

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003593

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-07-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Венгринюк Олег Ігорович

2. Oleh I. Venhryniuk

Кваліфікація: аспірант, 113

Ідентифікатор ORCID ID: ORCID ID: 0000-0001

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 113

Назва наукової спеціальності: Прикладна математика

Галузь / галузі знань: математика та статистика

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 113 Прикладна математика

Дата захисту: 25-08-2026

Спеціальність за освітою: Прикладна математика

Місце роботи здобувача: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 02jv3ux22

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Phd 15825

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 02jv3ux22

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 02jv3ux22

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.09.81.15, 30.19, 30.19.29

Тема дисертації:

1. Розвиток розрахунково-експериментальних методів оцінювання деградації сталей магістральних газопроводів за транспортування ними водню
2. Development of computational and experimental methods for assessing the degradation of steels of gas transmission pipelines for hydrogen transportation

Реферат/анотація:

1. У дисертаційній роботі розроблені математичні моделі та розрахунково-експериментальні методи оцінювання деградації сталей магістральних газопроводів за їх тріщиностійкістю під час транспортування ними водню. Проаналізовано чутливість механічних властивостей сталі 17Г1С магістрального газопроводу у вихідному та експлуатованому 38 років на магістральному газопроводі станах до наводнювання з різною інтенсивністю. Виявлено значно вищу схильність експлуатованої сталі до водневого окрихчення за стандартних випробувань на розтяг електролітично наводнених зразків, ніж сталі у вихідному стані, яка чутлива до дії водню лише за випробування зразків поперечної до осі труби орієнтації та високої інтенсивності наводнювання. На основі встановлених закономірностей впливу інтенсивності наводнювання

та швидкості механічного навантаження на характеристики тріщиностійкості сталі, визначених методом J-інтеграла, обґрунтовано доцільність використання низької швидкості навантаження для оцінювання в'язкості руйнування металу за дії водню, щоб забезпечити умови для його дифузії у зону передруйнування. Зниження швидкості навантаження на два порядки від стандартної суттєво підвищило чутливість показників тріщиностійкості сталі до дії водню. Обґрунтовано критерій досягнення граничного стану сталі магістрального газопроводу за параметром тріщиностійкості в умовах його перепрофілювання на транспортування водню на основі встановлених закономірностей впливу водню та швидкості механічного навантаження на характеристики тріщиностійкості сталі, а також розрахунку коефіцієнтів інтенсивності напружень у вершинах можливих, але невиявлених під час технічного діагностування, тріщиноподібних дефектів у стінці труби залежно від їх геометрії та тиску водню. На цій основі розроблено розрахунково-експериментальний метод оцінювання деградації сталі експлуатованого магістрального газопроводу за дії водню. Продемонстровано, що у типовому діапазоні робочого тиску 3,5–7,5 МПа зниження тріщиностійкості сталі після 38 років експлуатації на трубопроводі не виходить за допустимі межі. Розроблено обчислювальну модель для прогнозування розподілу концентрації водню у металі стінки труби у часі з використанням фізико-інформованих нейронних мереж, яка забезпечує високу точність прогнозування. Розроблено нові математичні моделі прогнозування тріщиностійкості сталей магістральних газопроводів, які враховують концентрацію в них водню і їх експлуатаційну деградацію. У розроблені моделі інтегрований розв'язок рівнянь дифузії водню для реальних параметрів трубопроводу, що дає змогу прогнозувати, як змінюватиметься статична тріщиностійкість сталей магістральних газопроводів залежно від концентрації в них водню з урахуванням їх деградації під час експлуатації. Отримані у дисертації результати є основою для оцінювання роботоздатності сталей магістральних газопроводів за умов транспортування водню, а також для розроблення критеріїв їх безпечної експлуатації з урахуванням деградації сталей та впливу водню.

