. Саки» ґрунти є корзійноактивними, оскільки втрати маси металу трубок значно більші порівняно з ділянкою траси газопроводу «Глібовка-Сімферополь». Оскільки в ґрунтовому електrolіті досліджених ділянок виявлено сульфат-йони, то не виключена ймовірність розвитку біокорозійних процесів з участю СВБ бактерій, діяльність яких призведе до інтенсифікації корозійних процесів металу у підземному середовищі.



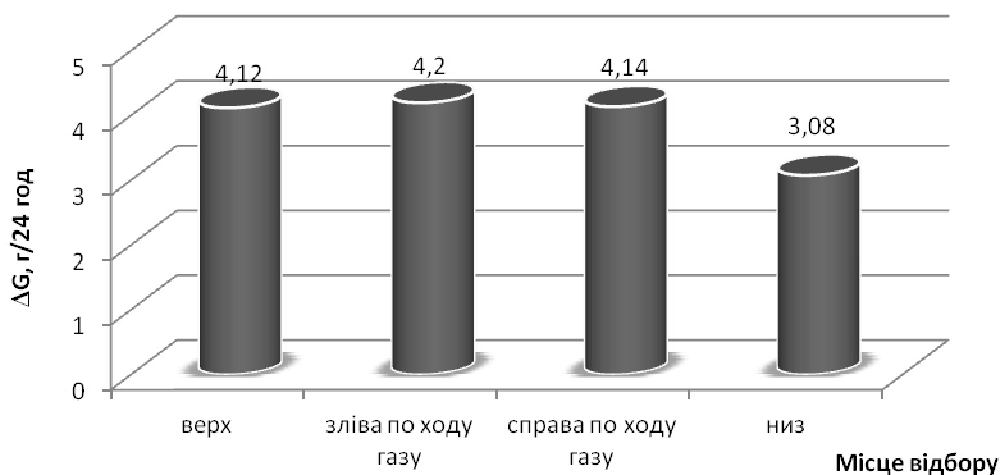
**Рисунок 3.** Показники втрати маси металу на ділянках трас («Глібовка-Сімферополь» ПК646(+00), проба 3)

