

АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ПІДЗЕМНИХ ГАЗОПРОВІДІВ ВІД НЕГАТИВНОЇ ДІЇ КОРОЗІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В залежності від природи середовища розташування газопроводу виділяють наступні типи впливу на нього: фізичний, фізико-хімічний та хімічний. Вагомим фізико-хімічним руйнівним процесом, що впливає на функціонування газотранспортної системи, є самовільне окислення тіла трубопроводу, що призводить до руйнування металу під впливом навколишнього середовища і має назву корозія. Захист трубопровідних газових мереж від негативної дії корозійних процесів може бути успішним при своєчасному виявленні корозійних руйнувань, визначенні їх величин та дієвих захисних заходів.

Ключові слова: корозія, методи захисту, ґрунтова корозія, пасивний захист, активний захист.

Abstract

Depending on the nature of the environment, the location of the gas pipeline distinguishes the following types of impact on it: physical, physico-chemical and chemical. An important physico-chemical destructive process that affects the functioning of the gas transmission system is the spontaneous oxidation of the body of the pipeline, which leads to the destruction of the metal under the influence of the environment and is called corrosion. Protection of gas pipelines from the negative effects of corrosion processes can be successful with timely detection of corrosion damage, determination of their magnitude and effective protective measures.

Keywords: corrosion, methods of protection, ground corrosion, passive protection, active protection.

Вступ

Функціонування газотранспортної системи (ГТС) України та підтримання її належного технічного стану та забезпечення надійності здійснюється у відповідності із Законами України “Про трубопровідний транспорт” та “Про нафту і газ”, а також Енергетичною стратегією України на період до 2030 року. До складу ГТС України входить 38,2 тис. км газопроводів різного призначення та продуктивності, 73 компресорні станції, понад 1600 газорозподільних станцій, 13 підземних сховищ газу та об’єкти інфраструктури, які забезпечують функціонування системи. На “вході” ГТС здатна прийняти до 290 млрд. куб. м, а на “виході” передати 175 млрд. куб. м природного газу, в т.ч. 140 млрд. куб. м до країн Західної та Центральної Європи. Вагомим чинником, що впливає на безперебійність та надійність поставок природного газу до споживачів є корозія – небезпечне руйнівне явище для сталюого трубопроводу, подекуди в деяких зонах може досягати до 2–4 мм/рік, що призводить до виникнення неминучих аварійних ситуацій на ГТС [1, 2].

Результати дослідження

Функціонування трубопроводів відбувається в жорстких умовах, оскільки вони піддаються різним навантаженням – внутрішнього тиску, осьовим розтягуючим або стискаючим напруженням, тиску ґрунту засипки і рухомих елементів, перепадам температур. Всі ці фактори сприяють розвитку корозії на внутрішній і зовнішній поверхні стінки сталюого газопроводу, і, як наслідок – виникнення пошкоджень, дефектів, виразок, свищів, витоків та аварій. Саме з цієї причини більша увага приділяється надійності та ефективності роботи газотранспортної системи [3].

Умови безаварійної експлуатації підземних газопроводів висувають високі вимоги до захисту трубопроводів, особливо в зв’язку з будівництвом на територіях для яких характерна велика різноманітність ґрунтів з високою корозійною активністю. Забезпечення технічного стану газопроводів на високому рівні може бути виконано шляхом вливання додаткових коштів для захисту

від корозії для більш раціонального розподілу наявних ресурсів електрохімічного захисту по трасі газової мережі. Високий відсоток відмов та виникнення аварій на газопроводах відбувається через корозійне зношення матеріалу тіла трубопроводу, як результат з'являються дефекти різного характеру: свищі, виразки, отвори, які призводять до витоків природного газу.

Виділимо основні негативні наслідки від початку процесу корозії на тілі газопроводу [2]:

1. Порушення надійності конструкції. Підземний трубопровід з одним єдиним наскрізним проіржавленням вже непридатний для нормальної експлуатації, хоча він ще на 99,99% цілий та неушкоджений.

