

## Засоби підвищення енергоефективності газових мереж населених пунктів

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Розглянуто засоби підвищення енергоефективності газових підземних сталевих розподільчих трубопроводів та наведено умови та результати роботи систем електрохімічного захисту газопроводів з метою підвищення їх експлуатаційної надійності.*

**Ключові слова:** енергоефективність, газорозподільна мережа, електрохімічний захист, глибинний анодний заземлювач.

### Abstract

*Means increase of energy efficiency gas underground steel distribution pipelines are considered and conditions results of work systems of electrochemical protection of gas pipelines are presented in order to increase their operational reliability.*

**Keywords:** energy efficiency, gas distribution network, electrochemical protection, deep anode grounding.

### Вступ

В сучасних умовах захист від корозії підземних сталевих газових мереж населених пунктів є одним з найважливіших способів забезпечення їх безвідмовної роботи за рахунок чого підвищується їх енергоефективність. Аналіз результатів корозійних обстежень та внутрішньотрубною діагностики показує, що внаслідок підготовки природного газу до транспортування розподільними трубопроводами, частка корозійних дефектів на внутрішній поверхні не перевищує 6% від частки корозійних дефектів, які виявляються на зовнішній поверхні, де: 31,7 % – корозійні виразки; 68,3% – стрес-корозійні тріщини [1]. Для знешкодження таких дефектів передбачено ряд електрохімічних засобів захисту газових мереж населених пунктів. Електрохімічний захист слід проектувати у відповідності до вимог, що передбачено Правилами безпеки систем газопостачання, ДСТУ Б В.2.5-29:2006, ДСТУ Б В.2.6-210:2016 та ДБН В.2.5-20-2001 [2-5].

### Результати дослідження

У складі системи активного електрохімічного захисту газорозподільних підземних сталевих трубопроводів застосовують установки катодного захисту; протекторні установки; контрольно-вимірювальні та діагностичні пункти; засоби телеконтролю, телеуправління та корозійного моніторингу, а також засоби їх електропостачання. Залежно від конкретних умов експлуатації газопроводів система електрохімічного захисту може включати всі або деякі з цих елементів. Для протикорозійного захисту застосовують комплексний захист поєднання активних методів з пасивним захистом, тобто нанесенням на поверхню трубопроводу антикорозійного покриття.

Теоретично якісно виконане антикорозійне покриття здатне надійно захистити метал труби від корозії, проте реальні умови збереження, будівництва та експлуатації труб іноді призводять до пошкодження покриття, і в таких місцях з'являється доступ корозійно-активного середовища до металу. Антикорозійні властивості покриття можуть знижуватися і без механічних пошкоджень. Так під дією середовища, температури, ультрафіолетового випромінювання, катодної поляризації та інших факторів може знижуватися перехідний опір покриття, яке безпосередньо визначає захисні властивості ізоляції. Для забезпечення захисту металу труб в тих місцях де виникли пошкодження покриття застосовується катодний захист. Тобто катодний захист застосовують на всіх підземних розподільних газових мережах, однак працює він тільки в разі наявності пошкодження, тому що електричний струм не здатний рухатися через неушкоджене ізоляційне покриття [6].

Катодна поляризація підземних газопроводів здійснюється за допомогою накладеного струму від зовнішнього джерела електроенергії, який перетворює змінний струм в постійний. Конструкція (трубопровід), що захищається з'єднується з негативним полюсом зовнішнього джерела струму, так що вона діє в якості катода. Другий електрод (анодний заземлювач) з'єднується з позитивним полюсом джерела струму, так що він діє в якості анода. Катодний захист можливий тільки в тому випадку, коли захищувана конструкція та анодний заземлювач знаходяться в електронному та електролітичному контакті: перший досягається за допомогою металевих провідників, а другий – завдяки наявності електролітичної середовища (грунту), в якій занурюються конструкція, що захищається та анодний заземлювач. Катодний захист регулюється шляхом підтримання необхідного захисного потенціалу, який вимірюється між конструкцією (або датчиком поляризаційного потенціалу) та електродом порівняння [7].

