

Ратушняк Г.С., к.т.н., проф, Ободянська О.І. аспірант каф. ТГП
Вінницький національний технічний університет

Оцінка технічного стану сталевих підземних газопроводів з врахуванням впливу блукаючих струмів на інтенсивність електрохімічної корозії

Вступ

Загальна протяжність газотранспортної системи України складає 37,1 тис. км, зокрема магістральних газопроводів – 22,2 тис. км та газопроводів-відгалужень – 14,4 тис. км, більшість з яких виконані зі сталі [1]. Пошкодження споруд елементів системи газопостачання може стати причиною пожеж, вибухів, виходу з ладу та знешкодження коштовного обладнання, травмування та загибелі людей [2-3]. В містах значна частина підземних сталевих газопроводів розташована поряд з транспортними мережами міського електротранспорту, електрифікованими залізничними коліями, а отже перебуває під впливом блукаючих струмів та потребує постійного захисту від електрохімічної корозії [4-5]. Забезпечення надійної і безпечної роботи підземних металевих газопроводів і запобігання їх руйнуванню унаслідок корозії досягається за рахунок реалізації комплексу організаційно-технологічних та технічних заходів, які розробляються за результатами дослідження впливу блукаючих струмів на підземні металеві конструкції при різних умовах.

Метою даної статті є оцінка технічного стану сталевих підземних трубопроводів в газорозподільній мережі міста з врахуванням впливу блукаючих струмів на інтенсивність протікання електрохімічної корозії.

Постановка задачі

Діагностика й прогнозування аварійного стану газопроводів з метою підвищення експлуатаційної довговічності є нагальною необхідністю. Небезпека ґрунтової корозії підземних сталевих газопроводів, яка зменшує їх експлуатаційну довговічність, визначається трьома показниками: питомим електричним опором ґрунту, втратами маси зразків і густиною поляризованого струму (табл. 1) [6].

Таблиця 1 – Показники корозійної активності ґрунту по відношенню до сталі

Ступінь корозійної активності	Питомий електричний опір ґрунту, Ом	Втрати маси зразка, г	Середня густина поляризуючого струму, мА/см
Низька	Понад 100	До 1	До 0,05
Середня	20...100	1...2	0,05...0,2
Висока	До 20	Понад 2	Понад 0,2

Струми виток з рейкової мережі електротранспорту потрапляють в ґрунт, зустрічаючи на своєму шляху сталеві комунікації, питомий опір яких значно нижчий за питомий опір землі, і натікають на них (катодна зона на газопроводі). Потім струми стікають з газопроводу в ґрунт (анодна зона на газопроводі), піддаючи руйнуванню метал газопроводу, і через ґрунт повертаються на своє джерело – тягову підстанцію (рис.1).

