

ВІДГУК

офіційного опонента **Г. М. Никифорчина**
на дисертаційну роботу **Л. І. Ниркової**

“Теоретико-експериментальні засади оцінювання та запобігання корозійному розтріскуванню сталей магістральних газопроводів в умовах їх катодного захисту”,

подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.17.14 – Хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

У дисертаційній роботі вирішено важливу науково-прикладну проблему забезпечення роботоздатності магістральних газопроводів, тривало експлуатованих за сумісної дії механічного навантаження, корозивно-агресивних середовищ та катодного захисту, встановленням механізму і закономірностей корозійного розтріскування сталей за таких умов, що складає основу науково-обґрунтованого підходу до виявлення найнебезпечніших ділянок трубопроводу та їх моніторингу, а також вибору способів попередження корозійно-механічного руйнування.

Актуальність теми. Газотранспортна система України складає основу енергетичної безпеки держави, тому продовження її експлуатації залишається ключовим в реалізації науково-технічного забезпечення роботоздатності існуючої мережі трубопроводів. Однак більша частина трубопроводів вже вичерпала свій плановий ресурс і експлуатується наднормативно. Це істотно підвищує ризик порушення їх цілісності, яке супроводжується не тільки значними економічними збитками, але й негативним впливом на довкілля. Експлуатаційна деградація газопроводів стосується як металу труб, так і ізоляційного протикорозійного покриття, при цьому важливо враховувати ці чинники комплексно, оскільки вони часто взаємопов'язані, особливо в умовах катодного захисту.

Сьогодні вже немає сумніву, що саме корозійно-механічне руйнування є найнебезпечнішим проявом порушення цілісності трубопроводів, в якому важлива роль належить водневому механізму впливу корозивного середовища. У таких випадках катодний захист може інтенсифікувати реалізацію вод-

невого механізму руйнування експлуатаційно деградованого металу трубопроводів.

Таким чином, сукупність низки чинників як складні експлуатаційні умови та старіння металу газопроводів істотно підвищують ризик порушення їх цілісності. Для запобігання цьому та забезпечення подальшої безвідмовної експлуатації трубопроводів необхідні нові науково-обґрунтовані методичні підходи. Їх розробленню присвячена рецензована дисертаційна робота, що свідчить про її високу актуальність.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та

рекомендацій, сформульованих у дисертації. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи Л. І. Ниркової забезпечено чітким формулюванням проблеми, шляхів її вирішення та комплексним підходом при її розв'язанні, зокрема, органічним поєднанням графо-аналітичних методів з експериментальними дослідженнями як в області хімічного опору матеріалів, так і механічної поведінки трубопровідних сталей.

Достовірність отриманих у роботі результатів. Достовірність наукових положень, викладених у дисертації, не викликає сумніву, оскільки теоретичні висновки підтверджуються результатами великого обсягу експериментальних досліджень та забезпечується використанням фундаментальних положень хімічного опору матеріалів та захисту від корозії, коректною постановкою експериментальних досліджень, зіставленням деяких часткових й узагальнених результатів з відомими результатами інших дослідників, застосуванням в експериментальних дослідженнях сучасних засобів вимірювання й оброблення результатів експериментів.

Наукова новизна отриманих в роботі результатів полягає в удосконаленні науково-методичних основ оцінювання роботоздатності магістральних газопроводів завдяки комплексному урахуванню за їх катодного захисту різних експлуатаційних чинників, тривалого терміну експлуатації та хімічного складу трубних сталей, зокрема:

- Розвинуто методологію досліджень схильності трубних сталей до корозійного розтріскування при катодному захисті, яка полягає у врахуванні важливих експлуатаційних чинників, зокрема, накопичені цикли змін напруження, що моделюють тривалу експлуатацію газопроводу, наявність концентратора напружень, захисних покриттів тощо. Сформульовано критерій схильності трубних сталей до корозійного розтріскування: відношення зміни корозивним середовищем відносного звуження $K_S \geq 1,60$.

- Встановлено деструктивну роль водню для сталі X80, яка проявилася у корозійному розтріскуванні за механізмом міжзеренного руйнування, на противагу менш міцній сталі X70. Зазначимо запропонований спосіб оцінювання схильності сталей різної міцності до корозійного розтріскування, заснований на аналізі довжини спадних ділянок кривих розтягу.

- Виявлено чинники, які зумовлюють втрату захисних властивостей полімерних покриттів в умовах катодного захисту. Зокрема, підвищення температури від 20 °C до 50 °C прискорює процес тривалої в часі деградації, а присутність продуктів деградації в корозивному середовищі істотно підвищує схильність сталі до корозійного розтріскування. Таким чином, вперше показано зв'язок між процесами деградації покриття і сталі.