Зазвичай катодний захист використовується спільно з ізоляційними покриттями, нанесеними на зовнішню поверхню, споруди що захищається. Поверхнєве покриття зменшує необхідний струм на кілька порядків. Так, для катодного захисту сталі з якісним покриттям, в ґрунті потрібно всього 0,01–0,2 мА/м<sup>2</sup> [8]. У міру руйнування покриття та оголення металу катодний струм повинен збільшуватися для забезпечення захисту споруди. Якість зовнішнього покриття на захищуваній поверхні визначає інтегральну площу неізольованого металу, що контактує з електролітом, а також струм, який буде протікати через покриття. Струм, необхідний для катодного захисту підземних металевих газопроводів майже повністю залежить від якості покриття.

Основним елементом катодного захисту є анодний заземлювач, який представляє собою протектор із кольорового металу. Розрізняють такі основні типи анодних заземлювачів [6, 9]:

- за матеріалом робочих електродів – сталеві, залізкокремні та графітові;
- за характером засипки – із засипанням ґрунтом та з коксовою, вугільною або графітовою засипками;
- по розташуванню робочих електродів – вертикальні, горизонтальні та комбіновані;
- по глибині влаштування – глибинні та поверхневі;
- по відстані до трубопроводу – віддалені, розподілені, наближені.

Тип анодного заземлювача вибирають в залежності від питомого опору ґрунту, глибини його промерзання, від розташування сусідніх підземних споруд, місцевих умов і техніко-економічних показників. Анодні заземлювачі повинні володіти високою експлуатаційною надійністю, довговічністю, малим та стабільним в часі опором розтікання струму.

Наразі найбільш поширеними є глибинні анодні заземлювачі, так як вони мають ряд переваг перед іншими заземлювачами. При влаштуванні глибинних електродів знижується градієнт потенціалу на поверхні ґрунту, що дозволяє встановлювати аноди поблизу підземних споруд. Глибинні заземлювачі мають стабільні в часі опори. Зона захисту підземних споруд від глибинних заземлювачів значно більша, ніж від поверхневих, тому їх зазвичай встановлюють при катодного захисту газотранспортної системи, яка залягає в ґрунтах з високим питомим опором. У цих умовах глибинні заземлювачі забезпечують найбільш раціональне використання потужності катодної станції, виключають шкідливий вплив катодного захисту на сусідні споруди та знижують їхній ефект екранування [9].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Защита трубопроводов от коррозии : учеб. пособ. Том 1 / [Ф. М. Мустафин, М. В. Кузнецов, Г. Г. Васильев и др.]. – СПб. : Недра, 2005. – 620 с.
2. Правила безпеки систем газопостачання: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 68 с.
3. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ Б В.2.5-29:2006 – [Чинний від 2006–08–01]. –К. : Мінбуд України, 2006. – 88 с. – (Національний стандарт України).
4. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються : ДСТУ Б В.2.6–210:2016. – [Чинний від 2017–01–01]. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – 46 с.
5. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання: ДБН В.2.5-20-2001 – [Чинний від 2001–08–01]. –К. : Держбуд України, 2001. – 207 с. – (Національний стандарт України).
6. 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.
7. Ратушняк Г. С. Моніторинг технічного стану підземних сталевих газопроводів / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 2 (21). – С. 99–104.
8. Ратушняк Г. С. Корозійно-діагностичний моніторинг підземної сталеві газотранспортної мережі / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Вісник машинобудування та транспорту. – 2017. – № 1 (5). – С. 90–98.

9. Ратушняк Г. С. Глибинний анодний заземлювач із зменшеною металоємністю / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – № 1(12). – С. 62–65.

**Ободянська Ольга Ігорівна** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Іванов Олександр Анатолійович** – студент групи 3Б-19б факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

**Obodyanska Olga** – PhD, senior lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Ivanov Alexander** – student group 3B-19b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.