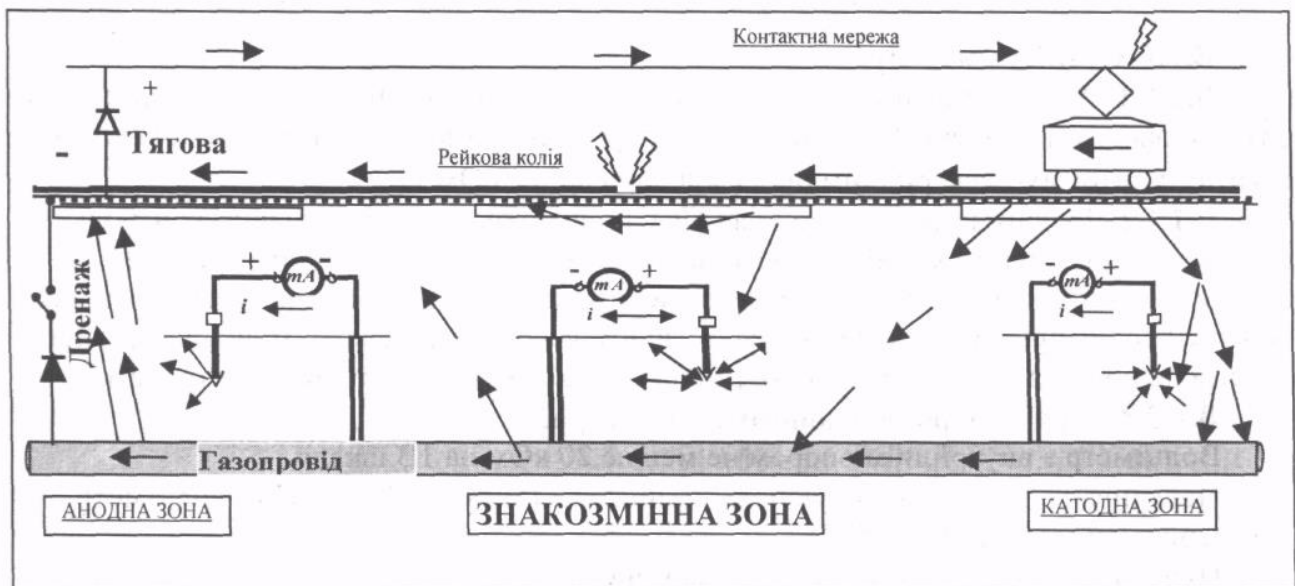


Рис.1 Схема протікання блукаючих струмів та проведення вимірювань напрямку і густини струму

Основним показником, що визначає небезпеку корозії сталевих підземних газопроводів під дією змінного струму електрифікованого транспорту, є зсув різниці потенціалів між газопроводом і землею в негативну сторону не менше ніж на 10мВ в порівнянні із стандартним потенціалом газопроводу [7]. З метою оцінювання та прогнозування технічного стану та розроблення організаційно-

технологічних та технічних заходів протикорозійного захисту підземних сталевих газопроводів корозійні вимірювання повинні здійснюватися при проектуванні, будівництві та експлуатації. За результатами аналізу вимірювання поляризаційних потенціалів на підземних сталевих газопроводах визначають ступінь корозійності та передбачають заходи та засоби із забезпечення надійної роботи газової мережі.

Результати дослідження

Оцінювання технічного стану газопроводів з врахуванням впливу блукаючих струмів на інтенсивність корозії виконано за наступною методикою проведення експериментальних досліджень. Визначення поляризаційного потенціалу між підземним газопроводом і землею полягає у вимірюванні поляризаційного потенціалу між підземним газопроводом і землею за допомогою переносного мідносульфатного електроду порівняння. Поляризаційні потенціали вимірюють на всій протяжності контрольованої ділянки в момент одночасного вимкнення установок катодного захисту, що поляризують зазначену ділянку підземного газопроводу. Синхронне вимкнення установок катодного захисту і вмикання для вимірювань приладу "ПРИМА-2000" здійснюється за допомогою супутникового зв'язку (GPS).

Вимірювання захисного потенціалу здійснюється в такій послідовності.

1. Відключають всі установки катодного захисту, що здійснюють поляризацію ділянки газопроводу, на якій планується виконувати вимірювання поляризаційного потенціалу.

2. Вимірювач 1 (рис. 2) і переривачі струму програмуються на однакові режими роботи.

3. На зазначені установки катодного захисту, при розриві кола мінусового полюсу, підключають переривачі струму, дотримуючись полярності.

4. Встановлюють антену переривача для приймання сигналів від супутників GPS. Установки катодного захисту перемикають у ручний режим керування, встановлюють середню величину захисного струму і вмикають її.

5. Антену GPS 2 приєднують до вимірювача 1 (рис. 2).

6. До вимірювача 1 приєднують переносний мідно-сульфатний електрод порівняння 4. При вимірюванні електрод порівняння встановлюють на мінімальній відстані від осі газопроводу.

7. Клему 5 (рис. 2) приладу приєднують до контрольно-вимірювального пункту газопроводу. Вмикають живлення вимірювача.

8. При натисканні на кнопку 8 (рис. 2) на індикаторі приладу з'являється напис "Вимірювання". Протягом найближчого циклу вимкнення здійснюється вимірювання сумарного і поляризаційного потенціалу з індикацією у цифровому вигляді.

