Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004315

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-08-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сов'як Іванна Миколаївна

2. Ivanna M. Sov'yak

Кваліфікація: 113

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5742-9551

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: 27-08-2026

Спеціальність за освітою: 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: 02jv3yx22

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16772

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

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: 02jv3yx22

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.17.19, 83.03.51, 30.19

Тема дисертації:

1. Розрахунково-експериментальна модель прогнозування впливу концентрації водню у металі на довговічність трубопроводу із тріщиноподібними дефектами

2. Computational–Experimental Model for Predicting the Effect of Hydrogen Concentration in Metals on the Structural Integrity of Pipelines with Crack-Like Defects

Реферат/анотація:

1. Дисертаційну роботу присвячено математичному моделюванню та розрахунково-експериментальному прогнозуванню впливу концентрації водню в металі на залишкову довговічність трубопроводу з тріщиноподібним дефектом. Актуальність дослідження зумовлена тим, що під час тривалої експлуатації трубопроводів для транспортування воденьвмісних середовищ у їх стінках виникають тріщиноподібні дефекти, розвиток яких може призвести до аварійного руйнування окремих ділянок трубопроводу. У роботі сформульовано розрахунково-експериментальну модель оцінювання залишкової довговічності трубопроводу з внутрішньою півеліптичною тріщиною з урахуванням концентрації водню в металі. Модель поєднує розрахунок напружено-деформованого стану в околі дефекту, математичний опис дифузії та

пасткування водню в трубній сталі, експериментальне визначення характеристик її циклічної тріщиностійкості залежно від концентрації водню та розрахунок періоду росту втомної тріщини до критичного розміру, який визначає залишкову довговічність трубопроводу. Побудовано тривимірну скінченно-елементну модель фрагмента трубопроводу з внутрішньою півеліптичною тріщиною під дією внутрішнього тиску. У пружно-пластичній постановці визначено поля гідростатичних напружень та еквівалентної пластичної деформації. Встановлено, що найбільш небезпечна зона формується вздовж контуру тріщини, а максимальні гідростатичні напруження виникають поблизу її вершини внаслідок перерозподілу напружень у пластично деформованій зоні. Показано, що зі зростанням внутрішнього тиску збільшуються максимальні значення гідростатичних напружень і пластичних деформацій, а геометрія тріщини істотно впливає на їх локалізацію. Розроблено математичну модель оцінювання концентрації водню в трубній сталі, у якій загальна концентрація визначається як сума дифузійно-рухомого та пасткованого водню. Дифузію описано з урахуванням впливу гідростатичних напружень, а пасткування – на основі моделі Оріані із врахуванням взаємозв'язку густини пасток з еквівалентною пластичною деформацією. Встановлено формування неоднорідного розподілу водню з локальним максимумом поблизу тріщини. Показано, що зі зростанням внутрішнього тиску збільшується внесок пасткованого водню в сумарну концентрацію, що підвищує небезпеку водневого окрихчення металу та прискорює розвиток тріщиноподібного дефекту. Експериментально встановлено закономірності впливу концентрації водню в металі на характеристики циклічної тріщиностійкості трубної сталі. Показано, що зі збільшенням концентрації водню зменшуються порогові та критичні значення розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень, а швидкість росту втомної тріщини зростає. На основі розрахункових та експериментальних результатів розроблено модель прогнозування залишкової довговічності трубопроводу, яка визначає період росту тріщини до критичного розміру залежно від внутрішнього тиску, геометрії дефекту та концентрації водню в металі. Виконано параметричний аналіз впливу цих чинників на кількість циклів до досягнення тріщиною критичного розміру. Встановлено, що зі зростанням внутрішнього тиску від 8 до 20 МПа залишкова довговічність зменшується у 6–8 разів, зміна параметра форми тріщини a/c може знижувати її до 3 разів, а за концентрації водню 5–6 ppm – на 85–95 % порівняно з початковим рівнем. Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні розрахунково-експериментального підходу до оцінювання залишкової довговічності трубопроводів із внутрішніми півеліптичними тріщинами з урахуванням концентрації водню, внутрішнього тиску та геометрії дефекту. Запропоновано математичну модель визначення розподілу дифузійно-рухомого, пасткованого та сумарного водню в трубній сталі з урахуванням напружено-деформованого стану і моделі Оріані. Встановлено кількісні закономірності впливу концентрації водню на параметри циклічної тріщиностійкості трубної сталі та залишкову довговічність трубопроводу. Практичне значення роботи полягає у створенні розрахунково-експериментальної моделі, яка дає змогу прогнозувати залишкову довговічність трубопроводів з тріщиноподібними дефектами за умов дії воденьвмісного середовища з урахуванням внутрішнього тиску, концентрації водню в металі та геометричних параметрів тріщини. Результати роботи використано в ТОВ НВПІІ «УКРТРУБОІЗОЛ» під час прогнозування тривалої експлуатації трубопроводів у заданих умовах та для вдосконалення технологій виготовлення труб великого діаметра, що сприяє підвищенню якості продукції й обґрунтуванню нових технічних вимог.

