

## ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ ТРУБОПРОВІДІВ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ВІД ЗОВНІШНЬОЇ КОРОЗІЇ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто методи захисту трубопроводів теплових мереж та елементів трубопроводів від зовнішньої корозії, порядок застосування засобів захисту та вимоги до захисних антикорозійних покриттів та пристроїв електрохімічного захисту (ЕХЗ), порядок приймання та ремонту захисних антикорозійних покриттів та пристроїв ЕХЗ, правила експлуатації ЕХЗ залежно від способу прокладання теплових мереж, типу теплоізоляційних конструкцій, умов експлуатації.*

**Ключові слова:** корозія, теплові мережі, захисні антикорозійні покриття, електрохімічний захист, блукаючий струм, протекторний захист, електродренажний захист.

### **Abstract**

*The methods of protection of pipelines of heat networks and elements of pipelines against external corrosion, the procedure for applying protective equipment and requirements for protective anti-corrosion coatings and electrochemical protection devices (ECPs), the procedure for accepting and repairing protective anti-corrosion coatings and ECP devices, the rules for the operation of ECPs depending on the method of laying heat pipes are considered. networks, type of thermal insulation structures, operating conditions.*

**Keywords:** corrosion, thermal networks, protective anti-corrosion coatings, electrochemical protection, stray current, protective protection, electrical drainage protection.

### **Вступ**

Трубопроводи теплових мереж підлягають захисту від зовнішньої корозії незалежно від способу прокладання, крім випадків, коли для теплових мереж застосовуються [1, 4]:

- трубопроводи, виготовлені з труб із ВЧКГ;
- трубопроводи у пінополімермінеральній теплоізоляції;
- трубопроводи у пінополіуретановій теплоізоляції;
- трубопроводи у трубі-оболонці з поліетилену високої щільності, обладнані системою оперативно-дистанційного контролю;
- трубопроводи з іншими видами теплоізоляції високої заводської готовності з експлуатаційними властивостями.

До способів прокладання трубопроводів теплових мереж відносяться [2, 4]:

- підземне безканалне прокладання;
- підземне каналне прокладання;
- прокладання трубопроводів у футлярах;
- надземне прокладання.

Для захисту трубопроводів від корозії застосовують такі методи [3, 4]:

- нанесення протикорозійних покриттів на зовнішню поверхню труб;
- електрохімічний захист.

За наявності хоча б одного із критеріїв небезпеки корозії трубопроводів повинен застосовуватися електрохімічний захист у комплексі із захисними покриттями.

### **Результати дослідження**

Для трубопроводів теплових мереж каналного та безканалного прокладання критеріями небезпеки корозії є [5, 9]:

- висока корозійна агресивність ґрунту;
- небезпечний вплив блукаючого постійного струму;
- небезпечний вплив змінного струму.

На трубопроводи теплових мереж, для яких не потрібні заходи протикорозійного захисту, зазначені критерії небезпеки корозії не поширюються.

Для трубопроводів теплових мереж каналного прокладання критеріями небезпеки корозії є [2, 11]:

- наявність води в каналі або занесення каналу ґрунтом, коли вода або ґрунт досягають теплоізоляційної конструкції чи поверхні трубопроводу;
- зволоження теплоізоляційної конструкції вологою, що досягає поверхні труб: крапельної з перекриття каналу або стікає по щитовій опорі, а також потрапляє в теплову камеру через нещільності люків оглядових колодязів і теплових камер.

За наявності води або ґрунту в каналі, які досягають теплоізоляційної конструкції або поверхні трубопроводу, небезпечний вплив постійного струму, що блукає, і змінного струму збільшує швидкість корозії зовнішньої поверхні трубопроводів, що контактує з водою або ґрунтом в каналі.

Корозійна агресивність ґрунту по відношенню до вуглецевих та низьколегованих сталей, з яких виготовляються труби теплових мереж, характеризується двома показниками [5, 7]:

- питомим електричним опором визначеним у польових умовах;
- питомим електричним опором визначеним у лабораторних умовах.

Можливість небезпечного впливу блукаючого постійного струму на діючі підземні сталеві трубопроводи теплових мереж визначається за наявністю змінного за знаком і за величиною зміщення потенціалу трубопроводу по відношенню до його стаціонарного потенціалу (знакозмінна зона) або за наявності тільки позитивного зміщення потенціалу, що змінюється за величиною (анодна зона). Для нового будівництва теплопроводів можливість небезпечного впливу блукаючого постійного струму визначається за наявністю блукаючих струмів у землі [5, 6].