2. In the dissertation, mathematical models and computational and experimental methods for assessing the degradation of gas transmission pipeline steels in terms of fracture toughness under hydrogen transportation conditions have been developed. The sensitivity of the mechanical properties of 17H1S steel from a gas transmission pipeline in both the as-received and in-service steels was analysed under tensile testing after hydrogen charging of varying intensity. The operating steel was found to be significantly more susceptible to hydrogen embrittlement during standard tensile tests of electrolytically hydrogen pre-charged specimens than the steel in the as-received state, which was sensitive to the action of hydrogen only when testing specimens oriented transverse to the pipe axis and with high hydrogen charging intensity. Based on the established regularities of the influence of hydrogen charging intensity and mechanical loading rate on the characteristics of the crack growth resistance of the steel, determined by the J-integral method, the feasibility of using a low loading rate to assess the fracture toughness of the metal under the action of hydrogen is substantiated in order to provide conditions for its diffusion into the fracture process zone. A decrease in the loading rate by two orders of magnitude from the standard one significantly increased the sensitivity of the crack growth resistance indicators of the steel to the action of hydrogen. The criterion for achieving the limit state of the steel of the gas main pipeline in terms of the crack growth resistance parameter under the conditions of its repurposing for hydrogen transportation is substantiated on the basis of the established regularities of the influence of hydrogen and the rate of mechanical loading on the characteristics of the crack growth resistance of the steel, as well as the calculation of the stress intensity factors at the tip of possible crack-like defects in the pipe wall, which did not detected during technical diagnostics, depending on their geometry and hydrogen pressure. On this basis, a computational and experimental method for assessing the degradation of a steel of an operated gas main pipeline under the action of hydrogen has been developed. It has been demonstrated that in the typical operating pressure range of 3.5–7.5 MPa, the decrease in the fracture toughness of the steel after 38 years of operation on the pipeline does not exceed the permissible limits. A computational model has been developed to predict the distribution of hydrogen concentration in the metal of the pipe wall over time using physics-informed neural networks, which provides high prediction accuracy. New mathematical models have been developed for predicting the fracture toughness of steels of gas main pipelines, which take into account the concentration of hydrogen in them and their operational

degradation. The developed models integrate the solution of hydrogen diffusion equations for real pipeline parameters, which makes it possible to predict how the static fracture toughness of steels of gas main pipelines will change depending on the concentration of hydrogen in them, taking into account their degradation during operation. The results obtained in the dissertation are the basis for assessing the serviceability of steels of gas main pipelines under hydrogen transportation conditions, as well as for developing criteria for their safe operation, taking into account the degradation of steels and the influence of hydrogen.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0121U108961; 0124U000911; 0123U103425

