

# КОРОЗІЯ ПРИБУДИНКОВИХ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ ПІД ДІЄЮ ЗМІННОГО СТРУМУ

А.В. Яворський, В.С. Цих, Л.Я. Побережний

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. Україна

The exploitation of underground gas networks of low pressure does not take into account the effect of electro corrosion. Main causes of electro corrosion of low pressure pipelines were determined and the dependence of the induced current on the speed of corrosion of pipelines was obtained, which would enable to identify areas with an increased danger of electro corrosion and to take preventive measures in time.

**Вступ.** При експлуатації підземних газових мереж низького тиску майже зовсім не приділяється увага боротьбі з електрокорозією під дією змінного струму, вважаючи, що дана проблема торкається лише протяжних магістральних газопроводів при суміжному проляганні з лініями електропередач [1]. Термін «електрокорозія» зазвичай пов'язаний з протіканням постійного струму в підземній металоконструкції. Джерела даних блукаючих струмів знаходяться поза металоконструкцією: електрифікований транспорт, системи катодного захисту, шахтні системи електропостачання постійним струмом і т.п. При цьому інтенсивні корозійні руйнування проходять в місцях стікання постійного струму з зовнішньої поверхні в електроліт (грунт або воду). Вітчизняна і світова практика експлуатації підземних металоконструкцій визнає дану проблему і враховує її.

**Аналіз стану проблеми.** Останнім часом при експлуатації підземних металічних газопроводів низького тиску, які знаходяться поза зоною розтікання блукаючих струмів, виникають характерні для електрокорозії дефекти типу «свищ» (рис. 1), що потребує спеціального дослідження і пояснення.



Рис. 1. Фрагменти сталі труби підземного газопроводу низького тиску (Ø 60 мм) з наявними електрокорозійними дефектами типу «свищ»

Проведені на даний час дослідження [2] вказують на взаємозв'язок наведених корозійних процесів з протіканням змінного струму в стінках підземного трубопроводу проте дані дослідження не вказують на швидкість розвитку корозійних процесів під дією змінного струму. Сучасна нормативна база (ДСТУ Б В.2.5-29:2006 Система газопостачання. Газопроводи сталеві підземні. Загальні вимоги до захисту від корозії) регламентує небезпечну дію змінного струму по густині вище за  $1 \text{ мА/см}^2$  ( $10 \text{ А/м}^2$ ), проте оперативне безконтактне визначення натікання струму на підземну частину газопроводу низького тиску і автоматичний захист від його корозійної дії є поки ще не вирішеною задачею.

**Метою роботи** було вивчити вплив змінного струму на корозію внутрішньобудинкових та прибудинкових трубопровідних мереж.

**Матеріали та методи.** Об'єктом дослідження вибрано розподільчі газопроводи, виготовлені за сталі Ст. 3. Величина струму натікання фіксувалася струмовими кліщами UNI-T UT201. Моделювання корозії під впливом змінного струму проводилося на розробленому в ІФНТУНГ лабораторному стенді [3].

**Результати та обговорення.** Характерні ознаки електрокорозії можна побачити на «свіжих» взірцях труб, що вирізані з газопроводу в місцях аварійного витоку газу через розгерметизацію (рис. 2). Зокрема для досліджуваного фрагмента труби за результатами візуального обстеження встановлено, що на поверхні труби наявний кратер з двома наскрізними отворами (свищі) (рис. 2).



Рис. 2. Фрагменти сталі труби підземного газопроводу низького тиску з характерними ознаками електрокорозійного пошкодження вирізані в місці аварійного витоку природного газу

Гладкі стінки кратера і відсутність продуктів корозії на його стінках вказує на те, що причиною пошкодження є натікання електричного струму на поверхню газопроводу. Додатково підтверджує характер пошкодження газопровідної труби під дією натікаючого електричного струму – блискуча металічна поверхня на макровиступах кратера, внаслідок явища електричного полірування металу, коли проходить його анодне розчинення.

Основними причинами виникнення змінних струмів натікання і попадання їх на газопроводи низького тиску є:

- непрофесійна експлуатація діючої системи електропостачання, наприклад, використання газопроводів в якості нульових робочих провідників;
- відсутність ізоляції газових вводів в споруди;
- некоректне підключення електроспоживачів (газові котли, газові плити з електророзпалом), які зв'язують газопровідну систему з системою електропостачання;
- пошкодження в процесі експлуатації кабельних ліній і/або електрообладнання в зоні пролягання газопроводів;

– застосування газопроводів в якості заземлювача при крадіжці електричної енергії. Щодо останньої наведеної причини (крадіжки електроенергії), зупинимось детальніше, оскільки вона переросла відносно нову проблему для газового господарства, що пов'язана з корозійним руйнуванням сталених вводів газопроводів в житлові будинки. На основі сучасних літературних джерел [4] можна виділити три основні схеми (рис. 3), які використовуються для крадіжки електроенергії для систем електропостачання з найбільш поширеними індукційними електролічильниками і з застосуванням газопроводів в якості заземлювачів.