**Figure 3.** Indicators of metal mass loss on sections of lines («Hlibovka-Simferopol» PK646 (00), sample 3)



**Рисунок 4.** Показники втрати маси металу на ділянках траси («Відвід на Саки» ПК646(+00), шурф, проба 4)

**Figure 4.** Indicators of metal mass loss on the road sections («Disqualification for Saki» PK646 (00), pit, sample 4)

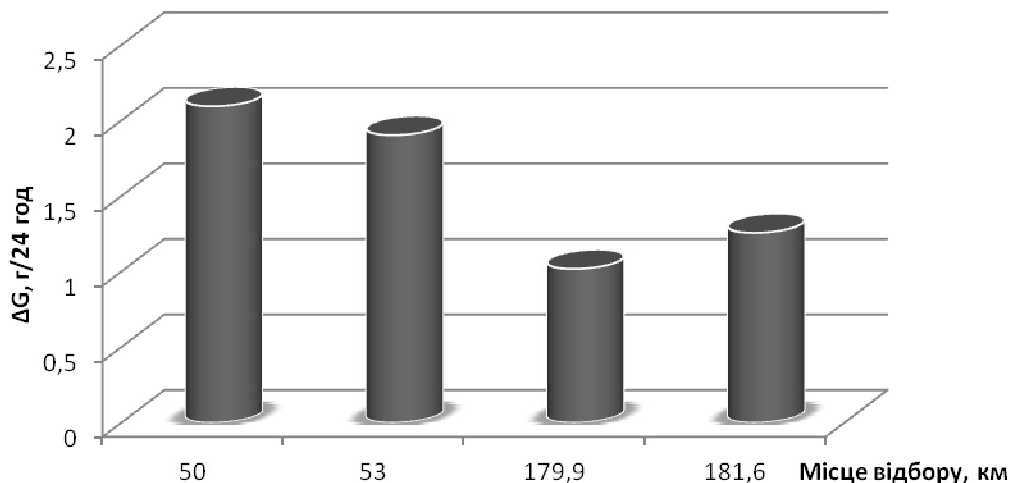


**Рисунок 5.** Показники втрати маси металу на ділянках траси («Відвід на Саки» ПК16(+57), проба 5)

**Figure 5.** Performance of metal weight loss on the road sections («For Saki» PK16 (+57) sample 5)

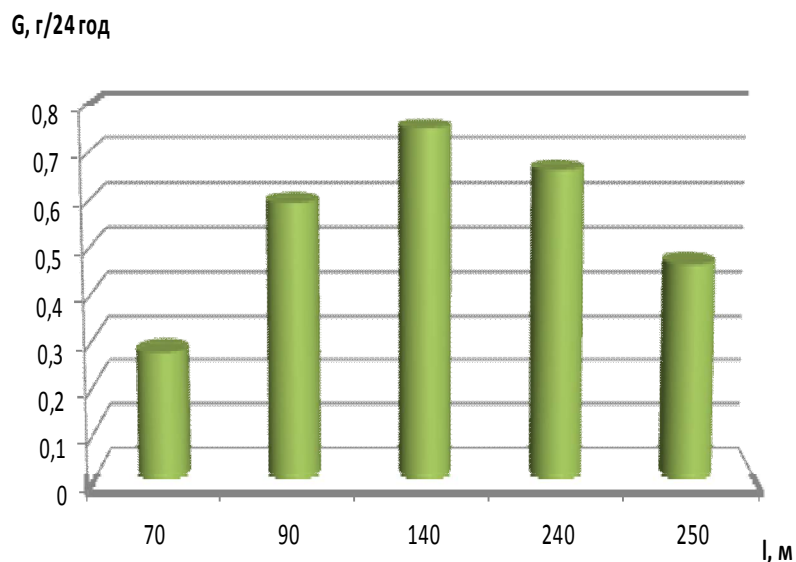
Щодо МГ «Роздільна-Ізмаїл» на різних ділянках траси спостерігається прямо протилежна картина. Якщо на першій ділянці траси, для якої характерні сильнолужні ґрунти, корозійні процеси по ходу траси «затухають», то на другій ділянці траси, де нейтральні ґрунти, корозійні процеси наростають. Тому з отриманих даних із визначення корозійної активності ґрунтів гравіметричним методом і з визначення рН можна однозначно стверджувати, що ґрунти на першій ділянці траси є корозійно-активними, оскільки втрата маси металу трубок майже вдвічі більша порівняно з другою ділянкою траси.





**Рисунок 6.** Показники втрати маси металу ( $\Delta G$ , г/24 год) на ділянках траси МГ «Роздільна-Ізмаїл»

**Figure 6.** Indicators of metal mass loss (DG, g / 24 h) GM on the road sections «Rozdilna-Izmail»



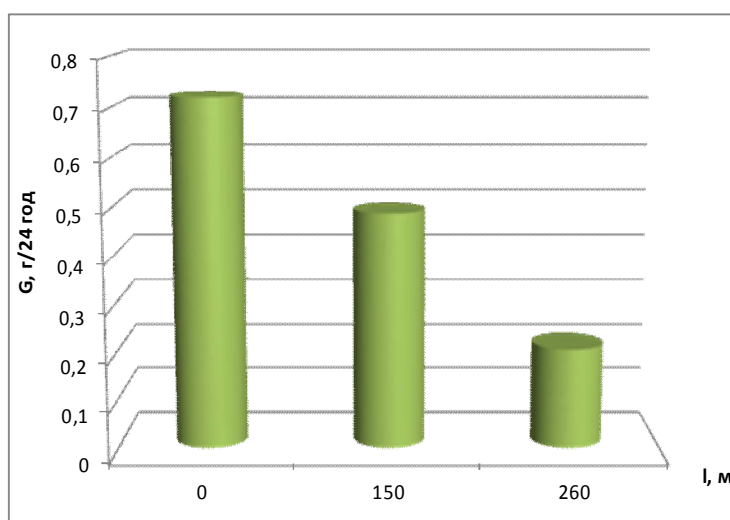
**Рисунок 7.** Залежність втрати маси металу від довжини траси МГ «Пасічна-Долина»

**Figure 7.** Dependence of metal mass loss on the route length GM «Pasichna-Dolyna»

На досліджуваній ділянці МГ «Пасічна-Долина» найбільша втрата металу спостерігалася на ділянці траси в 150 метрів від шурфа № 2 до шурфа № 4, що вказує на більш виражені корозійні процеси, ніж для шурфів № 1 і № 5. Ці результати узгоджуються з попередньо отриманими даними з визначення SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, адже саме на цій ділянці траси визначено наявність SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> у ґрунтових водах і саме на цій ділянці рН змінюється від 6,36 (шурф № 2) до 5,62 (шурф № 3) і до 6,27 (шурф № 4). Наявність сульфат-йонів у ґрунтових водах не виключає можливості ризику розвитку корозії сталевих труб у результаті мікробіологічної корозії або біокорозії.

Аналіз отриманої залежності  $\Delta G = f(l)$ , наведеної на рис. 8, показав, що на вибраній ділянці траси МГ «Пасічна-Тисмениця» найінтенсивніше корозія відбувається в ґрунті проби № 3. У напрямку руху газу корозійні процеси «затухають», про що свідчать нижчі значення  $\Delta G$  для проб № 1 і № 2 (що, можливо, пов'язано з перенасиченням ґрунту вологою, яка, в свою чергу, заблокувала доступ кисню до металу, що й призвело до зниження швидкості корозії, прокладеного в ґрунті з нормальним ступенем корозійності).

