

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Віталія Андрійовича Волошина
“Закономірності корозійно-механічного руйнування сталей
трубопровідних систем за статичного, циклічного та кавітаційного
навантажень”,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
зі спеціальності 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії

У дисертаційній роботі вирішено важливе науково-технічне завдання встановлення закономірностей впливу хімічного складу водних середовищ та виду механічного навантаження на опір корозійно-механічному руйнуванню сталей трубопровідних систем та їх зварних з'єднань.

Актуальність теми дослідження. Стальні трубопровідні мережі займають особливе місце в транспортній системі України. Підтримання їх у робочому стані з мінімальним ризиком порушення цілісності елементів конструкцій має важливе значення як з економічної, так і екологічної точок зору. Вони експлуатуються за сумісної дії механічного навантаження та корозивно-агресивних середовищ, тому опір корозійно-механічному руйнуванню сталей часто є головним чинником забезпечення цілісності конструкцій. Під час експлуатації вони зазнають різного роду механічного навантаження, що, з урахуванням дії корозивних середовищ, підвищує ризик корозійно-механічних руйнувань сталей. У дисертаційній роботі показано три види корозійно-механічного руйнування у водних середовищах: корозійно-кавітаційне, корозійно-статичне та корозійно-втомне. Кожен з них відзначається своїми особливостями саме з позицій хімічного опору матеріалів. Їх виявлення, в залежності від складу водних середовищ, визначає актуальність рецензованої дисертаційної роботи як в науковому, так і прикладному плані.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відділі діагностики корозійно-водневої деградації матеріалів Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, де автор дисертації був виконавцем бюджетних науково-дослідних робіт згідно з тематичними планами НАН України, а також у рамках цільової комплексної програми НАН України “Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин” (РЕСУРС) та МОН України, які відповідають напряму дослідження.

Ступінь обґрутованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, їх достовірність. Обґрутованість і достовірність наукових положень та висновків, сформульованих у

дисертаційній роботі В. А. Волошина забезпечено чіткістю поставленої мети та задач для її вирішення.

Достовірність отриманих результатів і сформульованих дисертантом висновків підтверджено:

- використанням сучасних експериментальних методів оцінювання електрохімічних та фізико-механічних властивостей сталей, з використанням підходів хімічного опору матеріалів, захисту від корозії, фізико-хімічної механіки матеріалів;
- значним обсягом експериментальних досліджень;
- застосуванням сучасних засобів вимірювання й оброблення результатів експериментів;
- узгодженням деяких часткових результатів з загальновідомими науковими положеннями;
- обговоренням отриманих результатів досліджень на наукових конференціях і їх цитуванням.

Наукова новизна отриманих в роботі результатів полягає у розвитку наукових положень щодо закономірностей впливу хімічного складу водних середовищ та виду механічного навантаження на опір сталей трубопровідних систем та їх зварних з'єднань корозійно-механічному руйнуванню, зокрема:

- отримано кількісні оцінки впливу кавітаційного навантаження на корозійну втому сталей з обґрунтуванням отриманих ефектів електрохімічними дослідженнями; особливої уваги заслуговують експерименти за сумісної дії циклічного та кавітаційного навантажень;
- вперше встановлено ефективність інгібіторного захисту сталей від корозійно-кавітаційного руйнування йодидними солями алкілзаміщених амонію та хінолінію з виділенням триетиламонію йодиду як найбільш ефективного серед низки досліджених сполук цього класу;
- уточнено механізм корозійно-механічного руйнування сталі 17Г1С у деаерованому водному гідрокарбонатному розчині – водневе окрихчення, спричинене виділенням водню внаслідок реакції відновлення гідрокарбонат-іонів;
- вперше досліджено вплив низки аніонів до базового для ґрунтового середовища водного розчину NaHCO_3 на електрохімічну релаксацію свіжодеформованої поверхні трубної сталі, побудовано залежність між опором зародженню втомної тріщини та зарядом окиснення свіжодеформованої поверхні та на цій основі розвинуто метод прогнозування корозійно-втомної витривалості трубних сталей у гідрокарбонатних водних середовищах;
- вперше встановлено комбінацію чинників, які найінтенсивніше знижують корозійно-циклічну тріщиностійкість зварного з'єднання трубної сталі у розчині NS4, а саме: тривала експлуатація, висока асиметрія циклу навантаження та високий потенціал катодного захисту.