2. The dissertation is devoted to mathematical modelling and computational-experimental prediction of the influence of hydrogen concentration in metal on the residual durability of a pipeline with a crack-like defect. The relevance of the study is determined by the fact that long-term operation of pipelines transporting hydrogen-containing media leads to the formation of crack-like defects, whose propagation may cause catastrophic pipeline failure. A computational-experimental model for assessing the residual durability of a pipeline with an internal semi-elliptical crack is proposed. The model combines stress-strain analysis in the crack vicinity, mathematical modelling of hydrogen diffusion and trapping in pipeline steel, experimental determination of cyclic crack resistance characteristics depending on hydrogen concentration, and prediction of fatigue crack growth up to the critical size determining the residual durability of the pipeline. A three-dimensional finite element model of a pipeline fragment with an internal semi-elliptical crack subjected to internal pressure has been developed. In the

elastic-plastic formulation, the distributions of hydrostatic stresses and equivalent plastic strain were determined. It was established that the most critical zone is located along the crack front, while the maximum hydrostatic stresses occur near the crack tip due to stress redistribution within the plastically deformed region. Increasing internal pressure leads to higher hydrostatic stresses and plastic strains, whereas crack geometry significantly affects their localization. A mathematical model for estimating hydrogen concentration in pipeline steel has been developed, where the total hydrogen concentration is represented as the sum of diffusible and trapped hydrogen. Hydrogen diffusion is described taking into account hydrostatic stresses, while trapping is based on the Oriani model considering the relationship between trap density and equivalent plastic strain. A non-uniform hydrogen distribution with a local maximum near the crack was obtained. At elevated internal pressure, the contribution of trapped hydrogen increases significantly, intensifying hydrogen embrittlement and accelerating crack propagation. Experimental studies established the influence of hydrogen concentration on the cyclic crack resistance of pipeline steel. Increasing hydrogen concentration reduces the threshold and critical stress intensity factor ranges and accelerates fatigue crack growth. Based on computational and experimental results, a model for predicting the residual durability of a pipeline with an internal semi-elliptical crack was developed. The model integrates finite element analysis with hydrogen-dependent cyclic crack resistance parameters. A parametric analysis of the effects of internal pressure, crack geometry, and hydrogen concentration on the number of cycles required for crack growth to the critical size was performed. It was established that increasing internal pressure from 8 to 20 MPa decreases the residual durability by approximately 6–8 times. Variation of the crack shape parameter a/c may reduce the residual durability by up to three times, while a hydrogen concentration of 5–6 ppm decreases it by approximately 85–95% compared with the initial level. The scientific novelty lies in the development of a computational-experimental approach for assessing the residual durability of pipelines with internal semi-elliptical cracks considering hydrogen concentration, internal pressure, and crack geometry. A mathematical model describing the distributions of diffusible, trapped, and total hydrogen in pipeline steel while accounting for the stress-strain state and Oriani hydrogen trapping was proposed. Quantitative relationships between hydrogen concentration, cyclic crack resistance parameters, and residual pipeline durability were established. The practical significance of the research lies in the development of a computational-experimental model for predicting the residual durability of pipelines with crack-like defects operating in hydrogen-containing environments while considering internal pressure, hydrogen concentration, and crack geometry. The proposed approach has been implemented at Scientific and Production Enterprise with Foreign Investments «UKRTRUBOIZOL» LLC for predicting long-term pipeline operation and improving technologies for manufacturing large-diameter pipes.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0121U108959; 0124U000049