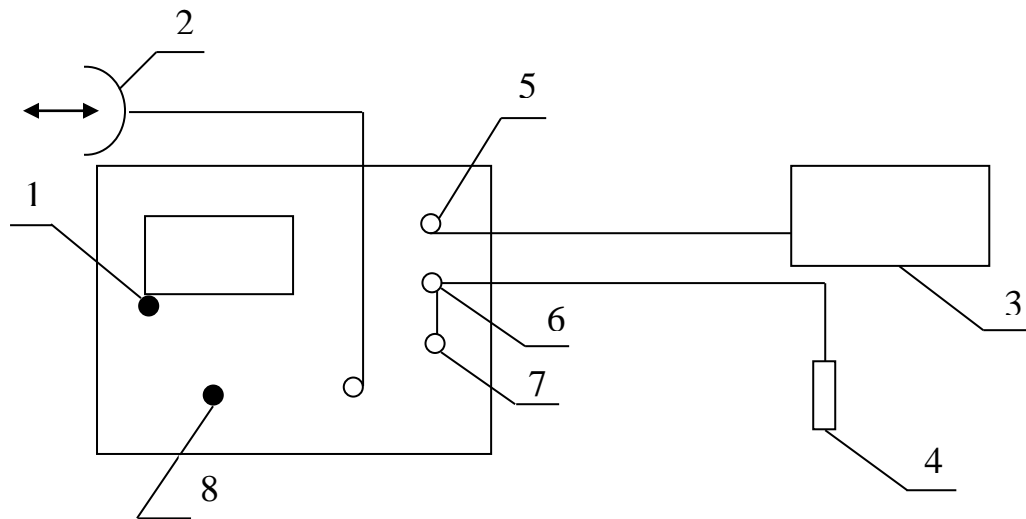


Рис. 2. – Схема вимірювання поляризаційних потенціалів за допомогою приладу "Прима-2000": 1 – вимірювач "Прима-2000"; 2 – антена GPS; 3 – контрольно-вимірювальний пункт; 4 - мідносульфатний електрод порівняння; 5 – клемма "Канал 1"; 6 – клемма "Загальний"; 7 – клемма "Канал 2"; 8 – кнопка "Вимірювання"

Для проведення експерименту вибрано підземний металевий газопровід, який прокладений в м. Вінниці по вул. Некрасова в 1965 р. та введено в експлуатацію 1966 р. в сухих суглинках на глибині 1,1 м. Даний газопровід зовнішнім діаметром 159 мм, товщиною стінки 4,5 мм та довжиною 188,5 м, виготовлений із сталі з антикорозійною бітумною ізоляцією. Газопровід відноситься до газопроводу середнього тиску із діапазоном тисків від 0,1 МПа до 0,3 МПа. Газопровід прокладено під полотном трамвайної колії, тому перехід газопроводу

через перешкоду виконано у футлярі довжиною 8 м діаметром 325x8 мм із сталеві труби з діелектричними прокладками. Напруга контактної мережі електрифікованого трамваю становить 600 В, а ширина колії – 1 м. Повздовжній профіль траси газопроводу наведено на рис. 3.