Схема, яка наведена на рис. 3,а є найпростішою, не вимагає перекомутації індукційного електролічильника (рис. 3,г), зупинка електролічильника досягається прихованим розмиканням нейтралі за допомогою вимикача SA і відповідно відключенням обмотки електролічильника по напрузі, навантаження приєднується в коло фаза – заземлювач (газопровід) – заземлена нейтраль. Наступна схема (рис. 3,б) здійснюється шляхом перекомутації входу по електролічильнику, навантаження приєднується по лінії фаза – навантаження – заземлювач (газопровід) – заземлена нейтраль, при такій схемі досягається обхід струмової обмотки електролічильника і відповідно його зупинка при підключеному навантаженні. Найбільш досконалою є схема на рис. 3,в де на відміну від попередньої між фазовим провідником електролічильника і заземленням (газопровід) вмикається потужний автотрансформатор TV вторинна обмотка якого приєднується до струмової обмотки електролічильника, регулюючи автотрансформатор і подаючи струмовий сигнал у протифазі до сигналу на струмовій обмотці електролічильника досягається його гальмування чи реверсне обертання при правильному підключенні навантаження. Остання схема є найбільш небезпечною з точки зору електрокорозії оскільки значення струму в лінії газопроводу, при реверсивному обертанні диску електролічильника і підключеному навантаженні, можуть сягати декількох десятків ампер, що може викликати надзвичайно швидке руйнування металу в середовищі ґрунтового електроліту.

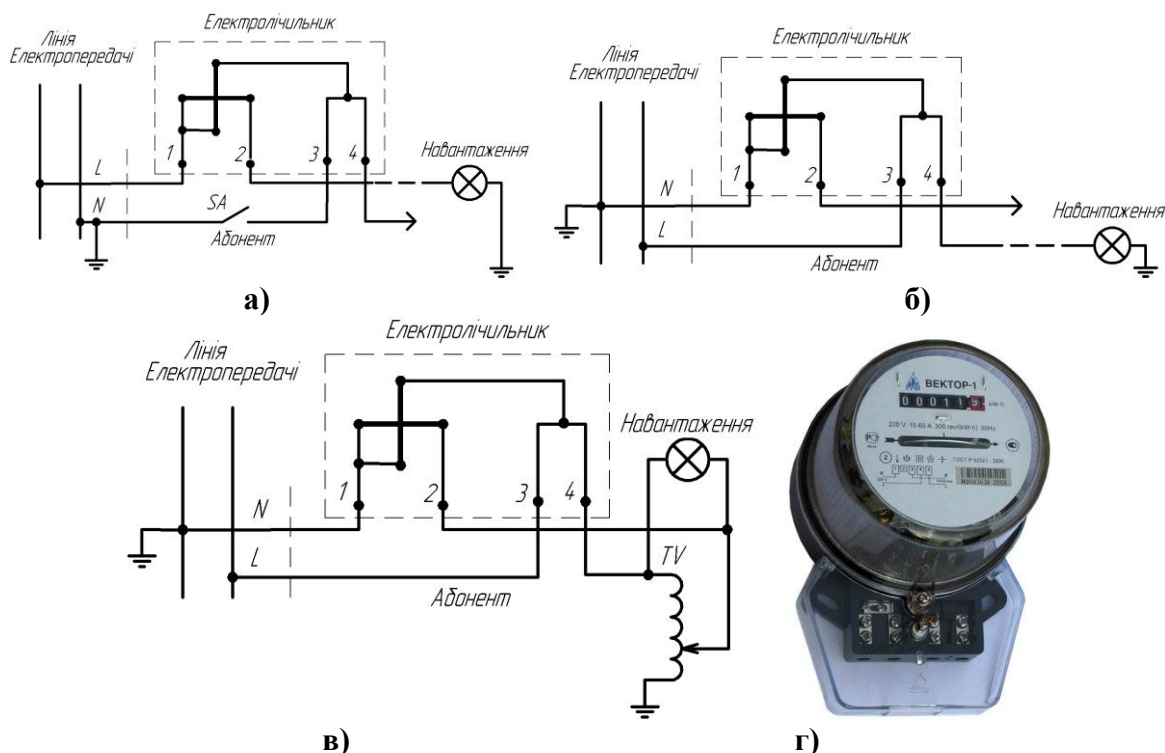


Рис.3. Схеми крадіжки електроенергії для систем електропостачання з найбільш поширеними індукційними електролічильниками і з застосуванням газопроводів в якості заземлювачів

