

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВОДНЮВАННЯ ТА ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ТРІЩИНІСТІЙКІСТЬ І СПРОТИВ КОРОЗІЙНОМУ РУЙНУВАННЮ ТРУБНИХ СТАЛЕЙ

Валерій Макаренко<sup>1</sup>, Володимир Гоц<sup>2</sup>, Юлія Макаренко<sup>3</sup>, Володимир Піпа<sup>4</sup>,  
Ольга Войтович<sup>5</sup>, Володимир Азутів<sup>6</sup>

<sup>1,5</sup> Херсонський національний технічний університет  
24, Бериславське шосе, Херсон, 73008, Україна

<sup>2,4,6</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури  
31, Повітрофлотський проспект, Київ, 03037, Україна

<sup>3</sup> Університет Манітоби, Вінніпег, Манітоба, Канада

<sup>1</sup> докт. техн. наук, green555tree@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9178-9657

<sup>2</sup> докт. техн. наук, gots.vi@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0001-7702-1609

<sup>3</sup> магістр, green555tree@gmail.com, orcid.org/0000-0003-1252-4231

<sup>4</sup> канд. техн. наук, pipa.vv@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0003-4646-1083

<sup>5</sup> канд. техн. наук, olgavoytovich@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0510-4362

<sup>6</sup> канд. техн. наук, azutov.vp@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0003-3071-367X

DOI: 10.32347/2524-0021.2024.46.20-27

**Анотація.** Уперше в роботі проведені системні та комплексні експериментальні дослідження впливу терміну експлуатації трубопроводів на поглинання трубними сталлями водню, який, як відомо, спричиняє окрихчення металу. У зв'язку з цим різко підвищується мікротвердість структури, а також погіршуються параметри тріщиностійкості трубних сталей. Як додатковий критерій впливу водню можна використовувати коефіцієнт інтенсивності напружень  $K_{IC}$ , який характеризує потенціальну здатність металу чинити спротив крихким руйнуванням. Криві температурної залежності коефіцієнта  $K_{IC}$  ілюструють зміну в'язкості сталі, спричинену структурними перетвореннями при термообробці і подальшим впливом розчиненого водню на структуру металу в процесі тривалої експлуатації трубопроводів в корозійно-агресивних середовищах, зокрема тих, що використовуються в системах водопостачання та водовідведення. Відомо, що коефіцієнт  $K_{IC}$  дуже чутливий до зміни структури, тобто являє собою локальний параметр тріщиностійкості, який потрібно враховувати при проектуванні та розрахунку трубопроводних конструкцій. Додатковим дослідженням встановлена залежність руйнування трубних сталей марки 06Г2БА з урахуванням попередніх напружень від  $0,3\sigma_T$  до  $0,9\sigma_T$ . Найбільш високим спротивом руйнуванню характеризуються ненапружені трубні сталі, тобто попередні напруження сталевих зразків послаблюють тріщиностійкість металу. Додаткові дослідження сульфідного корозійного руйнування згідно з методикою NACE надали можливість визначити схильність трубних сталей до корозійного руйнування. Найбільш високою корозійною стійкістю характеризуються сталі 06Г2БА і 08ХМЧА.

**Ключові слова:** корозія сталі, деформація, тріщина, крихке руйнування, наводнювання металу.

### ВСТУП

Згідно проведеним дослідженням і інформації з чисельних літературних джерел [1-20], надійність трубних конструкцій підземних систем водопостачання визначається багатьма факторами чи їх сполученнями.

Однак насамперед, слід наголосити на тих факторах, які суттєво провокують розвиток корозійних руйнувань.

Відомо [17], що до 74% аварій трубопроводів водопостачання спричиняють корозійні процеси. Ліквідація наслідків аварій

трубопроводів приводить до значних трудових і матеріальних витрат.

Практика будівництва трубопровідних конструкцій показує, що в нашій країні переважає відкритий спосіб зведення водоводів, в той час як в передовій зарубіжній практиці 95% усіх робіт, пов'язаних з прокладкою підземних комунікацій, проводиться безтраншейним способом.

Розробка технологічних і організаційних робіт, які дозволяють підвищити довговічність підземних конструкцій водопостачання та тунельних колекторів і споруджень з них, а значить забезпечити безаварійність їх експлуатації, подовжити міжремонтні періоди – важлива умова підвищення терміну експлуатації систем водопостачання.

