



Л. Я. Побережний, В. С. Цих

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна;

ВПЛИВ РОЗМІРУ ДЕФЕКТУ ІЗОЛЯЦІЇ НА ЕЛЕКТРОКОРОЗИЮ ТРУБОПРОВОДІВ

Внаслідок зростання потреб як населення, так і промисловості у природному газі та збільшення темпів споживання електроенергії не завжди є змога розмежувати коридори паралельного пролягання джерел змінного струму і трубопроводів чи витримати відстань, визначену нормативними документами. Щоб визначити ймовірність корозії змінним струмом, тільки показника наведеної напруги недостатньо і потрібно враховувати інші чинники, такі як густина струму чи співвідношення між значеннями змінного і постійного струму. Такий критерій оцінювання ризику корозії змінним струмом, як густина змінного струму є точнішим і враховує більшу кількість чинників (опір ґрунту, площу дефекту), які впливають на перебіг корозійних процесів. Установлено закономірності зростання рівня густини змінного струму у ґрунтах з низьким, середнім та високим значенням корозійної активності. Отримано номограми взаємозв'язку між площею дефекту в захисному покритті та величиною густини струму в діапазоні значень наведеної напруги. За постійних густини струму й опору ґрунту дефекти малого розміру піддаються корозійному руйнуванню швидше, ніж дефекти великої площі, оскільки густина струму на меншому дефекті буде зростати. Чим менший дефект у захисному покритті, тим більшою є ймовірність перебігу корозії змінним струмом. Отримані дані дадуть змогу визначити ділянки трубопроводів із підвищеною небезпекою електрокорозії змінним струмом та вчасно запобігати позаштатним ситуаціям.

Ключові слова: електрокорозія змінним струмом; густина наведеного струму; корозійна активність; електропровідність ґрунту.

Вступ. Змінну напругу вважають найважливішим параметром оцінки ризику корозії. Вона може бути або розрахунковою величиною, або безпосередньо вимірюваною на трубопроводі. Вимірювання U_{zc} повинні бути виконані передусім на усіх контрольних точках, станцій управління катодного захисту, ізоляційних стиків, де доступним є підключення вимірювального кабелю до трубопроводу. На більш пізньому етапі ці вимірювання можуть бути обмежені до кількох вимірів на конкретних ділянках трубопроводу, вибраних в області найбільшого впливу змінного струму. Вимірювання U_{zc} є короткотривалими і здійснюється за допомогою вольтметра змінної напруги високого опору між структурою металу та електродом порівняння, розташованим над трубою. Для точнішого вимірювання електрод повинен бути розташований на певній відстані. Для довгострокової оцінки замість вольтметра використовують реєстратор даних. З метою зниження ймовірності корозії під дією змінного струму, U_{zc} трубопроводу не повинна перевищувати в будь-який момент:

- 10 V, де місцевий опір ґрунту більший ніж 25 Ом;
- 4 V, де місцевий опір ґрунту нижчий ніж 25 Ом.

Ці значення потрібно вважати пороговими межами, які значно знижують ймовірність корозії змінним струмом (CEN/TS 15280, 2006). Треба зазначити, що ці зна-

чення базуються на довгостроковому практичному досвіді європейських операторів, а не на науковому підході. На сьогодні у США використання величини U_{zc} зумовлене головним чином міркуваннями безпеки персоналу (NACE SP0177, 2007). З цих міркувань U_{zc} на структурах повинна бути зменшена і підтримуватися на безпечному рівні, щоб запобігти небезпеці ураження електричним струмом персоналу. Ступінь ураження електричним струмом залежить від кількох факторів, таких як: рівень напруги і тривалості впливу на людину, тіла і шкіри людини, і шляхи та величини струму, які проходять через тіло людини. Цей стандарт повідомляє, що значення U_{zc} у межах 15 В або більше відносно місцевої землі становить небезпеку ураження електричним струмом. Вимірювання U_{zc} потрібно порівнювати з пороговими межами, зазначеними вище. Ці обмеження U_{zc} іноді вважають занадто обмежувальними для трубопроводів, які пролягають паралельно з ВЛЕП частотою 50 або 60 Гц у плані ризиків, спричинених корозією. Наприклад, на одному із трубопроводів у Німеччині, маршрут якого пролягав уздовж високоевольтної лінії електропередач, значення напруги між землею і трубою становило 2000 В! (Naumann, Knuchalla & Jung, 1996). У табл. 1 наведено основні розрахункові випадки.