Узагальнення й комплексний аналіз отриманих результатів дозволив виявити окремі ділянки траси прокладання МГ Західного і Південного регіонів, де можливий ризик формування біокорозійних процесів у підземному середовищі за участю СВБ бактерій. Отримані результати можуть слугувати доповненням до карт корозійної активності ґрунтів з виділенням ділянок розвитку біокорозійних процесів.



**Рисунок 8.** Залежність втрати маси металу від довжини траси МГ «Пасічна-Тисмениця»

**Figure 8.** Dependence of metal mass loss on the route length GM «Pasichna-Tysmenytsya»

Таким чином, результати проведених досліджень показали, що для оцінювання ризику розвитку біокорозійних процесів у підземному середовищі необхідне проведення комплексу досліджень від гранулометричного складу ґрунту, його кислотності, наявності сульфат-йонів, питомого опору ґрунту, а також інтенсивності корозійних процесів за втратою маси металу.

**Висновки.** У результаті комплексного обстеження ґрунтів Південного та Західного регіонів України на досліджуваних ділянках траси газопроводу «Глібовка-Сімферополь», газопроводу-відводу до ГРС м. Саки, МГ «Роздільна-Ізмаїл» МГ «Пасічна-Долина» встановлено наявність ґрунтів з високим ступенем корозійної активності, що призводить до інтенсифікації корозійних процесів підземних газопроводів. Наявність сульфат-йонів у водних витяжках ґрунту на ділянці траси «Відвід до ГРС м. Саки», на відмітках ПК 6+25, проба 4 і ПК 16+57, проба 5 та досліджуваній ділянці довжиною 150м МГ «Пасічна-Долина» (від шурфу 2 до шурфу 4), спричиняє розвиток мікробіологічної корозії з участю сульфатвідновлювальних

бактерій. Для оцінювання ризику розвитку біокорозійних руйнувань підземних металоконструкцій, з яких одними з найважливіших є нафтогазопроводи, необхідним є проведення комплексу досліджень, який включає аналіз гранулометричного складу ґрунту, кислотності, вологості, питомого опору ґрунту, наявності сульфат-йонів, титру анаеробних та аеробних мікроорганізмів, а також втрату маси металу, що вказує на інтенсивність корозійних руйнувань у підземному середовищі.

**Conclusions.** As a result of a comprehensive analysis of soil of the Southern and Western regions of Ukraine in the target areas of the pipeline route «Simferopol Hlibovka» pipelines to the GDS city. Saki, GM «Rozdilna-Izmail» GM «Pasichna-Dolyna» it was found that soil is on highly corrosive activity that leads to an intensification of corrosion processes of underground pipelines. The presence of sulfate ions in aqueous extracts of soil at the site of the road «for the withdrawal of GDS. Saki» marks on the 6 + PC 25 and PC test 4 16 + 57, 5 and sample test site 150m length GM «Pasichna-Dolyna» (from hole 2 to hole 4) causes the development of microbiological corrosion causes involving sulphate bacteria. To assess the risk of biocorrosion damage of the underground metal, most important of which are oil pipelines, it is necessary to conduct complex research, which includes analysis of the amount of the distribution of soil acidity, moisture, soil resistivity, the presence of sulfate ions, titer anaerobic and aerobic microorganisms, metal weight loss, indicating the intensity of corrosion damage in the underground environment.

#### **Список використаної літератури**

1. Середницький, Я. Сучасна протикорозійна ізоляція в трубопроводному транспорті (2-а частина) [Текст] / Я. Середницький, Ю. Банахевич, А. Драгілев. – Львів: ТзОв «Сплайн», 2004. – 276 с.
2. Андреюк, К.І. Мікробна корозія підземних споруд [Текст] / К.І. Андреюк, І.П. Козлова, Ж.П. Копцева 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 [Текст]. – Київ.: Держстандарт України, 1996. – 28 с.
4. Крикунов, В.Г. Лабораторний практикум по ґрунтознавству [Текст] / В.Г. Крикунов, Ю.С. Кравченко, В.В. Криворучко та ін. – Біла Церква, 2003. – 83 с.
5. Жуков, В.И. Битумная изоляция подземных трубопроводов [Текст] / В.И. Жуков, Ф.Г. Храмынин. – М.: Госстройиздат, 1964. – 120 с.
6. Полутренко, М.С. Аналітична хімія. Конспект лекцій МВ 02070855 – 934 – 2002 [Текст] / М.С. Полутренко. – Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 117 с.

*Отримано 12.08.2015*

*УДК 624.012.042*

**Валерій Вировой<sup>1</sup>, докт. техн. наук; Володимир Суханов<sup>1</sup>,  
докт. техн. наук; Оксана Коробко<sup>1</sup>, канд. техн. наук;  
Олег Башинський<sup>2</sup>, канд. техн. наук**

<sup>1</sup>*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

<sup>2</sup>*Львівський державний університет безпечної життєдіяльності  
МНС України*

**СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧА ТА РУЙНІВНА РОЛЬ ТРИЩИН  
У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ КОНСТРУКЦІЇ-СИСТЕМИ**