Наукове та практичне значення отриманих у роботі результатів для науки та техніки.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає у результативному комплексному оцінюванні опору корозійно-механічному руйнуванню низьколегованих сталей трубопровідних систем з урахуванням низки чинників: виду механічного навантаження, складу корозивного середовища, експлуатаційної деградації металу зварного з'єднання.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у тому, що вони можуть бути використані під час експлуатації трубопровідних систем для:

- оцінювання можливого порушення цілісності конструкцій через корозійно-механічне руйнування сталей;

- обґрунтування можливості підвищення опору корозійно-кавітаційному руйнуванню сталей інгібіторним захистом;

- оцінювання експрес-методом (за кількістю електрики, витраченої на електрохімічну релаксацію свіжодеформованої поверхні) корозійної агресивності складників водних середовищ за втомного руйнування трубних сталей.

Практична цінність отриманих результатів підтверджена актами впровадження методики оцінювання стану експлуатованих трубних сталей за їх опором корозійно-механічному руйнуванню в УМГ “Прикарпаттрансгаз”, а методики діагностування стану сталей за їх опором втомному руйнуванню – у ТОВ “Порттехексперт”.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота В. А. Волошина складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 172 сторінки (з них 130 сторінок основного тексту) з 58 рисунками, 14 таблицями, бібліографічним списком із 197 найменувань, що відповідає вимогам до обсягів кандидатських дисертацій.

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-технічне завдання – встановлення закономірностей впливу хімічного складу водних середовищ та виду механічного навантаження на опір сталей трубопровідних систем та їх зварних з'єднань корозійно-механічному руйнуванню, а також розроблення методів прогнозування їх корозійно-втомної витривалості та інгібіторного захисту за кавітаційного впливу водних середовищ.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, вказано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету, об'єкт та предмет дослідження, перелічено задачі та методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача та наведено інформацію про апробацію результатів роботи, публікації та структуру дисертації.

У першому розділі автором ґрунтовно наведено аналіз існуючих джерел науково-технічної інформації щодо особливостей корозії та корозійно-механічного руйнування вуглецевих та низьколегованих трубних сталей, а також зварних з'єднань. Проаналізовано чинники, що впливають на ґрунтову та внутрішню корозію трубопроводів. Зосереджено увагу на: механізмі корозійно-кавітаційного руйнування сталей; впливах на процес складу середовища, наводнювання та методів захисту; механізмах та впливах ряду факторів на корозійно-статичне та корозійно-втомне руйнування трубних сталей.

У другому розділі наведено характеристику досліджених матеріалів, корозивних середовищ та інгібіторів, а також детально описано методи, які використовували для досліджень.

Третій розділ включає результати досліджень впливу корозійного чинника на опір сталей корозійно-кавітаційному та корозійно-втомному руйнуванню, у тому числі за сумісної дії з кавітацією та після попереднього кавітаційного навантаження у водогінній воді. Проаналізовано вплив кавітації на електрохімічну поведінку сталі та показано ефективність інгібіторного захисту сталі від корозійно-кавітаційного руйнування при застосуванні триетиламонію йодиду.

У четвертому розділі наведено аналіз експериментальних досліджень впливу складу водного середовища на опір корозійному та корозійно-механічному руйнуванню трубних сталей у водних гідрокарбонатних розчинах різного складу. Запропоновано оцінювати чутливість трубних сталей до впливу середовища за зміною їх пластичності випробуваннями активним деформуванням гладких зразків за низької швидкості деформування $\leq 10^{-7} \text{ с}^{-1}$. Уточнено механізм корозійно-статичного руйнування трубної сталі 17Г1С у гідрокарбонатних водних розчинах, показано, що воно спричинене водневим окрихченням через виділення водню внаслідок відновлення гідрокарбонат-іонів під час реакції катодної деполяризації. Проаналізовано вплив низки аніонів у гідрокарбонатних водних розчинах та циклу асиметрії навантаження на період зародження корозійно-втомної тріщини у сталі 17Г1С. Встановлено кореляційну залежність між періодом зародження корозійно-втомної тріщини та кількістю електрики на окиснення металу свіжодеформованої поверхні, на основі якої можна прогнозування опір ферито-перлітних трубних сталей корозійній втомі у гідрокарбонатних водних розчинах, що імітують ґрунтові середовища, залежно від їх складу.