Інформація про авторів:

Побережний Любомир Ярославович, д-р техн. наук, професор, ІФНТУНГ кафедра хімії, тел. +380342727173.

Email: lubomyrpoberezhny@gmail.com

Цих Віталій Сергійович, канд. техн. наук, доцент, тел. +380342727371. Email: tvs.vitalik@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Побережний Л. Я., Цих В. С. Вплив розміру дефекту ізоляції на електрокорозію трубопроводів. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(5). С. 119–124.

Citation APA: Poberezhny, L. Ya., & Tsykh, V. S. (2017). Influence of insulation defects size on pipeline ac corrosion. Scientific Bulletin of UNFU, 27(5), 119–124. <https://doi.org/10.15421/40270524>

Табл. 1. Різниця потенціалів між металом трубопроводу і землею

Вид впливу	Примітки	Наведена напруга, В
Електромагнітний вплив	Лінія 10 кВ пролягає паралельно підземному трубопроводу на відстані 10 м довжиною 10 км	4
	Те ж, двофазне коротке замикання на лінії 10 кВ	340
	Лінія 220 кВ пролягає паралельно підземному трубопроводу на відстані 100 м довжиною 10 км	20
	Те ж, однофазне коротке замикання	16000
Електростатичний вплив	Лінія 110 кВ, прокладання трубопроводу, відстань між ними 80 м	130
Кондуктивний вплив	Лінія 110 кВ, однофазне коротке замикання на опорі, відстань від заземлювача	20000
	Лінія 220 кВ, транспозиційна опора, відстань від заземлювача до трубопроводу 30 м	10

Методика дослідження. Щоб визначити ймовірність корозії змінним струмом, тільки показника U_{zc} є недостатньо і потрібно враховувати інші чинники, такі як густина струму чи співвідношення між значеннями змінного і постійного струму. Такий критерій оцінки ризику корозії змінним струмом, як густина змінного струму є точнішим і враховує більшу кількість чинників (опір ґрунту, площу дефекту), які впливають на перебіг корозійних процесів. Для оцінювання корозійної небезпеки за відомим значенням наведеної напруги (вимірним чи розрахунковим) густину струму розраховують за формулою

$$J_{zc} = \frac{U_{zc}}{R \cdot S}, \quad (1)$$

де: S – площа поверхні дефекту в захисному покритті, m^2 ; R – опір поширення струму в дефекті, Ом.

Опір поширення струму в дефекті виражається формулою

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot d}, \quad (2)$$

де: d – діаметр дефекту в захисній ізоляції, м; ρ – електричний опір ґрунту, Ом·м.

З формул (1) і (2) густина струму на дефекті виражається формулою

$$J_{zc} = \frac{2,548 \cdot U_{zc}}{\rho \cdot d}. \quad (3)$$

За відомої напруги U_{zc} і сталого опору ґрунту густина струму буде тим більшою, чим меншим є діаметр дефекту. Дефекти малої площі піддаються ризику корозійного руйнування більше, ніж дефекти великої площі за однакового значення U_{zc} (Ouahad et al., 2014; Yelizarov, 2006).

Під час оцінювання корозійної активності ґрунтів питомий опір ґрунту є основною характеристикою для прогнозування ймовірності корозії. Корозійна активність середовища стосовно металу трубопроводу, відповідно до ДСТУ 4219-2003, характеризується значенням швидкості корозії металу трубопроводу у середовищі та/або значенням питомого електричного опору ґрунту, і оцінюється відповідно до табл. 2. За даними цієї таблиці можна оцінити корозійну активність ґрунтів,

але вони не враховують типової різноманітності ґрунтів України. Зокрема в областях, які розташовані на території зони мішаних лісів (Волинська, Рівненська, Житомирська, Чернігівська, частково Хмельницька, Київська та Сумська) переважають піщані ґрунти. В областях, розташованих у межах зони Лісостепу (Хмельницька, Вінницька, Тернопільська, Черкаська, Полтавська, частково Харківська, Сумська та Київська) переважають чорноземи, місцями трапляються глинисті й піщані ґрунти.