2. Екологічні наслідки. Газопровід з отвором в стінці з руйнування всього лише на 0,01% від цілого може дорого коштувати суспільству на екосистемі, якби аварія сталася з вибухом та пожежою.

3. Втрати матеріальних ресурсів. Для створення конструкції газових мереж в кінцевому рахунку витрачається свого часу багато енергії та коштів.

4. Прямі витрати на корозію. Збитки від корозії в світі настільки величезні, що суспільство змушене витрачати щорічно десятки, а може бути і сотні мільярдів доларів на боротьбу з нею. Загальна сума прямих корозійних втрат в США становить близько 70 млрд.доларів на рік, тобто більше 4% валового національного продукту. Підраховано, що близько 15% цих втрат можна було б уникнути, своєчасно використовуючи сучасні засоби захисту [1].

5. Непрямі втрати від корозії. Вони визначаються далеко не завжди легко і просто, але, безсумнівно, дуже великі. Досить тільки перерахувати частину з них:

- простої виробничих потужностей з недовиробітком продукції;
- втрати готової продукції;
- зниження потужності і продуктивності;
- зайві допуски на товщину стінки;
- забруднення основної продукції продуктами корозії.

Способи, що продовжують термін служби газопроводу, умовно поділяють на чотири групи.

1. Пасивний захист. Полягає в нанесенні на поверхню труби захисного ізоляційного покриття на основі бітуму, полімерних стрічок або напиляного полімеру. Ізоляційні покриття повинні бути суцільними, володіти високою діелектричної здатністю, адгезією, механічною міцністю, водонепроникністю, еластичністю, біостійкістю, термостійкістю, довговічністю і маю бути недешевими та надійними [5].

2. Введення в метал компонентів, що підвищують корозійну стійкість. Метод застосовується на стадії виготовлення металу. Одночасно з металу видаляються домішки, що знижують корозійну стійкість [6].

3. Вплив на навколишнє середовище. Метод заснований на введення інгібіторів корозії для дезактивації агресивного середовища [7].

4. Активний захист. До цього методу відносяться катодний, протекторний і дренажна захист [7].

Пасивний захист. Сталеві газопроводи, укладені в ґрунт, повинні мати протикорозійну ізоляцію, що відповідає корозійній активності ґрунту. Цій вимозі відповідає покриття на бітумній основі (бітумно-гумові, бітумно-мінеральні та ін.) з використанням армованих обгортки із скловолокнистих матеріалів. Останнім часом набули поширення полімерні ізоляційні покриття (поліетиленові та полівінілхлоридні), що їх випускають у вигляді липучих стрічок завширшки 450мм і завтовшки до 0,3 мм [3].

Активний захист. Підземні газопроводи захищають від корозії блукаючими струмами – електричними методами активного захисту. До них відносять електричний дренаж, катодний і протекторний захисти. Додатково до пристроїв електричного захисту застосовують секціонування. Суть цього методу захисту полягає в тому, що газопровід роз'єднують на окремі секції за допомогою ізолюючих фланців, які обмежують зону дії блукаючих струмів. Їх установлюють у колодязях разом з вимикаючими пристроями [4].

Катодний захист трубопроводів від корозії здійснюється за рахунок катодної поляризації за допомогою струму зовнішнього джерела. Установка катодного захисту складається з джерела постійного струму, анодного заземлення у вигляді поодинокого чи розподіленого електрода і з'єднувальних електрокабелів [7]. Протекторний (анодний) захист ґрунтується на тому, що катодна поляризація захищаного трубопроводу досягається приєднанням до нього анодних заземлювачів (протекторів із кольорових металів), що мають у ґрунтового середовищі нижчий електричний потенціал, ніж метал захищаного трубопроводу, і утворює з ним гальванічну пару, в якій

трубопровід – катод, а протектор – анод. Більш ефективним є комплексний захист від корозії, що поєднує пасивний і активний методи [8].

Найчастіше застосовується метод пасивного захисту - покриття внутрішньої і зовнішньої стінок труби ізоляційними матеріалами. В останні роки для підвищення міцності властивостей і зносостійкості ізоляційних матеріалів і покриттів застосовують їх армування наноструктурними наповнювачами [9].