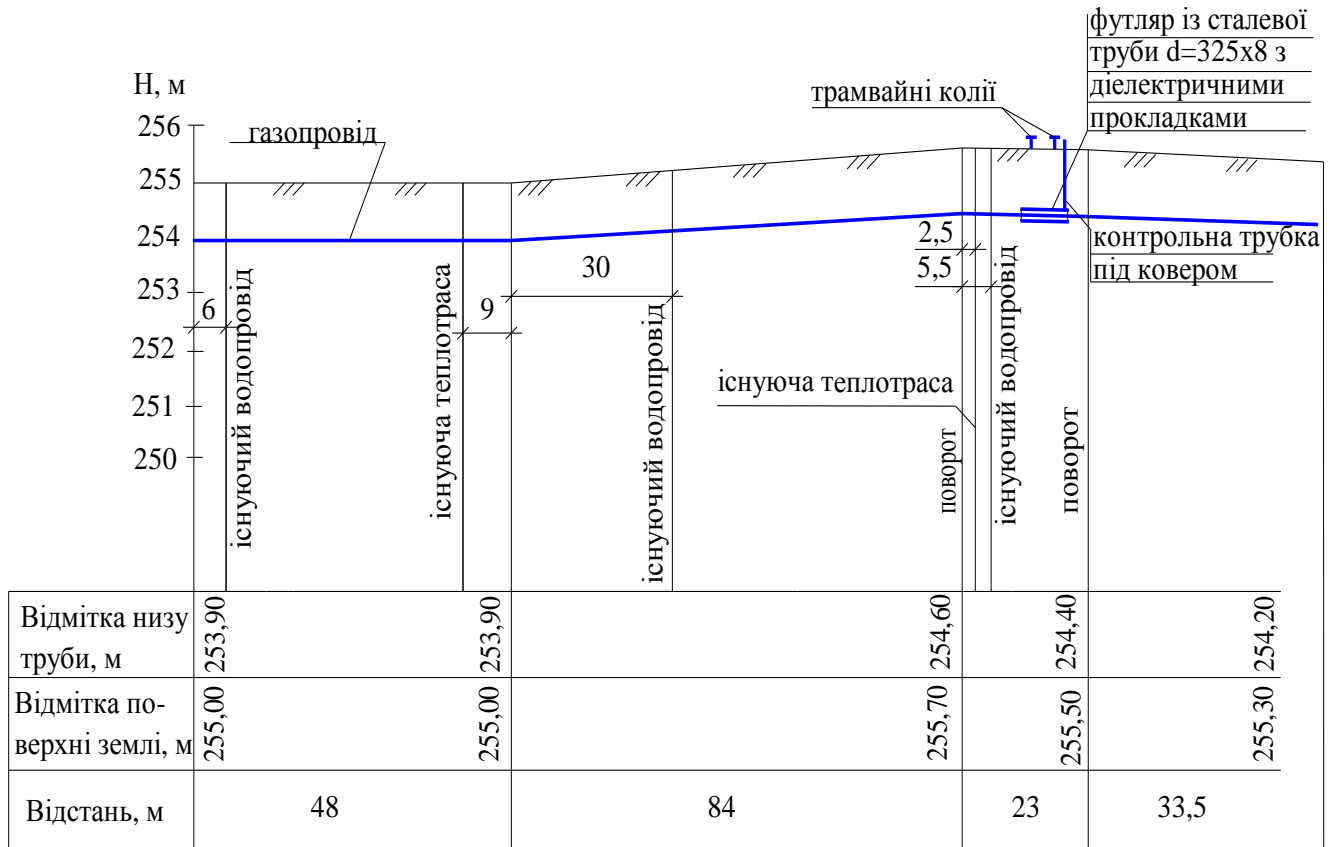


Рис. 3 – Повздовжній профіль траси газопроводу по вул. Некрасова у м. Вінниці

Експериментальне дослідження вимірювань різниці потенціалів на газопроводі проведено з виведенням на комп'ютер необхідних графіків і таблиць. Це дозволило одержати точну і досить повну картину стану електрохімічного захисту на газопроводі, створити базу даних обстеження об'єкта для ефективного планування організаційно-технологічних та технічних заходів по захисту від корозії. За результатами вимірювання побудовано графік залежності зміни різниці потенціалів в часі в зонах впливу блукаючих струмів (рис. 4). Аналізуючи отримані значення зміни потенціалів на газопроводах, визначають наявність блукаючих струмів під впливом електрифікованих трамвайних колій.

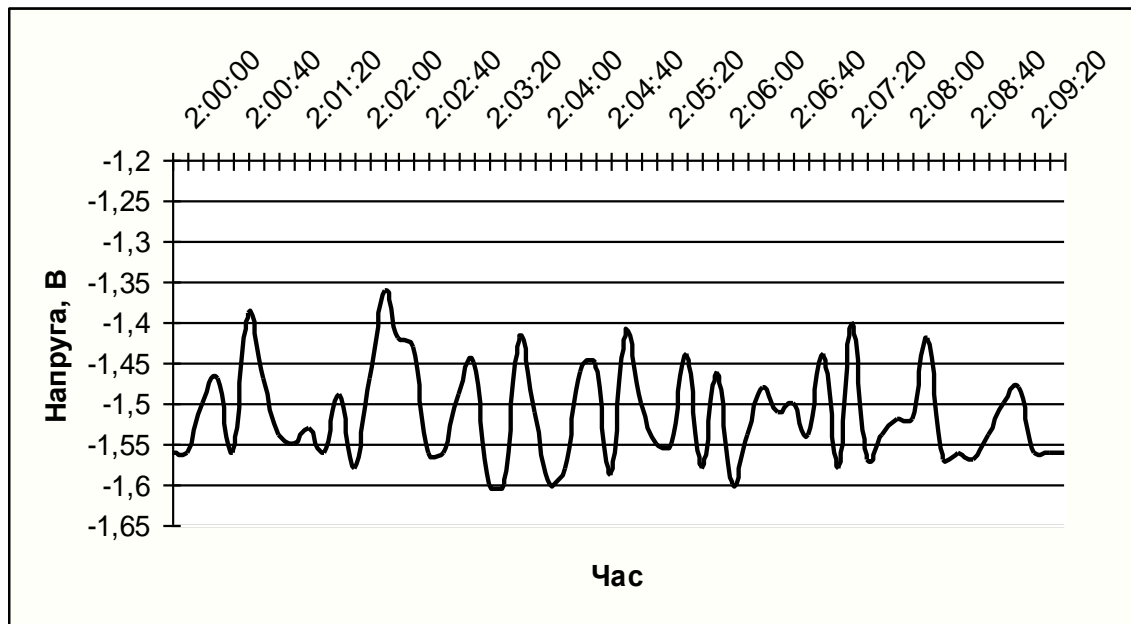


Рис. 4 – Графік залежності зміни різниці потенціалів в часі в зонах впливу блукаючих струмів на газопроводі по вул. Некрасова у м. Вінниці

Для підтвердження дії блукаючих струмів на підземний сталевий газопровід визначено зміщення різниці потенціалів між газопроводом (рис. 3) та електродом порівняння 4 (рис. 2). Наявність блукаючих струмів унеможлиблює визначення стаціонарного потенціалу E_c , тому його значення прийнято рівним мінус 0,7 В [7] щодо мідносльфатного електроду порівняння. При позитивних значеннях зміщення потенціалів, тобто $\Delta \dot{A} > 0$, спостерігається анодна зона (зона електрохімічної корозії газопроводу), а при негативних значеннях, тобто $\Delta \dot{A} < 0$ – катодна зона (зона захисту від корозії).