Табл. 2. Корозійна активність середовища стосовно металу трубопроводу

Корозійна активність середовища	Швидкість корозії металу, мм/рік	Питомий електричний опір ґрунту, Ом·м
Низька	До 0,01	Понад 50
Середня	Від 0,01 до 0,30	Від 20 до 50
Висока	Понад 0,30	До 20

В областях, розташованих у зоні Степу (Миколаївська, Херсонська, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська, частково Харківська, Одеська, Кіровоградська) переважають чорноземні ґрунти. Кожен тип ґрунту характеризується своїм значенням питомого опору, відповідно, корозійна активність буде залежати від складу ґрунту. У табл. 3 наведено наближені значення питомих опорів ґрунтів за середньої вологості. Якщо проаналізувати дані табл. 3, найнебезпечнішими у корозійному плані є глинисті ґрунти та чорноземи, частка яких в Україні становить 44 %. За наявності у ґрунтах сильних електролітів, розчинних у водному середовищі, провідність ґрунтів збільшується, що сприяє зменшенню питомого опору та зростанню корозійної агресивності ґрунтів. Така тенденція характерна не тільки для глинистих ґрунтів, а й для піщаних ґрунтів (Yelizarov, 2006).

Табл. 3. Питомий опір ґрунту

Тип ґрунту	Питомий електричний опір ґрунту, Ом·м
Пісок	400-1000 і більше
Супісок	150-400
Суглинок	40-150
Глина	8-70
Чорнозем	10-50
Торф	20

Аналіз рівня впливу основних фізичних факторів, таких як наведена напруга, електричний опір ґрунтового електроліту, на величину густини змінного струму через можливий дефект у захисному покритті дає змогу визначити найнебезпечніші області, де ймовірність корозії буде найвищою. Треба зазначити, що згідно з українськими нормативними документами критичне значення густини струму є в межах 10 A/m^2 . У галузевих стандартах Російської Федерації критичне значення густини струму є в межах від 10 до 30 A/m^2 . Густина струму 30 A/m^2 визначається критичною у корозійному плані польськими національними стандартами. Припускають, що нижче від цього значення ймовірність корозії, спричиненої змінним струмом, прямує до нуля. Використовуючи отримане за формулою (3) значення густини струму, можна виділити на карті ґрунтів ділянки потенційно небезпечні у плані можливих корозійних пошкоджень як для наявних трубопроводів, так для трубопроводів на стадії проектування. Вирішення задачі, пов'язаної з визначенням таких зон та з включенням трубопроводів у план першочергових обстежень є важливим науково-практичним завданням.

Методика розрахунку полягає у визначенні густини струму на дефекті покриття круглої форми, оскільки за результатами обстежень, найчастіше трапляються дефекти захисного покриття круглої форми або проколи діаметром 0,005 м. У нормативній документації площа стандартного дефекту в ізоляційному покритті дорівнює $6,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ($d = 0,0282 \text{ м}$), у зарубіжних стандартах площа дефекту прийнята $1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ($d = 0,0112 \text{ м}$). За сталого діаметра дефекту в захисному покритті густина змінного струму буде тим вищою, чим меншим є електричний опір ґрунту.

Для встановлення взаємозв'язку між рівнем $U_{зс}$, розміром дефекту та густиною наведеного струму виконано відповідні розрахунки. Діапазон $U_{зс}$ вибрано в межах від 1 до 120 В (1, 5, 10, 15, 20 і далі з кроком 10 В), а розміри дефектів вибрано такі: 0,005; 0,011287; 0,02; 0,0282; 0,05 та 0,1 м.

Розраховано рівні густини наведеного струму у глинистих ґрунтах (питомий опір 10 Ом·м) та чорноземах (питомий опір дорівнює 18 Ом·м) та отримано такі залежності (рис. 1, 2).