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:
- 1. Venhryniuk O., Zvirko O. Modeling of hydrogen-induced fracture toughness degradation of pipe steel. Scientific Journal of TNTU. 2025. Vol. 120, No 4. P. 120–129. DOI: 10.33108/visnyk_tntu2025.04.120.
- 2. Venhryniuk O., Zvirko O. Application of physics-informed neural networks for modeling hydrogen distribution in gas pipeline wall. Advances in Science, Technology and Innovation. 2025. P. 209–214. DOI: 10.1007/978-3-032-00373-7_28 (Scopus).
- 3. Венгринюк О. І., Звірко О. І. Обґрунтування критерію граничного стану сталей газопроводів за їх перепрофілювання для водню. Наукові нотатки. 2025. № 84. С. 145–150. DOI: 10.36910/775.24153966.2025.84.23.
- 4. Zvirko O. I., Tsyulnyk O. T., Venhrynyuk O. I., Nykyforchyn H. M. Sensitivity of the J-integral method for estimating the hydrogen embrittlement of ferritic-pearlitic pipe steel. Strength of Materials. 2024. Vol. 56. Article No 104534. P. 928–935. DOI: 10.1007/s11223-024-00704-x (Scopus, Web of Science Core Collection; квартиль Q3).
- 5. Zvirko O., Nykyforchyn H., Krechkovska H., Tsyulnyk O., Hredil M., Venhryniuk O., Tsybailo I. Evaluating hydrogen embrittlement susceptibility of operated natural gas pipeline steel intended for hydrogen service. Engineering Failure Analysis. 2024. Vol. 163, Part A. Article No 108472. 16 p. DOI: 10.1016/j.engfailanal.2024.108472 (Scopus, Web of Science Core Collection; квартиль Q1).
- 6. Zvirko O., Tsyulnyk O., Venhryniuk O., Nykyforchyn H. Hydrogen related issues at hydrogen transport via existing gas pipelines. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. 2025. Part F230. P. 210–219. Book Chapter. DOI: 10.1007/978-3-031-85390-6_21 (Scopus, Web of Science Core Collection).
- 7. Nykyforchyn H. M., Zvirko O. I., Tsyulnyk O. T., Venhryniuk O. I. Assessing hydrogen embrittlement of gas pipeline steels using fracture mechanics approaches. International Applied Mechanics. 2025. Vol. 61. P. 207–211. DOI: 10.1007/s10778-025-01346-5 (Scopus, Web of Science Core Collection; квартиль Q3).
- 8. Zvirko O. I., Tsyulnyk O. T., Krechkovska H. V., Hredil M. I., Nykyforchyn H. M., Venhryniuk O. I., Tsybailo I. O. The influence of the structural-mechanical state of the gas transit pipeline steel on the susceptibility to hydrogen embrittlement. Materials Science. 2024. Vol. 60, No 1. P. 20–26. DOI: 10.1007/s11003-024-00845-z (Scopus, Web of Science Core Collection; квартиль Q3).
- 9. Zvirko O.I., Tsyulnyk O.T., Krechkovska H.V., Venhryniuk O.I., Nykyforchyn H.M. The influence of the crack morphology caused by delaminations in the operated ferrite-pearlite steel on its fracture toughness.

Materials Science. 2025. Vol. 60, No 6. P. 729–735. DOI: 10.1007/s11003-025-00943-6 (Scopus, WoS; квартиль Q3).