При контролі протікання змінного струму в стінках газопроводу необхідно відзначити, що однією з особливостей є зміна величини струму (до повного зникнення в певні моменти часу) в залежності від зміни величини електричного навантаження в електромережі. Як було відмічено вище одним з шляхів визначення натікання змінного струму на металічний газопровід є розробка методів і засобів для безконтактного вимірювання величини струму, особливо в умовах крадіжки електроенергії. На рис. 4 наведено застосування струмових кліщів для вимірювання струму натікання в металічному газовому шлангу, що підключений до газової плити з електрозпалом, значення струму становить 4,3 А!, що вказує на серйозні помилки при виконанні електромережі до якої підключена газова плита (наприклад – розщеплення незаземленої нейтралі).

Натікання змінного струму на газопровід через підключені до електромережі газові прилади (рис. 4) можливе за відсутності ізоляції газових вводів в будівлі (рис. 4), хоча це регламентується для металічних підземних газопроводів відповідним нормативним документом [5]. Така ситуація, на жаль, є непоодинокую і характерною, для будівель, які газифіковані у 50-60 ті роки минулого століття.

Проведено корозійні випробовування у 12 модельних середовищах, за результатами яких побудовано діаграми зміни швидкості корозії від йонної сили ґрунтового електроліту (рис. 5). Такий підхід дає можливість порівняльного аналізу корозійної дії середовищ різного хімічного складу.

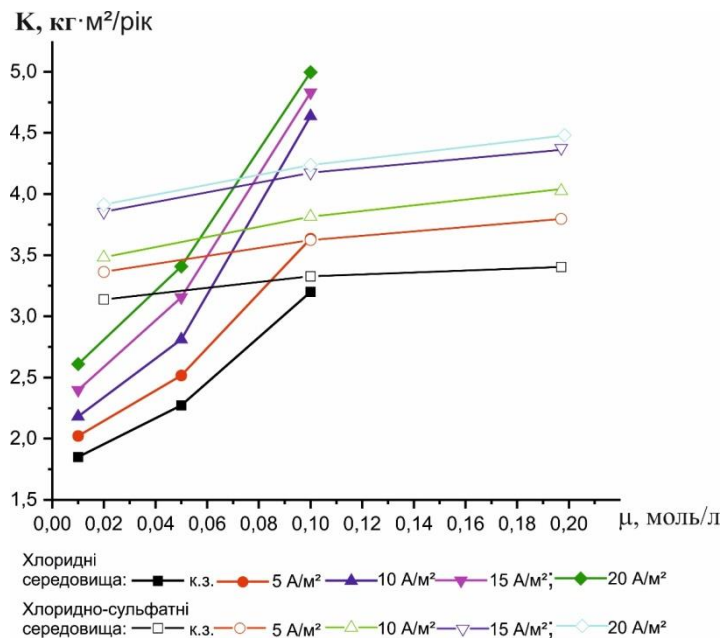


Рис. 5. Залежність абсолютної швидкості корозії у нейтральних хлоридних та хлоридно-сульфатних електролітах від значення густини струму та йонної сили

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено основні причини виникнення електрокорозії трубопроводів низького тиску та отримано залежності впливу наведеного струму на швидкість корозії трубопроводів, що дасть змогу визначати ділянки з підвищеною небезпекою електрокорозії та вчасно вживати превентивних заходів.

#### Висновки:

- Проаналізовано причини виникнення електрокорозії розподільчих газопроводів
- Встановлено закономірності зміни швидкості корозії матеріалу трубопроводу з урахуванням густини наведеного змінного струму та йонної сили середовища.

#### Література.

1. Джала Р.М. Електрохімічний захист підземного трубопроводу в зоні впливу електропередач/ Р. Джала, Б. Вербенець, О. Винник, Ю. Гужов, Р. Савула// Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів: В 2-х т. /Спецвипуск журналу «Фізико-хімічна механіка матеріалів».–№8.–Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2010–Т.2–С.498-503.
  2. Michael Horton. «Corrosion effects of electrical grounding on water ipe». Corrosion 91 The NACE Annual Conference and Corrosion Show. - March 11-15 1991 Cincinnati, Ohio.
  3. Присліпська Г. М. Вплив змінного та наведеного струмів на швидкість корозії матеріалу нафтогазопроводів / Г. М. Присліпська, А. В. Яворський, Б. М. Дем'янів // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2013. - № 13. - С. 90-96.
  4. Красник В.В. 102 способа хищения электроэнергии/ В.В. Красник.–М.:ЭНАС, 2010.– 160 с.
- Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди Газопостачання ДБН В.2.5-20-2001.