Небезпечний вплив змінного струму промислової частоти на сталеві споруди характеризується або зміщенням середнього потенціалу споруди в негативний бік не менше ніж на 10 мВ стосовно стаціонарного потенціалу, або наявністю змінного струму щільністю більше  $1\text{mA}/\text{cm}^2$  ( $10\text{A}/\text{m}^2$ ).

Як захисні покриття застосовують наступні: лакофарбові, силікатноемальові, органосилікатні, епоксидні, металізаційні, алюмокерамічні [3, 4].

Лакофарбові та силікатноемальові захисні покриття застосовують при будь-яких способах прокладання трубопроводів, при будь-яких видах теплової ізоляції, в будь-яких ґрунтових умовах. Силікатно-емальові захисні покриття відрізняються найбільш високими захисними властивостями в порівнянні з лакофарбовими покриттями і, головним чином, високою термостійкістю. Силікатно-емальові захисні покриття наносяться на труби в заводських умовах [1, 12].

Органосилікатні захисні покриття застосовують при підземному каналному прокладанні трубопроводів, для всіх видів підвісної теплової ізоляції, при температурі теплоносія до  $180^\circ\text{C}$  і відрізняються підвищеною термостійкістю і наносяться на труби в заводських умовах. При температурі теплоносія до  $150^\circ\text{C}$  допускається застосовувати органосилікатні захисні покриття із затверджувачем (природне сушіння). Органосилікатні захисні покриття також рекомендується застосовувати для захисту в польових умовах ділянок зварних стикових з'єднань трубопроводів із захисним покриттям гарячого затвердіння (з термообробкою), а також елементів трубопроводів.

Епоксидні захисні покриття рекомендується застосовувати при підземному каналному прокладанні трубопроводів для всіх видів підвісної теплової ізоляції, при температурі теплоносія до  $150^\circ\text{C}$ . Епоксидні захисні покриття повинні наноситися на труби у базових (стаціонарних) умовах. На ділянки зварних стикових з'єднань та елементи трубопроводів покриття може наноситися у польових умовах [2].

Металізаційні захисні покриття слід застосовувати при підземному каналному та надземному прокладанні трубопроводів, при прокладанні по стінах зовні будівель та в технічних підпіллях, при температурі теплоносія до  $150^\circ\text{C}$ . Металізаційні захисні покриття можуть застосовуватися з усіма видами теплової ізоляції, за умови, що теплова ізоляція має рН не нижче 4,5 і вище 9,5 [3].

Алюмокерамічні захисні покриття застосовують при підземному каналному та безканалному прокладанні, для всіх видів теплової ізоляції, при температурі теплоносія до  $150^\circ\text{C}$ . Алюмокерамічне захисне покриття має наноситися на труби лише у заводських умовах. Покриття наноситься в один шар, товщина якого має бути не менше 0,2 мм. Захист ділянок зварних стикових з'єднань трубопроводів з алюмінієвим захисним покриттям, а також елементів трубопроводів у польових умовах повинен здійснюватися або нанесенням металізаційного алюмінієвого покриття, або нанесенням органосилікатної фарби із затверджувачем [1, 3].

Для трубопроводів із силікатномалеєвими, металізаційними та алюмокерамічними захисними покриттями потрібен подальший захист зварних з'єднань та елементів трубопроводів лакофарбовими покриттями.

Для здійснення електрохімічного захисту трубопроводів від корозії застосовують систему до складу якої входять такі основні засоби [8, 10]:

- системи катодного захисту;
- станції електродренажного захисту;
- установки протекторного захисту.

Системи катодного захисту застосовують [5, 10-12]:

- для трубопроводів підземного безканалного прокладання – при небезпеці ґрунтової корозії або небезпеки корозії блукаючими струмами;
- для трубопроводів підземного каналного прокладання – при рівні затоплення каналу, що досягає нижнього рівня трубопроводів і при небезпеці корозії блукаючими струмами.

Станції електродренажного захисту (поляризовані або посилені електродренажі) застосовують для трубопроводів підземного безканалного прокладання – при небезпеці корозії блукаючими струмами на ділянках зближення або перетину трубопроводів з рейковими шляхами електрифікованого транспорту [8, 9].

Установки протекторного захисту застосовують [3, 10, 12]:

- на ділянках трубопроводів підземного каналного прокладання довжиною до 50-60 м, з розміщенням установок безпосередньо в каналах;
- на ділянках трубопроводів, що прокладені у футлярах, з розміщенням установок на поверхні трубопроводу або теплоізоляційної конструкції.