- Вперше встановлено вплив будови приповерхневого шару труби на катодне відшарування поліуретанового та епоксидного покриттів, зокрема, через зниження потенціалу виділення водню. Це додатково вказує на комплексний взаємозв'язок між станами труби та ізоляційного покриття в умовах катодного захисту. Крім того, зазначено різну інтенсивність катодного відшарування у зістареному та вихідному станах. При цьому зниження катодного потенціалу до рівня мінімального захисного сприяє збереженню захисних властивостей полімерними покриттями.

Значимість отриманих у роботі результатів для науки і практики.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає у комплексному розвитку методів оцінювання ризиків та запобігання порушення цілісності тривало

експлуатованих магістральних газопроводів за механізмом корозійного розтріскування в умовах катодного захисту.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у тому, що вони можуть бути використані під час експлуатації трубопроводів, зокрема:

- Розроблено та впроваджено методику визначення корозійно небезпечних ділянок магістральних газопроводів в умовах катодного захисту на основі аналізу даних проектної, виконавчої та експлуатаційної документації і наземного технічного діагностування й лабораторних досліджень. Оцінено ймовірність корозійного розтріскування для низки ділянок магістральних газопроводів України. Показано, що розроблена методика дає можливість коректно визначити ділянки підвищеної небезпеки.

- Розроблено рекомендації щодо комплексного протикорозійного захисту лінійної частини магістральних газопроводів на потенційно корозійно-небезпечних ділянках, які використано в нормативних документах СОУ 60.3-30019801-070, ДСТУ НБ А.3.1-29, зміни № 1 до ДСТУ 4219.

Повнота викладення здобувачем основних результатів

Основні результати дисертації опубліковано в 50 наукових працях. З них 30 статей у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 4 статті без співавторів), з яких 8 статей індексовані міжнародними наукометричними базами; 3 патенти України на винахід, 2 патенти України на корисну модель, 2 нормативних документи у сфері захисту магістральних трубопроводів від корозії, 2 методики, 1 стандарт організації України.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації й автореферату

Виклад матеріалу у роботі має логічну послідовність, науково грамотний, розділи взаємопов'язані та цілком розкривають поставлену мету. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії. Зміст автореферату відповідає змісту

дисертації. Оформлення як дисертаційної роботи, так і автореферату в цілому узгоджене з відповідними вимогами.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. Автор дисертації претендує на авторство у розробленні методу корозійного розтріскування за зміною у корозивному середовищі відносного зсуву при розтягу гладких зразків. Зазначений метод відомий, відзначений, зокрема, і в нормативних документах. Однак це не применшує авторства у встановленні критичного значення коефіцієнту K_S .

2. Незрозуміло, чи встановлений критерій схильності до корозійного розтріскування за показником K_S обмежений певною швидкістю активного навантаження зразка розтягом, чи його можна вважати універсальною у цьому плані характеристикою?

3. Дослідження стадії зародження корозійної тріщини від концентратора напружень (стор. 134-136) виявили міжзеренний характер руйнування, що є нетипово для корозійного розтріскування у середовищі, близькому до нейтрального, на що наголошується в літературному огляді. Цьому факту не дано належного пояснення. Можливо, це специфіка саме стадії зародження тріщини, яка стала за наведених умов «нерозповсюджуваною»? В користь цього припущення однакова довжина тріщини для різних термінів експозиції зразків з концентраторами.

4. Важливий результат підвищення схильності сталі до корозійного розтріскування через підвищення частки крихкого руйнування під впливом продуктів деградації стрічкового покриття (стор. 149-152) не отримав глибшого пояснення з огляду на можливу інтенсифікацію за таких умов наводнювання металу.

5. Викликає сумнів встановлення факту підповерхневої корозії в приповерхневому шарі зразка зі сталі X70 після випробувань в модельному ґрунтовому електроліті. Якщо це дійсно підповерхнева корозія, то необхідний підповерхневий доступ корозивного середовища, що не підтверджено. Однак з

викладеного матеріалу можна допустити і водневе відшарування приповерхневого шару під дією водню високого тиску у створеній мікропорожнині.

6. Зустрічаються невідповідності та неточності при оформленні роботи. Так, державний стандарт заставляє використовувати термін «границя плинності», а не «границя текучості». Треба дотримуватися одного терміну, для прикладу, якщо «напружень», то не «напруг» (стор. 51).

Зроблені вище зауваження не порушують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам:

1. Дисертація Л. І. Ниркової “Теоретико-експериментальні засади оцінювання та запобігання корозійному розтріскуванню сталей магістральних газопроводів в умовах їх катодного захисту” є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові, важливі в науковому і практичному плані результати, які є істотним вкладом у вирішення проблеми забезпечення цілісності транзитних газопроводів за складних експлуатаційних умов.

2. Робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України щодо докторських дисертацій, а її автор – Людмила Іванівна Ниркова заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор,
провідний науковий співробітник відділу
діагностики корозійно-водневої
деградації матеріалів
Фізико-механічного інституту
ім. Г. В. Карпенка НАН України



Г. М. Никифорчин