П'ятий розділ включає результати досліджень впливу тривалої експлуатації на характеристики опору корозії, корозійно-статичному та корозійно-втомному руйнуванню металу зварного з'єднання сталі 17Г1С. Показано зниження корозійної тривкості металу різних зон зварного з'єднання після 30 років експлуатації, а також вищу чутливість до водневого окрихчення експлуатованого металу шва. Виявлено найбільше зниження

корозійно-циклічної тріщиностійкості металу різних зон зварного з'єднання сталі 17Г1С у розчині NS4 за поєднання кількох факторів, а саме, тривалої експлуатації, високої асиметрії циклу навантаження ($R = 0,9$) та катодної поляризації (за потенціалу катодного захисту -0,98 В).

Висновки, зроблені дисертантом з проведених різнопланових досліджень, є обґрутованими та відображають весь обсяг отриманих результатів.

Повнота викладу результатів роботи в наукових фахових виданнях. Основний зміст дисертації викладено та опубліковано у 11 працях, у тому числі 9 – у фахових наукових виданнях, з яких 5 – у міжнародних журналах, що внесені до наукометричних баз і систем, 2 – у збірниках тез конференцій. Матеріали дисертаційної роботи апробовані у вигляді доповідей на п'яти міжнародних конференціях. Повнота викладу основних результатів дисертаційної роботи у фахових виданнях відповідає чинним вимогам. Автореферат дисертації повністю відображає основні положення дисертації.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації й автореферату. Виклад матеріалу логічно послідовний, науково грамотний, розділи взаємопов'язані та повністю розкривають мету роботи. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії. Зміст автореферату відповідає змісту дисертації. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату відповідає чинним вимогам.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. У роботі виявлено відсутність кореляції між характеристиками опору сталі виразковій корозії та втратою пластичності методом повільного навантаження, що може бути пов'язане з недостатньою тривалістю експозиції у корозивному середовищі за такого методу випробувань. Тому доцільно було б провести триваліші експерименти за нижчої швидкості навантаження для вияснення участі анодного розчинення на початковій стадії корозійно-статичного руйнування трубних сталей у водних середовищах.

2. Автор стверджує, що зародження корозійно-втомної тріщини у сталі за дії водного середовища контролює швидкість утворення захисних плівок, а поширення тріщини – водневий механізм впливу середовища, однак роль поверхневих плівок у поширенні тріщини не вказана.

3. Експерти часто пов'язують аварійні відмови магістральних газопроводів із розвитком корозійно-механічних тріщин у зоні термічного впливу осьових зварних з'єднань. Чому у роботі досліджували тріщиностійкість і електрохімічні властивості кільцевого зварного з'єднання?

4. Наведені в п'ятому розділі дисертації дані щодо електрохімічних властивостей металу різних зон зварного з'єднання у депасиваційному розчині сульфатної кислоти складно застосовувати до реальних умов експлуатації, за яких можуть утворюватися щільні поверхневі плівки.

5. Під час електрохімічних досліджень використовували тільки малу швидкість розгортки потенціалу. Було б цікаве її збільшення та застосування циклічної вольтамперометрії для уточнення механізму корозії за використання різних інгібіторів.

6. Зустрічаються описки та неточності при оформленні роботи. Зокрема, “потенціалц” (дисертація, с. 139), “параметр λ знижується до 18,7...” (автореферат, с. 16), хоч він зростає, тощо.

Зроблені вище зауваження не заперечують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам:

1. Дисертація В. А. Волошина “Закономірності корозійно-механічного руйнування сталей трубопровідних систем за статичного, циклічного та кавітаційного навантажень” є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові, важливі в науковому і практичному плані результати, які є істотним вкладом у вирішення науково-технічного завдання оцінювання опору сталей трубопровідних систем корозійно-механічному руйнуванню з урахуванням виду механічного навантаження та складу корозивного середовища.

2. Робота відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12, 13 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (із внесеними змінами), щодо кандидатських дисертацій, а її автор – Віталій Андрійович Волошин заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Офіційний опонент,
завідувач навчально-наукової лабораторії
кафедри хімії і технології неорганічних речовин
Національного університету “Львівська політехніка”
МОН України,
кандидат технічних наук

I. П. Мерцало

Підпис I. П. Мерцало засвідчує:

Вчений секретар
Національного університету
“Львівська політехніка” МОН України
к.т.н., доц.



Р. Б. Брилинський