

## Економічна ефективність підвищення експлуатаційної надійності газорозподільних мереж шляхом впровадження електрохімічного захисту трубопроводів

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Визначено економічний ефект від запропонованого технічного рішення, конструкції анодного заземлювача з металонасиченого бетону та технології його влаштування, як альтернативи існуючим засобам електрохімічного захисту, для підвищення експлуатаційної надійності газорозподільних мереж шляхом порівняння отриманих величин приведених витрат. Впровадження вдосконаленої технології влаштування катодного захисту сталевих трубопроводів зовнішніх газорозподільних мереж від електрохімічної корозії дозволить зменшити до 13,5 % витрат.

**Ключові слова:** електрохімічний захист, анодний заземлювач, експлуатаційна надійність, газорозподільна мережа.

### Abstract

The economic effect of the proposed technical solution, the design of the anodic grounding material from metal-bearing concrete and the technology of its installation as an alternative to the existing means of electrochemical protection is determined, in order to increase the operational reliability of gas distribution networks by comparing the obtained values of the reduced costs. The introduction of advanced technology for the installation of cathodic protection of steel pipelines of external gas distributing networks from electrochemical corrosion will reduce to 13.5% of costs.

**Keywords:** electrochemical protection, anode earthing, operational reliability, gas distribution network.

Запропонована конструкція анодного заземлювача зі зменшеною металоємністю (ЗАМБ) [1] є основою для проведення техніко-економічного аналізу, що може бути критерієм для формування та вибору раціональних варіантів інженерних рішень підвищення надійності газорозподільних мереж шляхом збільшення ефективності виробництва засобів катодного захисту. Завданням техніко-економічного аналізу є оцінка технічних та економічних показників анодного заземлювача зі зменшеною металоємністю, як нового виробу.

Запропоновані технічні рішення з покращення електрохімічного захисту підземних газопроводів населених пунктів спрямовані на підвищення економічного ефекту від використання даного виду захисту, який передбачає збільшення надійності системи газопостачання [2]. Визначення річного економічного ефекту з його техніко-економічним обґрунтуванням базується на співставленні приведених витрат на захист газопроводу з використанням станції катодного захисту 1,2 кВт в шафі з обліком електричної енергії.

Для розрахунку економічної доцільності впровадження інженерного рішення покращення електрохімічного захисту підземних сталевих газопроводів проведено порівняльну оцінку витрат і результатів ефективності використання, а також строку окупності вкладень для двох варіантів:

- із застосуванням анодних заземлювачів зі зменшеною металоємністю (ЗАМБ);
- із застосуванням анодних заземлювачів комплектних (АЗК 3).

Порівняння варіантів здійснюється за їх кількісно-вартісними показниками на основі визначення приведених витрат. Ефективнішим вважається той варіант, у якому показник приведених витрат буде мінімальним. Приведені витрати по кожному з варіантів – це сума щорічних витрат виробництва (собівартості продукції) та капіталовкладень, приведених до однакової розмірності відповідно до нормативу ефективності [3]:

$$B_i = \tilde{N}_s + \tilde{A}_f \cdot K_s, \quad (1)$$

де  $B_i$  – приведені витрати  $i$ -того варіанту технічного рішення, (грн/рік);  $\tilde{N}_s$  – щорічні експлуатаційні витрати (собівартість продукції)  $i$ -того варіанту, (грн/рік);  $A_i = 0,12$  для будівництва – нормований коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;  $K_s$  – капітальні витрати  $i$ -того варіанту, (грн).

Річні експлуатаційні витрати  $\tilde{N}_s$  складаються з амортизаційних відрахувань, витрат на ремонт і обслуговування, витрати на електроенергію і визначаються з наступного співвідношення [3]:

$$\tilde{N}_s = \tilde{N}_{A_s} + \tilde{N}_{f_s} + \tilde{N}_{A_s}, \quad (2)$$

де  $\tilde{N}_{A_s}$  – амортизаційні відрахування, (грн/рік);  $\tilde{N}_{f_s}$  – витрати на поточний ремонт і обслуговування, до яких входять річна вартість матеріалів, необхідних для ремонту і експлуатації, заробітна плата ремонтного і обслуговуючого персоналу, (грн/рік);  $\tilde{N}_{A_s}$  – вартість річних витрат електроенергії, (грн/рік).

Річні норми амортизації основних фондів для будівель, споруд, їх структурних компонентів та передавальних пристроїв до яких відносяться засоби електрохімічного захисту сталевих газопроводів нараховуються згідно з діючими нормами та установлені в межах 8% річних (квартальна ставка 2%) від ціни реалізації (кошторисної вартості) [3]:

$$\tilde{N}_{A_s} = 0,08 \cdot \ddot{O}_\delta, \quad (3)$$

де  $\ddot{O}_\delta$  – кошторисна вартість електрохімічного захисту (станції катодного захисту та анодних заземлювачів).