Створені з використанням нанотехнологій матеріали піднімуть на новий рівень якість труб з антикорозійним покриттям. Це підвищить їх конкурентоспроможність, збільшить термін експлуатації і змінить фізико-хімічні властивості покриттів. Ця обставина вагома при будівництві газопроводів в складних кліматичних умовах з великими і різкими коливаннями температур.

Застосування вуглецевих нанотрубок і вуглецевих нановолокон як наповнювачів полімерів дозволяє поліпшити ряд показників:

- підвищити електропровідність;
- збільшити теплопровідність, теплостійкість, температуру займання;
- надати антистатичні властивості;
- поліпшити механічні характеристики (міцність при розтягуванні і на розрив; збільшити модуль пружності і граничне розтягування; підвищити зносостійкість);
- збільшити адгезійну міцність і розширити температурний діапазон застосування (від - 60 до 250 ° С);
- забезпечити стійкість до впливу агресивних робочих середовищ.

Заходи щодо захисту розподільних та магістральних газопроводів від корозії повинні бути передбачені проектом захисту, який розробляється одночасно з проектом будівництва або реконструкції. Відповідно до нормативних документів всі види захисту від корозії, передбачені проектом, повинні бути введені в дію до здачі підземних трубопроводів в експлуатацію [9]. Засоби захисту від ґрунтової корозії вибирають виходячи з умов прокладки газопроводу і даних про корозійну активність середовища (ґрунтів і ґрунтових вод) по відношенню до металу трубопроводу з урахуванням техніко-економічних розрахунків. Захист газопроводів від зовнішньої та внутрішньої корозій дозволить ліквідувати не лише економічні збитки, але і попередити техногенні катастрофи.

Висновки

Таким чином, можна зробити висновок, що визначальним критерієм екологічної безпеки газотранспортної системи є їх конструктивна надійність – один з основних показників якості будь-якої конструкції (системи), що полягає в її здатності виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні властивості протягом необхідного проміжку часу «життєвого циклу». Відмова газопроводу, що виявляється в місцевій втраті герметичності стінки труби, трубних деталей або в загальній втраті міцності в результаті руйнування, призводить, як правило, до значного екологічного збитку з можливими непоправними наслідками для навколишнього природного середовища. Одним із способів запобігання руйнуванню стінки трубопроводу є використання нових високоякісних матеріалів для виготовлення антикорозійних ізоляційних покриттів. Додавання при виготовленні ізоляційних покриттів вуглецевих нановолокон – ефективний спосіб поліпшення фізико-механічних характеристик ізоляційних матеріалів на основі поліетилену.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Януль С. Характеристика газотранспортної системи України / С. Януль, К. Павлов, М. Коротя, С. Галаянт // Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. - 2019. - № 1. - С. 31-38.
2. Кучмистенко О. В. Аналіз режимів функціонування української газотранспортної системи як об'єкта управління. Нафтогазова енергетика. 2013. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nge_2013_1_8.
3. Ратушняк Г. С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
4. Защита трубопроводов от коррозии : учеб. пособ. Том 1 / [Ф. М. Мустафин, М. В. Кузнецов, Г. Г. Васильев и др.]. – СПб. : Недра, 2005. – 620 с.
5. Ратушняк Г. С. Оцінка технічного стану сталевих підземних газопроводів з врахуванням впливу блукаючих струмів на інтенсивність електрохімічної корозії / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська // Нова тема. – 2011. – № 3(29). – С. 42–43.
6. 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.

7. Ткаченко В. Н. Электрохимическая защита трубопроводных сетей: учебн. пособие, 2-е изд., перераб. и доп. / В. Н. Ткаченко. – М.: Стройиздат. – 2004. – 320 с.
8. 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.
9. 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.

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

Мазур Олександр Олександрович – студент групи БТ-17б факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

Бровко Артем Сергійович – студент групи БТ-17б 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.

Mazur Alexander – student group BT-17b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University

Brovko Artem – student group BT-17b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University