Як додаткові заходи захисту трубопроводів від корозії можуть застосовуватися такі конструктивні рішення [1-4]:

- видалення траси теплових мереж від рейкових колій електрифікованого транспорту та зменшення кількості перетинів із ними;
- збільшення перехідного опору трубопроводів шляхом застосування електроізолюючих нерухомих та рухомих опор труб;
- збільшення поздовжньої електропровідності трубопроводів шляхом встановлення струмопровідних перемичок на сальникових компенсаторах та на фланцевій арматурі;
- розподіл потенціалів між паралельними трубопроводами шляхом встановлення струмопровідних перемичок.

При надземному прокладанні трубопроводів та їх елементи (наприклад, прямолінійна ділянка, коліно, трійник, конусний перехід, фланець та ін.), а також опорні будівельні конструкції під трубопроводи захищають від корозії нанесенням захисних покриттів. При надземному прокладанні трубопроводів мають бути електрично ізольовані від опорних будівельних конструкцій під трубопроводи. Опір ізоляції, що застосовується, повинен бути не менше 100 кОм на одній опорі. При здійсненні ЕХЗ має бути виключено її шкідливий вплив на сусідні металеві підземні споруди і необхідно здійснити спільний захист трубопроводів [5, 9, 11, 12].

## Висновки

Визначальним критерієм роботоздатності теплової мережі є її конструктивна надійність – один з основних показників якості будь-якої технічної системи, що полягає в її здатності виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні властивості протягом необхідного проміжку часу «життєвого циклу». Відмова теплопроводу, що виявляється в місцевій втраті герметичності стінки труби, трубних деталей або в загальній втраті міцності в результаті руйнування, призводить, як правило, до значного матеріального збитку з можливими непоправними наслідками. Одним із способів запобігання руйнуванню стінки теплопроводу є використання нових високоякісних матеріалів для антикорозійного ізоляційного захисту.

Заходи щодо захисту трубопроводів теплових мереж 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 трубопроводів в експлуатацію. Заходи щодо захисту від корозії теплових мереж, які будуються, передбачено проектом, включають в себе: захисні антикорозійні покриття,

електрохімічний захист, електродренажний захист та протекторний. Засоби захисту від ґрунтової корозії вибирають виходячи з умов прокладання теплопроводу і даних про корозійну активність середовища (ґрунтів і ґрунтових вод) по відношенню до металу трубопроводу з урахуванням техніко-економічних розрахунків. Захист від зовнішньої корозії дозволить ліквідувати не лише економічні збитки, але і попередити техногенні катастрофи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В.А. Теплопостачання: навчальний посібник. / В.А. Ковальчук, Т.С. Мацнева. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
2. Єнін П.М. Теплопостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»). Навчальний посібник. / П.М. Єнін, Н.А. Швачко. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
3. 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.
4. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинний від 2008–10–1]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2008.
5. Ратушняк Г. С. Управління змістом проєктів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
6. 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.
7. Панкевич О. Д. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободяньська, О.В. Титко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 85 с.
8. Слободян Н.М. Організація та технологія проєктування систем теплопостачання та вентиляції: навчальний посібник / Слободян Н.М., Панкевич О.Д., Ободяньська О.І. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 102 с.
9. Аспекти технологічного захисту підземних газопроводів від негативної дії корозії / О.І. Ободяньська, О.О. Мазур, А.С. Бровко // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10796>.
10. Засоби підвищення енергоефективності газових мереж населених пунктів / О.І. Ободяньська, О.А. Іванов // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 253-255. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view/8251>.
11. Підвищення ефективності катодного захисту підземних сталевих газопроводів / О.І. Ободяньська // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ – 2019) (Вінниця, 13-15 березня 2019) –2019 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/6811/5623>
12. Засоби захисту підземних газопроводів від корозії / О.І. Ободяньська, О.І. Коваль // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ – 2019) (Вінниця, 13-15 березня 2019) –2019 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7051>

**Ободяньська Ольга Ігорівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Туркот Максим Леонідович** – студент групи ТГ-23м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: [7oturkot71@gmail.com](mailto:7oturkot71@gmail.com).

**Obodyanska Olha** – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Turcot Maxim** - student group TG-23m of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [7oturkot71@gmail.com](mailto:7oturkot71@gmail.com).