Витрати на поточний ремонт і обслуговування обладнання  $\tilde{N}_{f_s}$  можна визначити з наступного співвідношення:

$$\tilde{N}_{f_s} = \times_i \cdot \hat{O}_{\text{під.дз.з.}} \cdot \frac{t_\delta}{t_{\ddot{a}}}, \quad (4)$$

де  $\times_i$  – кількість обслуговуючого персоналу, (осіб);  $\hat{O}_{\text{під.дз.з.}}$  – середньорічний фонд заробітної плати одного працівника по м. Вінниця, для розрахунку береться середня по галузі, інформація за даними Державної служби статистики України станом на 01.06.2017 рік ( $\hat{O}_{\text{під.дз.з.}} = 5500$  грн/міс.);  $t_{\ddot{a}}$  – дійсний річний фонд часу одного працюючого, (годин), приймається в розмірі 1775–1780 год./рік;  $t_\delta$  – середній час роботи одного працівника по обслуговуванню устаткування, (годин).

Час роботи одного працівника по обслуговуванню устаткування  $t_\delta$  включає в себе технічний огляд установок електрохімзахисту. Даний огляд виконується в строки, що встановлені власником (балансоутримувачем та/або орендарем), які забезпечують їх безперебійну роботу, але не рідше ніж один раз на місяць для установок катодного захисту [4]. При нормі часу на обслуговування установок електрохімзахисту 2,7 люд.-год. [4], річні витрати часу становлять:  $1 \cdot 12 \cdot 2,7 = 32,4$  (год.).

Витрати на поточний ремонт (включаючи вартість матеріалів) можна прийняти в розмірі 15–20% від амортизаційних відрахувань  $\tilde{N}_{A_s}$ .

Річні витрати на споживану електроенергію  $\tilde{N}_{A_s}$  визначають за формулою, (грн/рік):

$$\tilde{N}_{A_s} = \tilde{I} \cdot t_e \cdot \ddot{O}_\delta / k_f, \quad (5)$$

де  $\tilde{I}$  – потужність станції катодного захисту, ( $\tilde{I} = 1,2$  кВт);  $k_f$  – коефіцієнт потужності установки ( $k_f = 0,9$ );  $t_e$  – число годин роботи в році (при безперервній роботі установки катодного захисту  $t_e = 8760$  год.);  $\ddot{O}_\delta$  – вартість 1 кВт·год. електроенергії ( $\ddot{O}_\delta = 1,54$  грн).

Результати розрахунків щорічних експлуатаційних витрат на електрохімічний захист підземних сталевих газопроводів від ґрунтової корозії з використанням різних видів анодних заземлювачів наведено в табл. 1.

Термін окупності запропонованої системи електрохімзахисту із використанням анодних заземлювачів із зменшеною металоємністю визначаємо за наступною формулою:

$$\dot{O}_{i \text{ дз.з.}} = \left| \frac{\hat{E}_2 - \hat{E}_1}{\tilde{N}_1 - \tilde{N}_2} \right| = \left| \frac{\Delta \hat{E}}{\Delta \tilde{N}} \right|. \quad (6)$$

Таблиця 1 – Щорічні експлуатаційні витрати за варіантами, що порівнюються

№ п/п	Найменування витрат	Варіанти	
		1 варіант (ЗАМБ)	2 варіант (АЗК 3)
1.	Ціна станції катодного захисту, грн	13715	13715
2.	Затрати на будівельно-монтажні роботи, грн	4500	4500
3.	Затрати на пуско-налагоджувальні роботи, грн	3000	3000
4.	Економічна кількість анодних заземлювачів, шт.	15	23
5.	Вартість анодного заземлювача, грн	2665	2450
6.	Капітальні витрати, $K$ , грн	61190	77565
7.	Амортизаційні відрахування, $\tilde{N}_{A'}$ , грн	4895,2	6205,2
8.	Витрати на поточний ремонт і обслуговування обладнання, $\tilde{N}_{f'}$ , грн	2480	4319
9.	Час роботи установки електрохімзахисту, год.	8760	8760
10.	Вартість втрат електроенергії, $\tilde{N}_{A'}$ , грн	17988	17988
11.	Річні експлуатаційні витрати, $\tilde{N}$ , грн/рік	25363,2	28512,2

$$\dot{O}_{i\epsilon\delta} = \left| \frac{77565 - 61190}{25363,2 - 28512,2} \right| = \left| \frac{16375}{3149} \right| = 5,2 \text{ (роки).}$$

Економіко-математична модель оцінки очікуваного ефекту від вкладення коштів в альтернативний варіант підвищення надійності газорозподільної мережі шляхом застосування анодних заземлювачів запропонованої конструкції з металонасиченого бетону свідчить про термін окупності запропонованих рішень в 5,2 роки, а приведені витрати на влаштування засобів електрохімзахисту знизяться на 13,5%.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент України № 73073, МПК С23 F13/00 / Ратушняк Г. С., Ободянська О. І., Слюсаренко Р. П. Глибинний анодний заземлювач. Бюл. № 17, 2012 р.
2. Ратушняк Г. С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
3. Економіка та організація виробництва: підручник / [Колот А. М., Березовський К. В., Войтко С. В. та інші] ; за ред. В. Г. Герасимчука, А. Е. Розенплентера. – К.: Знання, 2007. – 678 с.
4. Правила безпеки систем газопостачання: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 68 с.

*Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, декан факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, академік Академії будівництва України.*

*Ободянська Ольга Ігорівна – асистент кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету.*

*Ratushnyak Georgiy – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Dean of the Faculty building, heating and gas supply in Vinnytsia National Technical University, Academician in the Ukrainian Academy of building.*

*Obodyanska Olga – assistant of department of Gas Supply Vinnytsia National Technical University.*