Враховуючи вищевикладене і в зв'язку з хімічно-біологічною агресивністю транспортованих середовищ, нами була зроблена спроба системного і комплексного дослідження корозійно-механічної стійкості конструкційних сталей різних марок з метою визначення можливості застосування їх для зведення підземних систем водопостачання. Особливу увагу присвячено дослідженню впливу економного модифікування таких сталей мікродомішками ванадію, ніобію, церію, молібдену на корозійно-механічну стійкість та тривалу втомленість (міцність) металу.

**Мета роботи** – експериментальні дослідження впливу наводнювання металу і терміну експлуатації підземних водоводів на корозійно-механічну стійкість і тривалу втомленість трубних сталей та пошук шляхів підвищення їх робочого (експлуатаційного) ресурсу.

### МЕТОДИКА ТА КРИТЕРІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

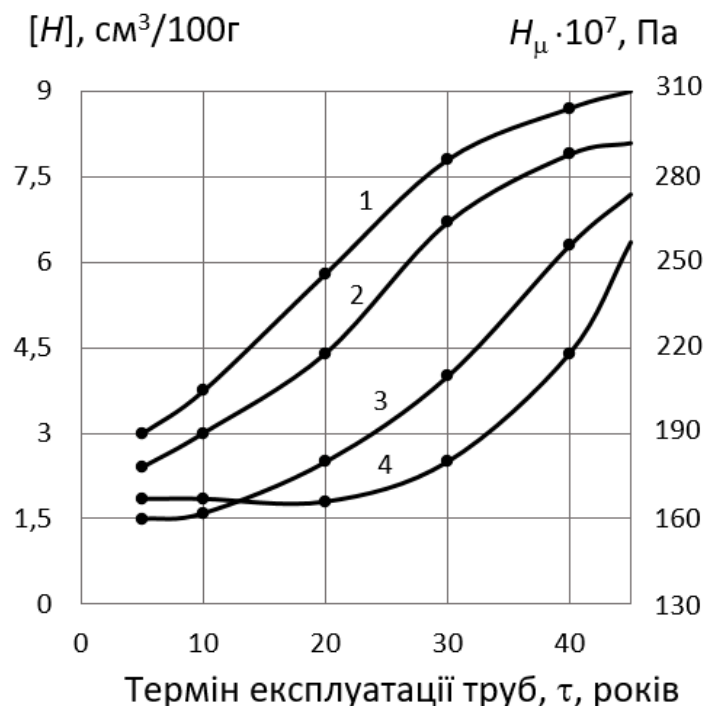
Методика дослідження корозійно-механічної тріщиностійкості детально викладена в роботах [1-4, 6-9,12-18]. В якості матеріалів використовували дослідні сталі економно модифіковані ніобієм, церієм, ванадієм, молібденом, хромом, азотом, зокрема 06Г2БА, 08ХМЧА, а також промислові сталі 09Г2С, 17Г1С, ВСт3сп, 10 і 20. Механічні

випробування проводили на установці моделі “1251” фірми “Інстрон” (Великобританія). З урахуванням того, що сірка і кисень спричиняють сульфідне розтріскування труб, які експлуатуються в агресивному середовищі, проводили додаткове дослідження зразків на сульфідне розтріскування за методикою відповідно стандарту NACE ТМ -01-77 (3). В якості модельного середовища використано насичений сірководневий розчин з додаванням 5% NaCl і 0,5% оцтової кислоти. При цьому вміст  $H_2S$  складав 50 г/л. Початкове значення рН дорівнювало 3,8, кінцеве – 4,1. Визначення вмісту водню в зразках трубних сталей здійснювалось методом вакуум-плавки на установці “Геркус” (Німеччина).