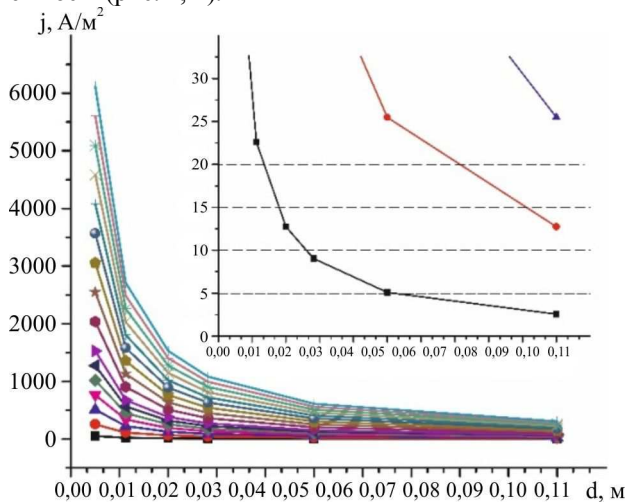


Рис. 1. Номограма залежності густини змінного струму від діаметра дефекту в захисному покритті в ґрунтах високої корозійної активності з опором ґрунту 10 Ом·м

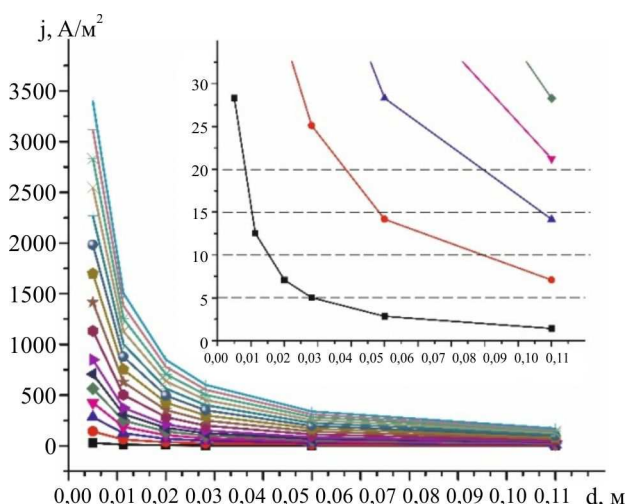


Рис. 2. Номограма залежності густини змінного струму від діаметра дефекту в захисному покритті в ґрунтах високої корозійної активності з опором ґрунту 18 Ом·м

Аналіз отриманих графічних залежностей показує, що в ґрунтах, для яких характерною є висока корозійна активність (див. табл. 2), за малого діаметра дефекту захисного ізоляційного покриття відбувається різке зрос-

тання густини струму навіть за малих значень наведеної напруги $U_{зс}$. Якщо врахувати, що для таких ґрунтів, як глинисті ґрунти і чорноземи, вологість є практично сталою, а також взявши до уваги їх значну поширеність на території України, можемо констатувати високу ймовірність корозії змінним струмом. Нормативне значення густини струму 10 А/м^2 за $U_{зс} 1 \div 5 \text{ В}$ та опорі ґрунту $10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ фіксується для дефектів діаметром меншим за 0,1 м. Для дефектів меншого розміру в цьому інтервалі значень наведеної напруги густина струму є вдвічі, а то і втричі, більшою за нормативно допустиму. Окрім цього, потрібно зазначити, що результати дослідження (Poberezhnyi & Pryslypska, 2013) показали прискорення швидкості від 9 до 22 % у модельних середовищах, що імітують склад ґрунтового електроліту навіть за значення густини струму вдвічі меншої за нормативну 5 А/м^2 .

З допомогою винесеного із загального графіка збільшеного фрагменту можна визначити "безпечний" розмір дефекту для діапазону нормативних значень густини струму (горизонтальними пунктирними лініями відмежовано безпечну зону для кожного значення, яка розміщена під пунктирною лінією). При електричному опорі ґрунту $10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ (рис. 1) в даній області знаходяться значення, отримані для дефектів діаметра більшого за 0,1 м за малих значень напруги. Точка перетину горизонтальної пунктирної лінії з кривою густини струму визначає критичне значення наведеної напруги за певної густини струму. Діапазон розрахункових значень, що становлять безпечну зону в ґрунтах з високою корозійною активністю (див. рис. 1), є надзвичайно вузьким. Це свідчить про те, що навіть за густини струму 5 А/м^2 за розмірів дефектів у захисному покритті меншими за 10 см (0,1 м) ймовірність корозії є високою, а критична напруга за $d = 0,058 \text{ м}$ становить 1,6 В. За густини змінного струму 10 А/м^2 (нормативне значення) критичне значення наведеної напруги становить 1,05 В для дефектів розміром 0,027 м.