- 10. Nykyforchyn H., Tsyrlunyk O., Venhryniuk O., Zvirko O. Techniques for investigation of hydrogen influence on fracture toughness and embrittlement of pipeline steels. *Procedia Structural Integrity*. 2024. Vol. 59. P. 125–130. DOI: 10.1016/j.prostr.2024.04.019 (Scopus).
- 11. Nykyforchyn H., Tsyrlunyk O., Krechkovska H., Hredil M., Venhryniuk O. The effect of in-service degradation of X52 gas pipe steel on fracture toughness of hydrogenated specimens evaluated by the J-integral method. *Procedia Structural Integrity*. 2025. Vol. 68. P. 861–867. DOI: 10.1016/j.prostr.2025.06.142 (Scopus).
- Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:
- 12. Venhryniuk O. I., Zvirko O. I. Predicting hydrogen distribution in steel pipes using physics-informed neural networks. *Advanced & Novel Technologies – Interdisciplinary Collaboration in Materials Science (ANTICM-2025)*: збірка матеріалів міжнародної науково-технічної конференції [Електронний ресурс], 25–27 лютого 2025 р., м Запоріжжя, Україна. Редкол. В.А. Шаломєєв (відпов. ред.). Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С. 13. ISBN 978-617-529-513-7.
- 13. Венгринюк О. І., Демянчук Д. О., Бартошевський Д. П., Штойко І. П., Курнат І. М. Вплив наводнювання на розподіл концентрації водню по товщині стінки труби з урахуванням деградації металу. Актуальні проблеми інженерної механіки: матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції, 5–7 червня 2024 р., м. Одеса, Україна. За заг. ред. М. Г. Сур'янінова. Одеса: ОДАБА, 2024. С. 33.
- 14. Венгринюк О., Звірко О. Застосування фізико-інформованих нейронних мереж для моделювання наводнювання стінки труби газопроводу [Електронний ресурс]. Математичні проблеми механіки неоднорідних структур: збірник наукових праць 11-ої Міжнародної наукової конференції, 24–26 вересня 2024 р., м Львів, Україна. За заг. ред. Р. М. Кушніра і Ю. В. Токового. Львів: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України. 2024. Вип. 6. С. 213–214.
- 15. Никифорчин Г. М., Звірко О. І., Цирульник О. Т., Венгринюк О. І., Греділь М. І., Кречковська Г. В., Цибайло І. О. Оцінювання водневої крихкості сталей газопроводів з використанням підходів механіки руйнування. Матеріали Міжнародної наукової конференції “Актуальні проблеми механіки” до 145-річчя від дня народження С. П. Тимошенка [Електронний ресурс], 14–16 листопада 2023 р., Київ, Дніпро, Львів, Харків. С. 404–405. ISBN 978-617-95378-0-6.
- 16. Tsyrlunyk O., Nykyforchyn H., Venhryniuk O., Zvirko O. Hydrogen effect on fracture toughness of post-operated pipeline steel. Матеріали та технології в інженерії (МТІ-2024): інженерія, матеріали, технології, транспорт: збірник наукових доповідей міжнародної конференції, 14–16 травня 2024 р., м. Луцьк, Україна. Упоряд.: О. Повстяной, О. Залета, Б. Валецький, Р. Полінкевич. Луцьк: Вежа-Друк, 2024. С. 38–40. ISBN 978-966-940-566-1.
- 17. Никифорчин Г., Звірко О., Цирульник О., Венгринюк О. Особливості застосування підходів механіки руйнування для оцінювання водневої крихкості експлуатованих трубних сталей. Матеріали п Міжнародної науково-технічної конференції «Прикладна механіка», 6–7 червня 2024 р., м. Тернопіль, Україна. Тернопіль: ТНТУ, 2024. С. 193–195. ISBN 978-617-7875-80-1.
- 18. Nykyforchyn H., Tsyrlunyk O., Krechkovska H., Hredil M., Venhryniuk O. The effect of in-service degradation of X52 gas pipe steel on fracture toughness of hydrogenated specimens evaluated by the J-integral method. *Book of Abstracts of 24nd European Conference on Fracture – ECF24*, 26–30 August, 2024, Zagreb, Croatia. Eds: Z. Bozic, Z. Domazet, R. Basan, et al. P. 403. ISBN 978-953-7738-91-4.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U108961; 0124U000911; 0123U103425

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Звірко Ольга Іванівна
2. Olha I. Zvirko

Кваліфікація: д. т. н., професор, чл-кор.НАН України, 05.02.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6973-6804

Додаткова інформація: Scopus ID: 6506011494; Web of Science Researcher ID: K-7117-2013;
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/746596>; Google Scholar:
<https://scholar.google.com/citations?user=7euERC4AAAAJ&hl=uk>

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 02jv3yx22

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кулик Володимир Володимирович
2. Volodymyr V. Kulyk

Кваліфікація: д.т.н., доц., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5999-3551

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56738918700>;
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/K-6544-2017>

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дорошенко Ярослав Васильович

2. Yaroslav V. Doroshenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.15.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5853-3286

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216755620>

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сапужак Ярослав Ігорович

2. Yaroslav I. Sapuzhak

Кваліфікація: д. філософ, 113

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211686651&origin=resultslist>

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 02jv3ux22

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чепіль Ольга Ярославівна

2. Olha Y. Chepil

Кваліфікація: д. т. н., с.д., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4916-819X

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=22033835700>

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка

Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 02jv3ux22

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Долінська Ірина Ярославівна

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Долінська Ірина Ярославівна

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Корній Валентина Василівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна