

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи Харченко Юлії Олексіївни за темою «Закономірності корозійного розтріскування в умовах катодного захисту трубної сталі тривало експлуатованого магістрального газопроводу», поданої на здобуття наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю «132 Матеріалознавство» у галузі знань «13 Механічна інженерія»

В дисертаційній роботі виконано актуальне науково-практичне завдання – встановлено закономірності корозійного розтріскування у модельному ґрунтовому електроліті NS4 в нормованому ДСТУ 4219 діапазоні захисних потенціалів від -0,750 до -1,050 В трубної сталі контрольованої прокатки 10Г2ФБ (Х70) магістрального газопроводу після тривалої експлуатації.

Актуальність роботи.

Перші дослідження стану труб після тривалої експлуатації магістральних газопроводів на території України проведені фахівцями Інституту електрозварювання в 2000 роках на трубах з нормалізованих та гарячекатаних сталей. Відзначено, що труби зберігають працездатність, а визначені відхилення показників від нормованих значень обумовлені недосконалістю технологій виготовлення труб і металу, що застосовувалися раніше. В окремих дослідженнях показано, що сталь контрольованої прокатки проявляє тенденцію до зниження з часом експлуатації показників міцності. Оскільки ця сталь широко застосовувалася в 80-х роках минулого століття для спорудження потужних магістральних газопроводів, які характеризуються підвищеною небезпекою протяжних руйнувань, подальші дослідження таких труб, особливо після тривалої експлуатації, є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Результати дисертаційної роботи пов'язані з такими науковими програмами:

- відомче замовлення НАН України «Розроблення теоретично-експериментальних основ підвищення опірності крихкому та корозійному розтріскуванню магістральних трубопроводів та інших споруд шляхом забезпечення відповідних властивостей зварних з'єднань» (№ держреєстрації 0122U001188, 2022-2024 рр.);
- цільової програма наукових досліджень НАН України «Науково-технічні проблеми моніторингу стану, оцінювання і подовження ресурсу конструкцій, обладнання та споруд тривалої експлуатації» («РЕСУРС-3») «Дослідження

ступеня зміни властивостей труб магістрального газопроводу після тривалої експлуатації та розроблення методології оцінювання його роботоздатності» (№ держреєстрації 0121U110555, 2021 р.).

Наукова новизни отриманих результатів:

1. Розширено теоретичні уявлення щодо корозійного розтріскування тривало експлуатованої сталі ферито-перлітного класу контрольованої прокатки 10Г2ФБ (X70) за катодної поляризації у модельному ґрунтовому електроліті NS4, яке полягає у визначенні в нормованому діапазоні захисних потенціалів від -0,750 В до -1,050 В механізму корозійного розтріскування та схильності до корозійного розтріскування. Виявлено звуження ширини змішаного діапазону потенціалів корозійного розтріскування залежно від тривалості експлуатації: для неексплуатованої труби – 0,368 В, для експлуатованих упродовж 20 та 40 років – 0,219 та 0,160 В. Коефіцієнти схильності до корозійного розтріскування K_s за потенціалу -1,05 В збільшуються з тривалістю експлуатації та становлять, відповідно, 1,10, 1,25, 1,53.

2. Вперше встановлено, що схильність до електролітичного наводнювання у модельному ґрунтовому електроліті NS4 труб зі сталі 10Г2ФБ після експлуатації упродовж 40 років у нормованому ДСТУ 4219 діапазоні захисних потенціалів не більше порівняно зі схильністю до наводнювання металу труби, що не була в експлуатації.

3. Встановлено, що корозійна тривкість сталі контрольованої прокатки 10Г2ФБ (X70) не змінюється впродовж тривалої експлуатації. За десятибальною шкалою корозійної тривкості у розчині NS4 сталь відноситься до групи «стійка» – швидкість корозії від 0,05 до 0,1 мм/рік.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Удосконалено методологію оцінювання стану металу труб магістральних газопроводів на лінійних ділянках після тривалої експлуатації, а саме розширено перелік показників, за якими здійснюється оцінювання стану трубопроводу, зокрема швидкість корозії, потенціал корозії, схильність до корозійного розтріскування та електролітичного наводнювання за катодної поляризації. Застосування запропонованої методології дозволить встановити можливі зміни властивостей та розробити уточнений висновок щодо стану металу труб після тривалої експлуатації.

2. Встановлено тенденцію зміни механічних властивостей зі сталі контрольованої прокатки 10Г2ФБ (X70) під час експлуатації труб: зростання показників міцності (σ_B , σ_T) впродовж 20 років експлуатації з наступним зменшенням за збільшення тривалості експлуатації до 40 років та зменшенням

показників пластичності (δ_5 , KCV^{-15} та ψ) із наступним зростанням за аналогічного періоду експлуатації. Ця тенденція корелює з даними інших вчених для сталі 17Г1С та збільшення імовірності числа руйнувань з терміном експлуатації.

3. Встановлено, що для магістрального газопроводу після 430 років експлуатації корозійне розтріскування за механізмом водневого окрихчення, який найнебезпечний, починається за потенціалів, від'ємніших -1,080 В, що нижче за абсолютним значенням максимального захисного -1,050 В. Подальша безпечна експлуатація магістральних газопроводів можлива за умов суворого дотримання вимог стандартів щодо рівня катодного захисту.

4 Удосконалена методологія застосована під час дослідження причин руйнування магістральних газопроводів ТОВ «Оператор газотранспортної системи України» у 2021-2022 р.р.

Особистий вклад здобувача.

В роботах, опублікованих в співавторстві, дисертанту належить участь у постановці задач, проведенні експерименту, обговоренні отриманих результатів та формуванні висновків.

Повнота викладення результатів роботи в наукових виданнях.

За темою дисертації зроблено 16 публікацій, з них 2 статті у наукових фахових виданнях України, 4 статті у періодичних наукових фахових виданнях, що включені до міжнародної накометричної бази Scopus, 9 тез виступів на наукових конференціях та 1 стаття за матеріалами конференції, що індексується в базі Scopus.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Ниркова Л. І., Гончаренко Л. В., Борисенко Ю. В., Харченко Ю. О. Особливості локальної корозії зварного з'єднання трубної сталі X70, обумовленої його електрохімічною гетерогенністю. Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design. Technical Science Series. 2020. 148(4), 117-129. <https://doi.org/10.30857/1813-6796.2020.4.11>.

2. Nyrkova L.I., Klymenko A.V., Goncharenko L.V., Osadchuk S.O., Kovalenko S.Yu., Kharchenko Yu.O., Lavrenyuk V.V. Influence of electrolytic hydrogenation on stress-corrosion cracking of X70 steel and pipes of long-term exploited main gas pipeline. Journal of hydrocarbon power engineering. 2023. 10(1), 15-24. [https://doi.org/10.31471/2311-1399-2023-1\(19\)-15-24](https://doi.org/10.31471/2311-1399-2023-1(19)-15-24).

Статті у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах WoS або Scopus, статті у Q1—Q3

1. Nyrkova L. I., Rybakov A. O., Goncharenko L.V., Osadchuk S. O., Klymenko A. V., Kharchenko Yu. O. Investigation of welded joints of long-term operated gas pipeline controllable rolled X70 steel. FME Transactions. 2023. Vol. 51. No 1. P. 71-80. <https://doi.org/10.5937/fme2301071N>.
2. Nyrkova L., Lisovyi P., Gonchasrenko L., Osadchuk S., Kharchenko Y., Klymenko A., Kostin V. Investigation of stress-corrosion cracking of welded joint of H70 steel under cathodic polarization in near neutral environment. Zastita Materijala. 2023. 64(1), P. 96-106. <https://doi.org/10.5937/zasmat2301096N>.
3. Nyrkova L. I., Rybakov A. O., Goncharenko L.V., Osadchuk S. O., Kharchenko Yu.O. Analysis of the causes of fracture of the main gas pipeline. Zastita materijala. 2023. 64(2). P177-186. <https://doi.org/10.5937/zasmat2302177N>.
4. Nyrkova L. I., Osadchuk S. O., Goncharenko L.V., Rybakov A. O., Kharchenko Yu. O. Influence of long-term operation on the properties of main gas pipeline steels. A review. Physics and Chemistry of Solid State. 2024. V. 25, No. 1. P. 191-202. <https://doi.org/10.15330/pcss.25.1.191-202>.

Матеріали конференцій

1. Nyrkova L., Osadchuk S., Goncharenko L., Harchenko Yu., Klymenko A. Study of electrochemical properties of long-term operated gas pipeline pipes made of controllable rolling steel. XVI International Conference «Problems of corrosion and corrosion protection of materials» (Corrosion-2022). ABSTRACT BOOK. November 15–16. 2022. Lviv, Ukraine. P. 27. https://www.ipm.lviv.ua/corrosion2022/Book_abstract_Corrosion2022-site.pdf
2. Харченко Ю.О., Ниркова Л.І., Осадчук С.О. Дослідження впливу технологічного чинника на електрохімічні властивості низьколегованої трубної сталі. VIII науковий семінар студентів, аспірантів і молодих учених «Прикладні аспекти електрохімічного аналізу». Львів, 12-14 жовтня 2022. Збірник тез. С. 34. https://chem.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/10/abstracts_applied_aspects_2022.pdf
3. Лісовий П.Е., Ниркова Л.І., **Харченко Ю.О.** Корозія від напруження зварного з'єднання зі сталі X70 в умовах електрохімічного захисту. VIII науковий семінар студентів, аспірантів і молодих учених «Прикладні аспекти електрохімічного аналізу». Львів, 12-14 жовтня, 2022. Збірник тез. С. 24 https://chem.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/10/abstracts_applied_aspects_2022.pdf
4. Ниркова Л.І., Осадчук С.О., **Харченко Ю.О.** Дослідження корозійного розтріскування та катодного захисту тривало експлуатованої трубної сталі X70.

Всеукраїнська науково-технічна конференція «*НАУКА І МЕТАЛУРГІЯ*» 22-24 листопада, Дніпро. Збірник тез. 2022. С. 57-58. DOI: 10.52150/2522-9117-2022-conferens

5. Ниркова Л., Осадчук С., **Харченко Ю.**, Гончаренко Л., Клименко А. Корозійно-механічна міцність при катодному захисті металу труб тривалоексплуатованого магістрального газопроводу. Конференція «*Зварювання та технічна діагностика для відновлення економіки України*» 17 листопада, Київ. Збірка тез. 2022. С. 52.

6. **Kharchenko Yu.**, Nyrkova L., Goncharenko L. Comparative studies of stress-corrosion cracking of long-term operated main gas pipeline pipe and storage pipe made of X70 steel. *International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface*. Abstract book. 2023. P.151-154. <https://www.msse.org.ua/2023/09/09/comparative-studies-of-stress-corrosion-cracking-of-long-term-operated-main-gas-pipeline-pipe-and-storage-pipe-made-of-x70-steel/>

7. Ниркова Л.І., Клименко А.В., Харченко Ю.О., Лавренюк В.В. Дослідження електролітичного наводнювання сталі X70 та труби тривалоексплуатованого магістрального газопроводу. *Сучасне матеріалознавство. Матеріали та технології. СММТ-2023*. Збірник тез. С.46. <https://www.imp.kiev.ua/mmsmt/wp-content/uploads/2023/10/%D0%A1%D0%9C%D0%9C%D0%A2-2023-%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D1%82%D0%B5%D0%B7-1.pdf>

8. Nyrkova L., Osadchuk S., **Kharchenko Yu.**, Goncharenko L., Klymenko A., Kostin V., Rybakov A. Comparative studies of stress-corrosion cracking of long-term exploited and storage pipes of X70 steel of main gas pipeline. Mechanical technologies and structural materials. *CONFERENCE PROCEEDINGS*. 2023. P. 233-242. ISSN 1847-7917 (**Conference paper, SCOPUS**) http://www.strojarska-tehnologija.hr/img/pdf/Conference_Proceedings_MTSM_2023.pdf

9. **Kharchenko Yu.O.**, Nyrkova L.I. Peculiarities of stress-corrosion cracking of X70 steel of long-term exploited and storage pipes of main gas pipeline. IX Науковий семінар студентів, аспірантів і молодих учених «*Прикладні аспекти електрохімічного аналізу*». 2024. Збірник тез. С.20.

10. Ниркова Л.І., Гончаренко Л.В., **Харченко Ю.О.**, Коваленко С.Ю. Корозійні, електрохімічні та корозійномеханічні властивості сталі тривалоексплуатованого магістрального газопроводу в модельному ґрунтовому електроліті. *Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry*. Збірник наукових праць за матеріалами конференції 22 травня 2024. ISBN 978-617-7763-42-9. С. 96-97.

ВИСНОВОК

Виходячи з аналізу вищенаведених робіт, можна зробити висновок про успішне виконання встановлених вимог щодо необхідної кількості наукових публікацій перед представленням дисертаційної роботи Харченко Ю.О. до захисту, а також про достатню повноту наукових і практичних результатів в опублікованих працях.

Розглянута дисертаційна робота Харченко Юлії Олексіївни за темою: «Закономірності корозійного розтріскування в умовах катодного захисту трубної сталі тривало експлуатованого магістрального газопроводу», є завершеною науково-дослідницькою роботою, яка за своєю актуальністю, науковою новизною, важливістю отриманих результатів та висновків, їх практичною цінністю відповідає вимогам, встановленим КМУ №44 від 12 січня 2022 р. «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Робота містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які мають певне науково-практичне значення в галузі матеріалознавства, базується на достатній кількості наукових публікацій, не містить текстових запозичень без посилання на джерело (плагіату), і може бути прийнята до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

Голова семінару:

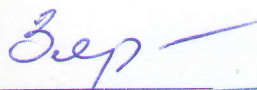
д.т.н., професор
завідувач відділу №29
ІЕЗ ім. Є.О. Патона
НАН України



Світлана МАКСИМОВА

Секретар семінару:

к.т.н., ст.н.с.
завідувач відділу №26
ІЕЗ ім. Є.О. Патона
НАН України



Ігор ЗЯХОП