Область над горизонтальною пунктирною лінією є критичною зоною, в якій корозійна небезпека прямо пропорційно зростає із зменшенням розміру дефекту та збільшенням наведеної напруги на трубопроводі.

За опорі ґрунту $18 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ (див. рис. 2) в область безпечної зони потрапляють дефекти розміром 0,06 м. Величина критичного значення наведеної напруги за 5 А/м^2 для дефектів розміром 0,028 м становить приблизно 1 В. Під час визначення ймовірності перебігу корозійних процесів під впливом змінного струму в ґрунтах із середньою корозійною активністю (див. табл. 1) за значення питомого опорі ґрунту 25 і 40 Ом·м спостерігається аналогічна до попередньої тенденція, пов'язана із зменшенням густини струму залежно від розміру дефекту захисного покриття (рис. 3). Згідно з даними роботи (Poberezhnyi et al., 2013), наведена напруга 4 В є безпечною в корозійному плані, якщо опір ґрунту становить $25 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

За значень напруги, які використанні для розрахунків, така напруга може призвести до виникнення корозійних пошкоджень та утворення наскрізних корозійних уражень, особливо під час експлуатації трубопроводів без катодного захисту. Значення густини 10 А/м^2 фіксується за наведеної напруги в межах від 1 до 5 В на всіх дефектах, крім найменшого діаметром 0,005 м. Зниженню швидкості корозії під дією змінного

струму на дефектах малих розмірів може сприяти накопичення продуктів корозії, які формують захисний шар, тип самим сповільнюючи доступ кисню та перебіг реакцій у катодний півперіод змінного струму. Зі зростанням електричного опору ґрунту простежується помітна залежність між розміром дефекту покриття і величиною наведеної напруги.

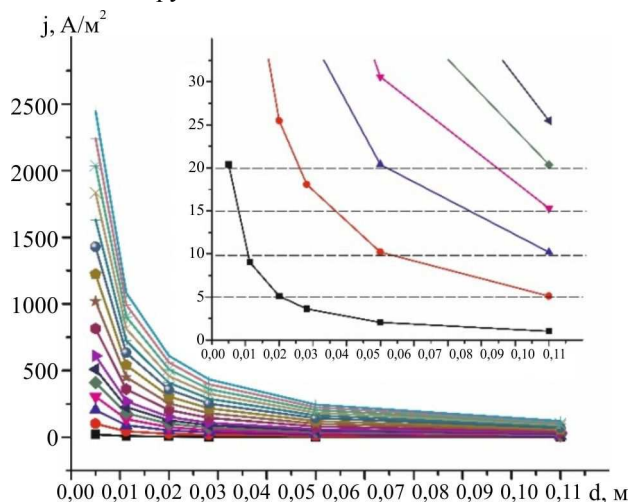


Рис. 3. Номограма залежності густини змінного струму від діаметра дефекту в захисному покритті в ґрунтах середньої корозійної активності за опору ґрунту 25 Ом·м

Для того, щоб досягнути критичних значень густини струму на дефектах більшого розміру, рівень наведеної напруги має бути більшим, ніж у ґрунтах з високою корозійною активністю. Безпечна зона при опорі ґрунту 25 Ом·м розширюється саме за рахунок значень, отриманих за наведеної напруги 1 В за $d = 0,028; 0,05; 0,1$ м. Якщо опір ґрунту становить 40 Ом·м (рис. 4), у цей діапазон потрапляє значення, отримане на дефектах розміром 0,1 м за наведеної напруги 5 В.