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

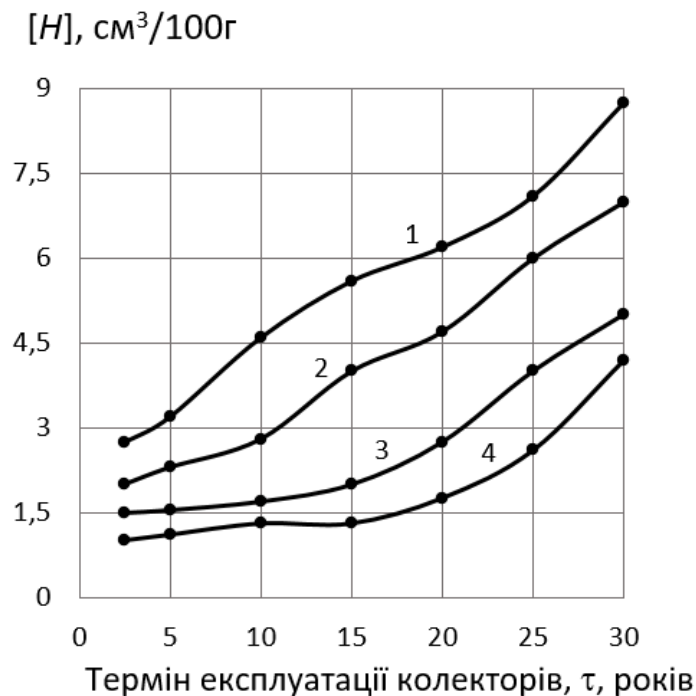
На рис.1 наведені графіки залежності вмісту водню в трубних сталях від їх терміну експлуатації. Видно, що особливо різко наводнювання відбувається після 15-20 років експлуатації трубних конструкцій. Причому, найбільш стійкими проти наводнювання виявилися економно модифіковані ніобієм і церієм сталі 06Г2БА і 08ХМЧА. Матеріалом труб служила сталь 06Г2БА і 08ХМЧА. Також з графіків видно, що одночасно з наводнюванням зростає мікротвердість  $H_c$  приблизно в 1,5...2 рази. Аналогічні результати наведені на рис. 2, де показані графіки залежностей вмісту водню від терміну експлуатації труб водопостачання колекторів.

Із рис.2 видно, що до найбільшого наводнювання схильні труби із сталі марки 10, потім 20. В той же час стійкими до наводнювання виявилися трубні сталі економно модифіковані, зокрема 06Г2БА і 08ХМЧА. На нашу думку, це можна пояснити тим, що сталі 06Г2БА і 08ХМЧА характеризуються дрібнозернистою, дуже ущільненою структурою, яка, в свою чергу, містить невелику кількість неметалевих включень і шкідливих газів (кисню, сірки та ін.), що знижує коефіцієнт дифузії водню в сталях.



**Рис. 1.** Залежність вмісту водню  $H$  і мікротвердості за Роквеллом трубних сталей від терміну експлуатації підземної системи водопостачання: 1 – сталь 10; 2 – сталь 20; 3 – 08ХМЧА; 4 – 06Г2БА

**Fig. 1.** Dependence of  $H$  hydrogen content and Rockwell microhardness of pipe steels on the operational life of the underground water supply system: 1 – steel 10; 2 – steel 20; 3 – 08 KhMChA; 4 – 06G2BA



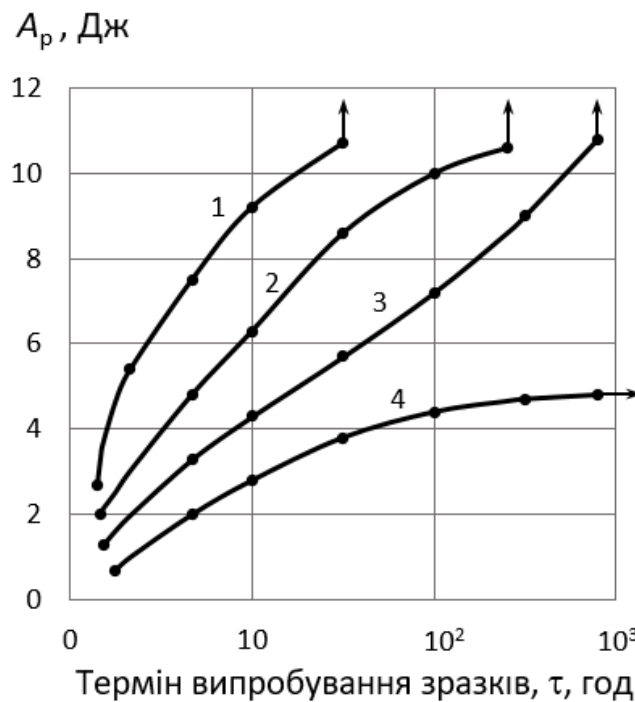
**Рис. 2.** Залежність вмісту водню в трубах підземного водопостачання від терміну експлуатації сталей: 1 – сталь 10; 2 – сталь 20; 3 – 08ХМЧА; 4 – 06Г2БА