Максимальне зміщення потенціалу $\Delta \dot{A}_{\max}$ є різниця між максимальним вимірним миттєвим потенціалом ($E_{\text{вим}_{\max}}$) (рис. 4) і стаціонарним потенціалом газопроводу (E_c), яке обчислено за формулою

$$\Delta \dot{A}_{\max} = E_{\text{вим}_{\max}} - E_c = -1,60 - 0,70 = -2,3 \text{ В.} \quad (1)$$

Мінімальне зміщення потенціалу ($\Delta \dot{A}_{\min}$) – це різниця між мінімальним вимірним миттєвим потенціалом ($E_{\text{вим}_{\min}}$) (рис. 4) і стаціонарним потенціалом газопроводу, яке обчислено за формулою:

$$\Delta A_{\min} = E_{\text{вим}_{\min}} - E_c = -1,36 - 0,7 = -2,06 \text{ В.} \quad (2)$$

Для перевірки впливу дії блукаючих струмів на газопровід визначено різницю між $E_{\text{вим}_{\max}}$ та $E_{\text{вим}_{\min}}$. Дана величина становить 0,24В, що перевищує допустиму норму, яка рівна 0,04В [7], Це є підтвердженням негативної дії блукаючих струмів від трамвайних колій на сталевий газопровід по вул. Некрасова у м. Вінниці. В зв'язку з цим, для забезпечення надійності функціонування системи газопостачання та продовження терміну експлуатації сталевих газопроводів необхідно розроблення організаційно-технологічних та технічних заходів, що підвищують експлуатаційну довговічність системи в цілому.

Висновки

Результати дослідження свідчать про наявність блукаючих струмів, що є причиною корозійності підземних сталевих газопроводів та їх руйнування.

З метою пониження електрокорозії підземного сталевого газопроводу від дії блукаючих струмів рекомендуються такі організаційно-технологічні та технічні заходи: збільшення перехідного опору між рейками електрифікованого транспорту і землею шляхом укладання рейок на щелевуву основу; просочування шпал електроізоляційними речовинами; на потенційних джерелах блукаючих струмів необхідне установлювання ізолюючих фланців; на фланцевій арматурі необхідно встановлювати струмопровідні подовжні перемички для нарощування подовжньої електропровідності на відрізку газопроводів, що захищається.

Література

1. Беккер М.В. Обеспечение надёжной работы газотранспортной системы ДК "Укратрансгаз" // Сборник докладов научно-практического семинара. К., 2007. – с. 19-21.
2. Сідак В.С. / Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання / В.С. Сідак. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 227 с.

3. Ратушняк Г.С. Експлуатація зовнішніх газопроводів і споруд систем газопостачання: навч. посібник / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 94 с.
4. Єнін П.М. / Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом / П.М. Єнін, Г.Г. Шишко, К.М. Предун. – К.: Логос, 2002. – 198 с.
5. Енин П.М. / Газификация сельской местности / П.М. Енин, Г.Г. Шишко, Г.В. Пилюгин. – К.: Урожай, 1992. – 200с.
6. Экилик Г.Н. / Электрохимические методы защиты металлов / Г.Н. Экилик. – Ростов-на Дону, 2004. – 52 с.
7. 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 2001. – 88 с. – (Національний стандарт України).
8. Ратушняк Г.С. / Модель багатофакторної оцінки технічного стану системи газопостачання / Г. С. Ратушняк, О.І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2010. – №1. – с. 125-131.

Відомості про авторів

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, директор інституту будівництва теплоенергетики та газопостачання, завідувач кафедри теплогазопостачання; вул. Воїнів Інтернаціоналістів, 7, м. Вінниця, 21021: тел. 46-52-04; e-mail: ratushnyak@inbtegr.vstu.vinnica.ua, Вінницький національний технічний університет;

Ободянська Ольга Ігорівна – аспірант кафедри теплогазопостачання; вул. Воїнів Інтернаціоналістів, 7, м. Вінниця, 21021: тел. +380674304208; e-mail: olha.obodyanska@i.ua, Вінницький національний технічний університет.