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. Chepil O.Y., Soviak I.M., Syrotyuk A.M. Evaluation of hydrogen concentration distribution near a semi-elliptical crack in a pipeline. Materials Science. 2025. Vol. 61, No. 3. P. 383–391 (Q3, IF0,9). DOI: 10.1007/s11003-025-01004-8

- 2. Chepil O.Y., Soviak I.M., Syrotyuk A.M. Analysis of the residual life of a defective pipeline for transporting hydrogen-containing environments. Materials Science. 2025. Vol. 61, No. 5. P. 651–659 (Q3, IF0,9). DOI: 10.1007/s11003-026-01037-7
- 3. Hembara O.V., Syrotyuk A.M., Soviak I.M., Sapuzhak Y., Hembara N.T., Hrynenko M.V. Analytical Estimation of Hydrogen Concentration in a Defective Material. Materials Science. 2023. Vol. 59, No. 4. P. 426–433 (Q3, IF0,7). DOI: 10.1007/s11003-024-00794-7
- 4. Hembara O.V., Holian O.M., Chepil O.Y., Paliukh V.M., Sapuzhak Y.I., Soviak I.M. Assessing of the Life Time of a Shaft with a Crack in Hydrogen. Materials Science. 2023. Vol. 59, No. 2. P. 191–197 (Q3, IF0,7). DOI: 10.1007/s11003-024-00762-1
- Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:
- 1. Soviak I. Influence of hydrogen concentration and crack geometry on the residual lifetime of pipeline steels. Materials Science and Surface Engineering (MSSE-2025): Book of Abstracts of International Young Scientists Conference, September 24–26, 2025, Lviv, Ukraine: Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, 2025. P. 233–236.
- 2. Sapuzhak Ya., Soviak I. Assessment of the residual lifetime of a defective pipeline at different hydrogen concentrations in the metal. Materials Science and Surface Engineering (MSSE-2023): Book of Abstracts of International Young Scientists Conference, September 27–29, 2023, Lviv, Ukraine: Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, 2023. P. 204–207.
- 2023. P. 204–207. 3. Hembara O., Chepil O., Soviak I. Influence of a corrosive environment and hydrogenation on metal creep. Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials (Corrosion-2022): Book of Abstracts of the XVI International Conference, November 15–17, 2022, Lviv, Ukraine / Eds. S. Korniy, M.-O. Danyliak, Yu. Rizun. Lviv: Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, 2022. P. 6.

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

Соціально-економічна спрямованість: зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0121U108959; 0124U000049

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сиротюк Андрій Михайлович

2. Andriy M. Syrotyuk

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9558-0153

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 56446930700; Web of Science Researcher ID: L-4891-2018; https://scholar.google.com/citations?user=HHkhSpMAAAAJ&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

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
https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAD-8979-2020
https://scholar.google.com.ua/citations?user=LyWWdR4AAAAJ&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. Віра Володимир Володимирович

2. Volodymyr V. Vira

Кваліфікація: к. т. н., доц., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5121-7336

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?user=tqozvAwAAAAJ&hl=uk; Web of Science Researcher ID: R-2681-2017; Scopus Author ID: 12240482000

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. Ясній Володимир Петорвич

2. Volodymyr P. Iasnii

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5768-5288

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55205951200

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Івантишин Наталія Андріївна

2. Nataliia A. Ivantyshyn

Кваліфікація: к.т.н., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-1787-6679

Додаткова інформація: Scopus ID: 22035085100
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=22035085100
https://www.researchgate.net/profile/Natalya-Ivantyshyn
https://scholar.google.com.ua/scholar?hl=uk&as_sdt=0%2C5&q=ivantyshyn+n%D0%B0&oq=ivantyshyn+n

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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Греділь Мирослава Іванівна

2. Myroslava I. Hredil

Кваліфікація: д. т. н., с.д., 05.17.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5070-8259

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=25225832200

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

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