**Fig. 2.** Dependence of hydrogen content in underground water supply pipes on the service life of steels: 1 – steel 10; 2 – steel 20; 3 – 08 KhMChA; 4 – 06G2BA

Як відомо [1,2,11-14], водень розчинюється в міжвузлях кристалічної решітки. В залежності від типу кристалічної решітки змінюється рухомість атомів водню, зокрема модифіковані сталі церієм, хромом, ванадієм, молібденом, ніобієм в присутності нітридів різко знижують рухомість водню (коефіцієнт дифузії)  $D_H$  знижується до величини  $D_H = 5 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$  (сталь 08ХМЧА), а для сталі марки 10  $D_H = 4 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$  [11,12]. Слід зауважити, що деякі модифіковані добавки, наприклад церій, мають велику хімічну спорідненість до водню, утворюючи хімічно міцні сполуки, що сприяє уповільненню дифузії водню в структурі трубних сталей. Експерименти показали, що із зміцненням сталей екзотичними добавками як Nb, Ce, Y, V, Mo дифузія водню різко уповільнюється (до 4-5 раз). Із збільшенням

вмісту вуглецю росте концентрація карбідної фази, в якій водень практично не розчиняється і відповідно зменшується феритна складова що приводить до зменшення розчинності водню. Це одночасно спричиняє зростання спротиву і веде до передчасного руйнування сталевих (трубних) конструкцій.

На рис.3 представлені графіки, які характеризують залежність роботи руйнування ( $A_p$ ) від терміну випробувань зразків підземних трубопроводів з термінами експлуатації приблизно 10 років і при вмісті водню в трубних сталях в середньому  $60 \text{ см}^3/100 \text{ г}$  з попереднім напруженням від  $0,3 \cdot \sigma_T$  до  $0,9 \cdot \sigma_T$ . Помітним є суттєвий вплив попереднього напруження зразків на величину енергії руйнування, зокрема чим більші значення напружень на зразок, тим потрібна невелика енергія для їх руйнування.



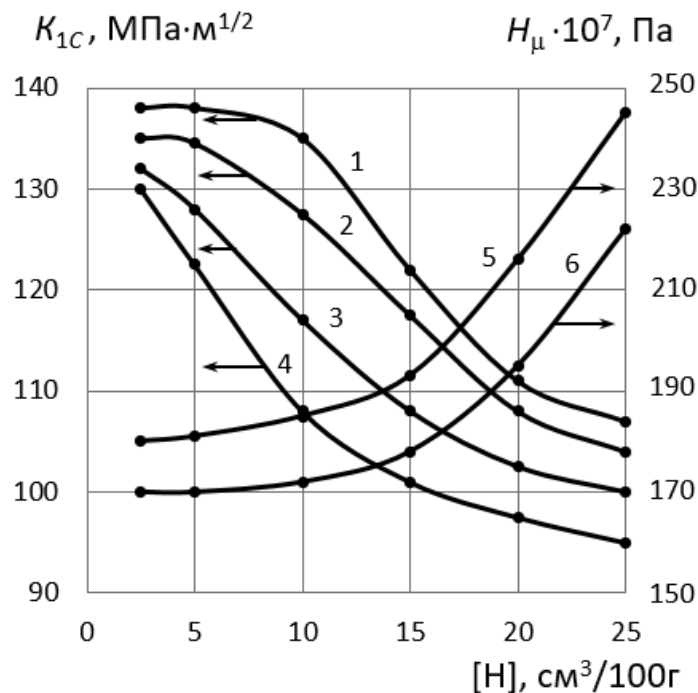
**Рис. 3.** Залежність роботи руйнування  $A_p$  (Дж) від терміну випробувань зразків сталей трубопроводів водопостачання, експлуатованих 10 років, при вмісті водню  $60 \text{ см}^3/100\text{г}$  і попередньо напружених: 1 –  $0,9\sigma_T$ ; 2 –  $0,6 \sigma_T$ ; 3 –  $0,3 \sigma_T$ ; 4 – не напружені. Сталь 06Г2БА. Позначення: ↑ – зразки зруйнувалися; → – зразки зняти без руйнування

**Fig. 3.** Dependence of the work of destruction of  $A_R$  (J) on the test period of samples of steel water supply pipelines, operated for 10 years, with a hydrogen content of  $60 \text{ cm}^3/100\text{g}$  and pre-stressed: 1 –  $0,9\sigma_T$ ; 2 –  $0,6 \sigma_T$ ; 3 –  $0,3 \sigma_T$ ; 4 - not tense. Steel 06G2BA. Meaning: ↑ – samples have collapsed; → – remove samples without destruction

На рис.4 наведені графіки залежності параметрів тріщиностійкості ( $K_{1C}$  і  $H_{\mu}$ ) від вмісту водню в трубних сталях. Помітно, що з ростом вмісту водню параметр  $K_{1C}$  (коефіцієнт концентрації напружень) різко зменшується, а мікротвердість  $H_{\mu}$  збільшується, що добре узгоджується з даними, відомими з літератури [13,14], а також з вищенаведеними по тексту.

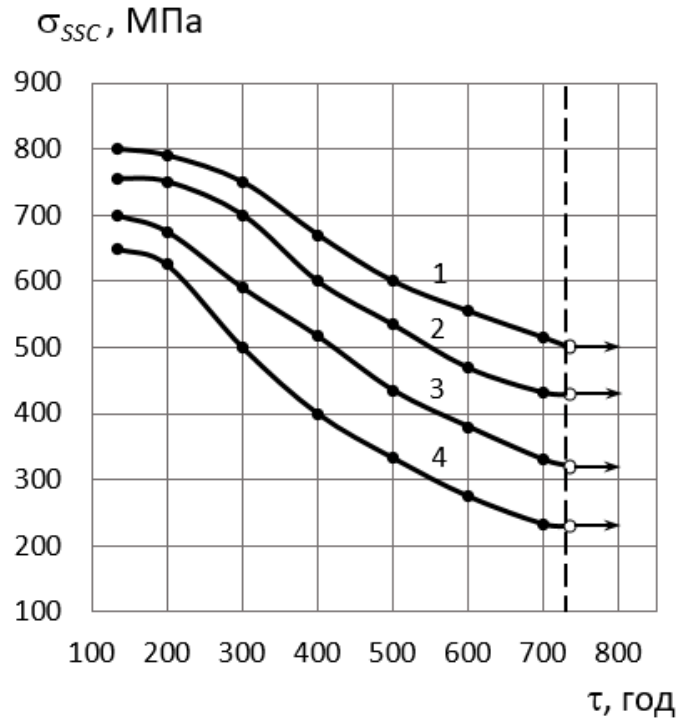
Проводилися також експерименти дослідження схильності трубних сталей до сульфідного розтріскування під напруженням, для чого виготовляли зразки діаметром 60 мм з-за невеликої товщини стінки труби

(розміри труби 620x8мм). Залежності  $\sigma_{SSC} - \tau$  (рис. 5) будували за мінімальними значеннями часу до руйнування, оскільки використання середніх значень  $\tau$  не допустимо через необхідність гарантованої працездатності трубопроводів в технологічних середовищах, які можуть містити сірководень. Видно, що найбільшим спротивом СКРН-руйнуванню характеризуються сталі, в склад яких входять мікродобавки церію і ніобію. Крім того, такі домішки знижують чутливість сталей до пітингоутворення, що приводить до розгерметизації підземної водно-транспортної системи.



**Рис. 4.** Графіки залежності показників тріщиностійкості ( $K_{1C}$  і  $H_{\mu}$ ) від вмісту водню в трубних сталях: 1 – 06Г2БА; 2 – 08ХМЧА; 3 – 17Г1С; 4 – 09Г2С; 5 – ВСт3сп; 6 – сталь 10; стрілки показують до якої осі відносяться графіки

**Fig. 4.** Graphs of dependence of crack resistance indicators ( $K_{1C}$  and  $H_{\mu}$ ) on hydrogen content in pipe steels: 1 – 06G2BA; 2 – 08 KhMChA; 3 – 17G1S; 4 – 09G2C; 5 – VSt3sp; 6 – steel 10; arrows show which axis the graphs belong to



**Рис. 5.** Схильність до сульфідного корозійного розтріскування під напруженням зразків трубних сталей з різними термінами випробування: 1 – 06Г2БА; 2 – 08ХМЧА; 3 – 17Г1С; 4 – 09Г2С

**Fig. 5.** Tendency to sulfide corrosion cracking under stress of pipe steel samples with different test periods: 1 – 06Г2БА; 2 – 08 KhMChA; 3 – 17G1S; 4 – 09Г2С

## ВИСНОВКИ

Таким чином, вищенаведені результати експериментальних досліджень дозволили зробити такі висновки.

1. Уперше проведені системні дослідження впливу водню та терміну експлуатації на параметри тріщиностійкості металу  $K_{1C}$  і  $H_{IC}$ , що дозволило визначити марки сталей, які характеризуються високим спротивом проти утворення та розповсюдження тріщин, зокрема економно модифіковані ніобієм, молібденом і церієм дослідні сталі марок 06Г2БА і 08ХМЧА.

2. Спеціальними дослідженнями встановлена схильність до сульфідного корозійного руйнування під напруженням зразків трубних сталей в залежності від терміну випробувань згідно вимог Міжнародної асоціації корозійників NACE. Найбільш корозійностійкими в сульфідному середовищі NACE виявилися економно модифіковані сталі 06Г2БА і 08ХМЧА, які рекомендуються використовувати для будівництва

відповідальних конструкцій типу трубопроводів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Макаренко В. Д., Гоц В. І., Савенко В. І., Владимиров О. В., Макаренко Ю. В.** Експериментальні дослідження кінетики росту тріщин та несучої здатності трубних сталей підземних систем водовідведення // Опір матеріалів і теорія споруд: Вип. 110. 2023, С. 469-482.
2. **Макаренко Ю. В., Савенко В. І., Горлач О. М., Задорожнікова О.В., Чигиринець О. Е., Победа С. С.** Дослідження кінетики росту тріщин під дією статичних і динамічних навантажень трубних сталей в корозійно-агресивному середовищі NACE // Опір матеріалів і теорія споруд: Вип. №110. 2023, С. 520-532.
3. **TM0177-2016-SG**, Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H<sub>2</sub>S Environments. URL: <https://store.ampp.org/tm0177-2016>
4. **Okada T., Hattori S.** Relation Between Concentration of Salt Water and Corrosion Fatigue Strength on 0.37 Percent Carbon Structural Steel //



Journal of Engineering Materials and Technology, 1985. 107(3), 235-239.

5. **Макаренко В. Д., Крижанівський Є. І., Чернов В. Ю.** Проблеми корозійної стійкості промислових трубопроводів // Нафтова і газова промисловість, 2002. 6. С.42-44.

6. **Самойленко М. І.** Функціональна надійність трубопроводів транспортних систем// Харків: ХНАМП, 2009. 184 с.

7. **Насоніна Н. Г., Антоненко С. Є.** Аналіз пошкодженості водопровідних і каналізаційних мереж // Сучасне промислове та цивільне будівництво, 2019. 15(1), С. 23-34.

8. **Макаренко В. Д., Гоц В. І., Аргатенко Т. В. і ін.** Дослідження аварійних трубопроводів // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, 2022. 40, С. 31-43

9. **Bridoux D., Perdrix C., Lafrance M., Provou Y.** Développement de nouveaux aciers à hautes caractéristiques pour transport de gaz et de pétrole acides. Revue de Métallurgie, 1988. 85(5), 425-436.

<https://doi.org/10.1051/metal/198885050425>

10. **Чапля О., Радкевич О., П'ясецький О., Спектор Я.** Порівняльний аналіз корозійно-механічних властивостей вітчизняної сталі 20ЮЧ з іноземними аналогами // Машинознавство, 1999. 8. С. 52-56.

11. **Радкевич О., Чумало Г., Доминюк І. і ін.** Основні закономірності наводнювання та поверхневого пухиріння трубної сталі в сірководневих середовищах // Фіз.-хім. механіка матеріалів, 2004. Спец. вип. 4(1). С. 446-449.

12. **Tyson W. R.** Hydrogen Embrittlement and Hydrogen Dislocation Interactions // Corrosion, 1980. 36(8). Pp. 441-443.

13. **Ford F. P.** Stress Corrosion Cracking // Advances in Corrosions Science, 2002, 1. Parkins R.N. Ed., Applied Science Publishers, London, 2002.

14. **Kawakubo T., Hishida M.** Elastic-Plastic Fracture Mechanics Analysis on Environmentally Accelerated Cracking of Stainless Steel in High Temperature Water. Journal of Engineering Materials and Technology, 1985. 107(3), 240-245. <https://doi.org/10.1115/1.3225810>

15. **Макаренко В. Д.** Експериментальні випробування трубопроводів // Ніжин:НДУ ім. Миколи Гоголя, 2020. 543 с.

16. **Макаренко В. Д., Стогній О. В., Гоц В. І. і ін.** Полігонні випробування газопроводів: монографія // Ніжин: НДУ ім. М.Гоголя, 2023. 160 с.

17. **Макаренко В. Д., Білик С. І., Чигиринець О. Е. і ін.** Кінетика тріщино утворення в сталевих конструкціях. Київ: НУБіП України, 2023. 248 с.

18. **Мешков Ю. Я.** Физические основы разрушения стальных конструкций // Киев: Наукова думка, 1981. 284 с.

19. **Карпенко Г. В., Литвин А. К., Ткачев В. И., Сошко А.И.** К вопросу о механизме водородной хрупкости //Физ.-хим. механика материалов, 1973, 4. С.6-12.

20. **Петров Л. Н., Сопрунюк Н. Г.** Коррозионно-механическое разрушение металлов и сплавов. Киев: Наукова думка, 1988. 488 с.

## REFERENCES

1. **Makarenko, V. D., Gots, V. I., Savenko, V. I., Vladimirov, O. V., & Makarenko, Yu. V. (2023).** Experimental studies of crack growth kinetics and bearing capacity of steel pipes of underground water distribution systems. *Strength of Materials and Theory of Structures*, 110, 469-482. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.110.469-482>

2. **Makarenko, Y., Savenko, V., Gorlach, O., Zadorozhnikova, I., Chygyrynets', O., & Pobeda, S. (2023).** Research of the kinetics of crack growth under the action of static and cyclic loads of pipe steel in a NACE corrosion-aggressive environment. *Strength of Materials and Theory of Structures*, 110, 520-532. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.110.520-532>

3. **NACE TM0177-SG (2016)** *Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H<sub>2</sub>S Environments*. Retrieved from <https://store.amp.org/tm0177-2016>

4. **Okada T., Hattori S. (1985).** Relation Between Concentration of Salt Water and Corrosion Fatigue Strength on 0.37 Percent Carbon Structural Steel. *Journal of Engineering Materials and Technology*, 107(3), 235-239. <https://doi.org/10.1115/1.3225809>

5. **Makarenko, V. D., Kryzhanivskiy, E. I., & Chernov, V. Yu. (2002).** Problems of corrosion resistance of industrial pipelines. *Oil and gas industry*, 6. 42-44. [in Ukrainian]

6. **Samoilenko, M. I. (2009).** *Functional reliability of pipeline transport systems*. Kharkiv: KhNAMP. [in Ukrainian]

7. **Nasonkina, N. G., & Antonenko, S. E. (2019)** Damage analysis of water and sewer networks. *Modern industrial and civil construction*, 15(1). 23-34. [in Ukrainian]

8. **Makarenko, V., Gots, V., Makarenko, Y., Arhatenko, T., & Polishchuk, V. (2022).** Research of accidents pipelines. *Problems of Water Supply, Sewerage and Hydraulic*, 40, 31-43. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.40.31-43>

9. **Bridoux, D., Perdrix, C., Lafrance, M., & Provou, Y. (1988).** Développement de nouveaux aciers à hautes caractéristiques pour transport de gaz et de pétrole acides. *Revue de Métallurgie*, 85(5), 425-436. <https://doi.org/10.1051/metal/198885050425>
10. **Chaplya, O., Radkevich, O., Pyasetsky, O., & Spektor, Y. (1999).** Rival analysis of corrosion-mechanical properties of 20YuCh laminated steel with foreign analogues. *Mashinoznavstvo*, 8. 52-56. [in Ukrainian]
11. **Radkevich, O., Chumalo, H., & Dominyuk, I. (2004).** The main regularities of waterlogging and surface blistering of pipe steel in hydrogen sulfide environments. *Phys.-chem. mechanics of materials*, 4(1). 446-449. [in Ukrainian]
12. **Tyson, W. R. (1980).** Hydrogen Embrittlement and Hydrogen-Dislocation Interactions. *Corrosion*, 36(8). 441-443. <https://doi.org/10.5006/0010-9312-36.8.441>
13. **Ford, F. P. (2002).** Stress Corrosion Cracking. *Advances in Corrosions Science*, 1. Parkins R.N. Ed., Applied Science Publishers, London.
14. **Kawakubo, T., Hishida, M. (1985).** Elastic-Plastic Fracture Mechanics Analysis on Environmentally Accelerated Cracking of Stainless Steel in High Temperature Water. *Journal of Engineering Materials and Technology*, 107(3), 240-245. <https://doi.org/10.1115/1.3225810>
15. **Makarenko, V. D. (2020).** *Experimental testing of pipelines*. Nizhyn: NSU named after Mykola Gogol. [in Ukrainian]
16. **Makarenko, V. D., Stognii, O. V., & Gots, V. I. (2023).** *Polygon tests of gas pipelines: monograph*. Nizhyn: NSU named after Mykola Gogol. [in Ukrainian]
17. **Makarenko, V. D., Bilyk, S. I., & Chigyrnets, O. E. (2023).** *Kinetics of crack formation in steel structures*. Kyiv: NULES of Ukraine. [in Ukrainian]
18. **Meshkov, Yu. Ya. (1981).** *Physical foundations of the collapse of steel structures*. Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian]
19. **Karpenko, G. V., Lytvyn, A. K., Tkachev, V. I., & Soshko, A. I. (1973)** On the question of the mechanism of hydrogen embrittlement. *Phys.-chem. mechanics of materials*, 4. 6-12. [in Russian]
20. **Petrov, L.N., & Soprunyuk, N.G. (1988).** *Corrosion-mechanical destruction of metals and alloys*. Kyiv: Scientific opinion. [in Russian]

### **Experimental research of the influence of irrigation and duration of exploitation on crack resistance and corrosion destruction resistance of pipe steel**

*Valery Makarenko, Volodymyr Gots, Yulia Makarenko, Volodymyr Pipa,  
Olga Voytovych, Volodymyr Azutov*

**Abstract.** For the first time in the work, systematic and comprehensive experimental studies of the influence of the service life of pipelines on the absorption of hydrogen by pipe steels, which is known to cause embrittlement of the metal, were carried out. In this regard, the microhardness of the structure increases sharply, and the crack resistance parameters of pipe steels also deteriorate. As an additional criterion for hydrogen exposure, the stress intensity factor  $K_{IC}$  can be used, which characterizes the potential ability of a metal to resist brittle fracture. The curves of the temperature dependence of the  $K_{IC}$  coefficient illustrate the change in the viscosity of steel caused by structural transformations during heat treatment and the subsequent effect of dissolved hydrogen on the metal structure during long-term operation of pipelines in corrosive and aggressive environments, in particular those used in water supply and drainage systems. It is known that the  $K_{IC}$  coefficient is very sensitive to changes in the structure, that is, it is a local parameter of crack resistance that must be taken into account when designing and calculating pipeline structures. Additional studies established the dependence of the destruction of pipe steels of the 06G2BA brand, taking into account the preliminary stresses from  $0.3\sigma_T$  to  $0.9\sigma_T$ . Unstressed pipe steels are characterized by the highest resistance to destruction, that is, previous stresses of steel samples weaken the crack resistance of the metal. Additional studies of sulphide corrosion destruction according to the NACE methodology provided an opportunity to determine the susceptibility of pipe steels to corrosion destruction. Steels 06 G2BA and 08HMChA are characterized by the highest corrosion resistance.

**Key words:** steel corrosion, deformation, crack, brittle failure, metal flooding.

*Стаття надійшла до редакції 04.03.2024*