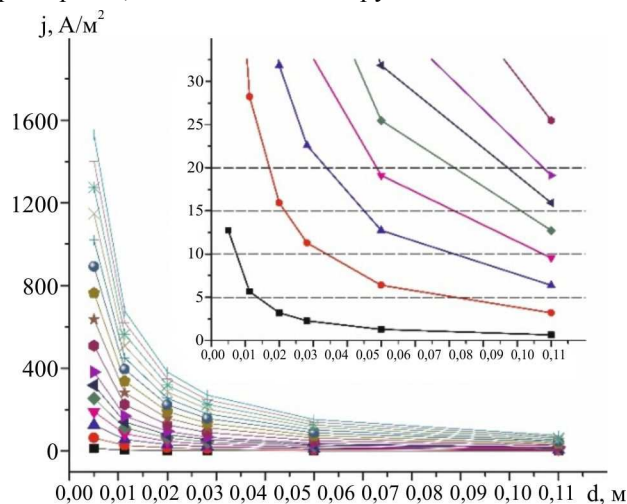


Рис. 4. Номограма залежності густини змінного струму від діаметра дефекту в захисному покритті в ґрунтах середньої корозійної активності за опору ґрунту 40 Ом·м

Середовища, з показником швидкості корозії 0,01 мм/рік, вважають найбезпечнішими у корозійному плані. Та за сукупності певних чинників швидкість корозії може значно зрости, а наслідки через свою непередбачуваність можуть в десятки і сотні разів перевищити прогнозовані для середовищ з високою корозійною активністю.

Зокрема, це підтверджують розрахункові дані, отримані під час визначення густини струму для ґрунтів з

питомим опором 400 Ом·м та 700 Ом·м за різних значень наведеної напруги (рис. 5, 6).

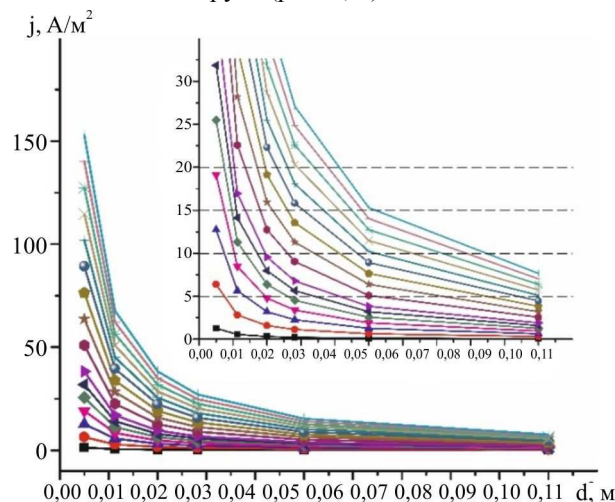


Рис. 5. Номограма залежності густини змінного струму від діаметра дефекту в захисному покритті в ґрунтах низької корозійної активності за опору ґрунту 400 Ом·м

ґрунтами з найбільшим значенням питомого опору є супіски та піски, які трапляються в лісостеповій зоні та зоні мішаних лісів України. Вважають, що середовища з високим електричним опором ґрунту мають найнижчу схильність до перебігу корозійних процесів. Та внаслідок періодичного підвищення рівня вологості та за наявності сильних електролітів у ґрунтовому масиві провідність середовища може збільшуватися, а опір буде відповідно зменшуватися. Небезпечні значення густини струму (152 A/m^2) за наведеної напруги 120 В зафіксовано при опорі 400 Ом·м на дефектах малого діаметра.

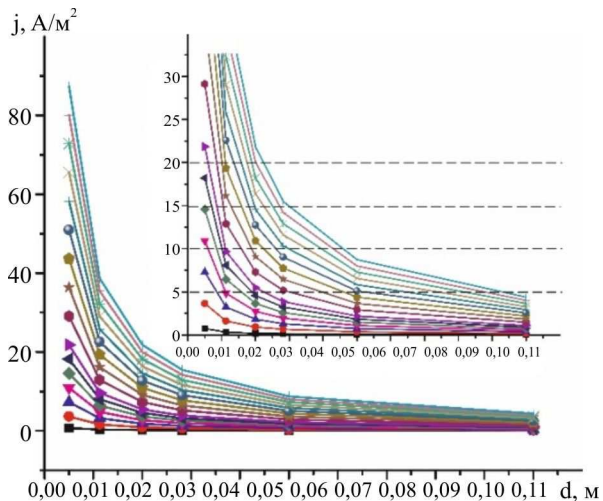


Рис. 6. Номограма залежності густини змінного струму від діаметра дефекту в захисному покритті в ґрунтах низької корозійної активності за опору ґрунту 700 Ом·м

Така напруга може індукуватися на трубопроводах у разі паралельного пролягання їх з високовольними лініями електропередач на довгих дистанціях. Окрім цього, найбільша небезпека натікання наведеної напруги на підземні конструкції спостерігається у місцях провисання електричних дротів, тобто у середній частині прольоту. Нормативне значення 10 A/m^2 на дефектах розміром 0,005 м фіксується за $U_{\text{зм}} 1 \div 10 \text{ В}$, а також на дефектах діаметрами 0,01; 0,0112; 0,02; 0,0282; 0,05 м. У разі збільшення розміру дефекту (0,1 м) гранично допустиме значення густини струму може виникати за 120 В. Така тенденція є свідченням того, що при

корозії змінним струмом розмір дефекту є чинником, який потрібно враховувати у розрахунку ймовірності корозії під дією змінного струму.

Порівняно із ґрунтами високої і середньої корозійної активності безпечна зона при опорі ґрунту, що характерний для ґрунтів з низькою корозійною активністю, є найширшою (рис. 6). Для таких ґрунтів, окрім розміру дефекту, важливим є і рівень наведеної напруги, оскільки в зоні безпеки знаходяться усі значення за $d = 0,1$ м навіть за наведеної напруги 120 В. Густина змінного струму 5 A/m^2 взагалі є нехарактерною для таких ґрунтів за значень наведеної напруги нижче 120 В.

Висновки:

- Визначено основні фізичні фактори, які впливають на показник густини змінного струму та визначають ймовірність корозії змінним струмом на трубопроводах, що розміщені паралельно чи перетинаються з джерелами змінного струму.
- Виявлено закономірності зростання рівня густини змінного струму у ґрунтах з низьким, середнім та високим значеннями корозійної активності.
- Встановлено взаємозв'язок між площею дефекту в захисному покритті та величиною густини струму в діапазоні значень наведеної напруги.
- За постійних густини струму й опору ґрунту дефекти малого розміру піддаються корозійному руйнуванню швидше, ніж дефекти великої площі, оскільки густина струму на меншому дефекті буде зростати.
- Чим менший дефект у захисному покритті, тим більшою є ймовірність перебігу корозії змінним струмом. Для дефектів великого розміру характернішою є ґрунтова корозія.

Список використаної літератури

- CEN/TS 15280 (2006). *Evaluation of a.c. corrosion likelihood of buried pipelines – Application to cathodically protected pipelines, Technical Specification*, CEN – European Committee for Standardization.
- NACE SP0177 (2007). *Mitigation of alternating current and lightning effects on metallic structures and corrosion control systems*, NACE International Standard Practice.
- Naumann, H.-G., Knychalla, R., & Jung, M. (1996). *High voltage interference, protective measures and effect to cathodic protection systems of the Midal gas transmission pipeline*, 3R international 7.
- Ouadah, M., Zergoug, M., Ziouche, A., Touhami, O., Ibtouen, R., Bouyegh, S., & Dehchar, Ch. (2014). *AC Corrosion Induced by High Voltage Power Line on Cathodically Protected Pipeline. International Conference on Control, Engineering & Information Technology (CEIT'14) Proceedings – Copyright IPCO-2014, 22-25 Mars 2014, Monastir-Tunisia*, (pp. 22–27).
- Poberezhnyi, L. Ia. & Pryslypska, H. M. (2013). *Vplyv zminnoho strumu na shvydkist zovnishnoi korozii materialu truboprovodu ta lokalizatsiu koroziiynykh protsesiv u khlorydnykh seredovishchakh*. *Visnyk TNTU*, 3(71), 53–59. [in Ukrainian].
- Poberezhnyi, L. Ia., Pryslypska, H.M., Yavorskyi, A. V., & Demianiv, B. M. (2013). *Vplyv zminnoho ta navedenoho strumiv na shvydkist korozii materialu naftohazoprovodiv*. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia*, 13, 90–96. [in Ukrainian].
- Yelizarov, M. O. (2006). *Hrunt yak providne seredovishche*. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 5(40), 7–12. [in Ukrainian].
- Zakharov, D. B., Iabluchanskii, P.A., & Titov, A. V. (2013). *Ob otcenke korrozionnogo vozdeistviia LEP na podzemnyi truboprovod pri ikh peresechenii*. *Territoria neftegaz*, 12, 68–74. [in Russian].

Л. Я. Побережний, В. С. Цык

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, г. Ивано-Франковск, Украина

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ДЕФЕКТА ИЗОЛЯЦИИ НА ЭЛЕКТРОКОРРОЗИЮ ТРУБОПРОВОДОВ

Вследствие роста потребностей как населения, так и промышленности в природном газе и увеличения темпов потребления электроэнергии, не всегда есть возможность разграничить коридоры параллельного пролегания источников переменного тока и трубопроводов или выдержать расстояние, определенное нормативными документами. Чтобы определить вероятность коррозии переменным током, только показателя наведенного напряжения недостаточно и необходимо учитывать другие факторы, такие как плотность тока или соотношение между значениями переменного и постоянного тока. Такой критерий оценки риска коррозии переменным током, как плотность переменного тока является более точным и учитывает большее количество факторов (сопротивление почвы, площадь дефекта), которые влияют на ход коррозионных процессов. Установлены закономерности роста уровня плотности переменного тока в почвах с низким, средним и высоким значениями коррозионной активности. Получены номограммы взаимосвязи между площадью дефекта в защитном покрытии и величиной плотности тока в диапазоне значений наведенного напряжения. При постоянных плотности тока и сопротивлении ґрунта дефекты малого размера подвергаются коррозионному разрушению быстрее, чем дефекты большой площади, поскольку плотность тока на меньшем дефекте будет расти. Чем меньше дефект в защитном покрытии, тем больше вероятность протекания коррозии переменным током. Полученные данные позволяют определять участки трубопроводов с повышенной опасностью электрокоррозии переменным током и своевременно предотвращать внештатные ситуации.

Ключевые слова: электрокоррозия переменным током; плотность наведенного тока; коррозионная активность; электропроводность почвы.

L. Ya. Poberezhny, V. S. Tsykh

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

INFLUENCE OF INSULATION DEFECTS SIZE ON PIPELINE AC CORROSION

Due to the growing needs of both the population and industry, in a significant amount of natural gas and an increase in electricity consumption, it is not always possible to differentiate the corridors of the parallel leakage of alternating current and pipelines or to maintain the distance specified by the regulatory documents. To determine the likelihood of corrosion alternating current induced voltage indicator only and not be taken into account other factors such as current density, or the ratio between the values of the AC and DC. Such a criterion for estimating the risk of corrosion by alternating current as the alternating current density is more accurate and takes into account a greater number of factors (soil resistance, defect area) that affect the course of corrosion processes. The regularities of increasing the level of alternating current density in soils with low, medium and high values of corrosion activity are established in the paper. The method of calculation is to determine the current density on the defect of the circular coating, since according to the results of surveys, defects of protective coating of round shape or punctures with a diameter of 0.005 m are most common.

In the normative documentation, the area of the standard defect in the insulation coating is equal to $6,25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ($d = 0,0282 \text{ m}$), in foreign standards, the area of the defect was adopted $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ($d = 0,0112 \text{ m}$). With a constant diameter of the defect in the protective coating, the density of the alternating current will be higher, the less the electrical resistance of the soil. Appropriate calculations have been made to establish the relationship between the level of the UPS, the defect size and the induction current density. The voltage range of the induced alternating current is selected in the range from 1 to 120 V (1, 5, 10, 15, 20 and further in step 10 V), and the dimensions of the defects are selected as follows: 0.005; 0.011287; 0.02; 0.0282; 0.05 and 0.1 m. An area nomogram relationship between the defect in the protective coating and the largest current density in the range induced voltage. At constant current density and soil resistance small defects exposed to corrosion rather than defects in large area, since the current density on a smaller defect will increase. The smaller the defect in the protective coating, the greater the likelihood of corrosion by alternating current. The obtained data will allow to determine the areas of pipelines with high risk of electric shock with an alternating current and to prevent the emergency situations in a timely manner.

Keywords: AC corrosion; induced current density; corrosion activity; electrical conductivity of soil.