

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000323

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-01-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гриненко Михайло Васильович

2. Mykhailo V. Hrynenko

Кваліфікація: м.н.с., 113

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: Механіка деформівного твердого тіла

Дата захисту: 14-03-2023

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, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 4

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

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 30.19

Тема дисертації:

1. Моделювання напружено-деформованого стану та експериментально-розрахунковий метод оцінки опірності руйнуванню теплоенергетичної сталі
2. Modelling of the stress-strain state and the experimental-calculation method for evaluation of the fracture resistance of heat power engineering steel

Реферат:

1. У роботі виконано аналітичний огляд сучасних теоретичних та експериментальних підходів механіки деформівного твердого тіла, які використовуються для встановлення закономірностей деформування і руйнування конструкційних матеріалів за складного навантаження. Наведено основні критерії міцності і зроблено аналіз характеристик опірності матеріалу руйнуванню. З урахуванням проведеного аналізу в роботі поставлено та вирішено важливе для енергетики України науково-технічне завдання з оцінювання міцності та опірності руйнуванню маловуглецевих сталей, які використовуються для виготовлення конструкційних елементів теплоенергетичного обладнання та трубопроводів, з урахуванням можливого їх наводнювання. У роботі запропоновано теоретико-експериментальний підхід прогнозування опірності руйнуванню елементів

конструкцій на основі моделі накопичення пошкодження з використанням енергетичного підходу. Однією з унікальних характеристик запропонованого підходу є те, що він використовує локальні параметри НДС, які визначаються високоточним і простим у застосуванні безконтактним методом ОЦКЗ, який можна використовувати як у лабораторних умовах, так і для елементів конструкцій за реальних умов експлуатації. Запропонована методика побудови істинних діаграм деформування дає можливість визначати істинні напруження біля концентраторів в елементах конструкцій за складного навантаження. Використання цих діаграм в інженерних розрахунках та комп'ютерному моделюванні із застосуванням МСЕ значно підвищує їх точність. Моделювання накопичення пошкодження здійснено на основі енергетичного критерію. Введено параметр пошкодження як відношення енергії пружно-пластичного деформування локального об'єму до її критичного значення. Енергію пружно-пластичного деформування локального об'єму конструкційного елемента розраховується за допомогою МСЕ. Критичне значення енергії пружно-пластичного деформування (енергію руйнування) приймається як характеристика опірності руйнуванню матеріалу за заданих умов навантаження, температури та робочого середовища. Вона визначається експериментально як площа під кривою «істинне напруження - істинна деформація», де істинні деформації в локальному об'ємі розраховуються на основі даних переміщень у двох напрямках на базі 0,5 мм з використанням ОЦКЗ. Величину істинних напружень в зоні максимальних деформацій визначено з врахуванням зміни площі поперечного перерізу внаслідок зміни діаметра зразка під час його деформування одноісним розтягом. Теоретично та експериментально встановлено енергію руйнування та параметр пошкодження для модифікованого зразка Бріджмана зі сталі 22К за різних режимів навантаження. Обґрунтовано методику проведення досліджень і математичний апарат, що використовується в дослідженні. Для розв'язання сформульованих наукових задач використовувалися методи механіки деформівного твердого тіла, насамперед теорії пружно-пластичності та континуальної механіки пошкодження. Числові дослідження здійснювалися методом скінченних елементів у середовищі програмного комплексу ANSYS 2022R1, у якому створювалися тривимірні комп'ютерні моделі. Усі теоретичні розробки дисертації доведено до конкретної інженерної методики для прогнозування безпечної експлуатації елементів теплоенергетичного обладнання з урахуванням дії експлуатаційного середовища.

2. The work includes an analytical review of modern theoretical and experimental approaches to the mechanics of deformable solids, which are used to establish the strain and fracture patterns of structural materials under complex loading. The main strength criteria are given and an analysis of the characteristics of the material's resistance to fracture is made. Taking into account the analysis carried out, the scientific and technical task of assessing the strength and resistance to fracture of low-carbon steels, which are used for the manufacture of structural elements of thermal power equipment and pipelines, taking into account their possibility to be hydrogen-charged, is set and solved in the work. The paper proposes a theoretical-experimental approach to predict the resistance to fracture of structural elements based on the damage accumulation model using the energy approach. One of the unique characteristics of the proposed approach is that it uses local parameters of the STS, which are determined by a highly accurate and easy-to-use non-contact method of ODIC, which can be used both in laboratory conditions and for structural elements under real operating conditions. The proposed method of plotting true stress-strain diagrams makes it possible to determine true stresses near concentrators in structural elements under complex loading. The use of these diagrams in engineering calculations and computer modelling using the FEM significantly increases their accuracy. Modelling of the damage accumulation was carried out using the energy criterion. The damage parameter is introduced as the ratio of the elastoplastic strain energy of the local volume to its critical value. The elastoplastic strain energy of the local volume of the structural element is calculated using FEM. The critical value of the elastoplastic strain (fracture) energy is taken as a characteristic of the resistance to fracture of the material under the given conditions of load, temperature, and working environment. It is determined experimentally as the area under the "true stress - true strain" curve, where the true strains in the local volume are calculated on the basis of displacement data in two directions on the basis of 0.5 mm using the ODIC method. The value of the true stresses in the area of maximum strain is determined by taking into account the change in the cross-sectional area due to the change in the diameter of the sample during its

deformation by uniaxial tension. The fracture energy and damage parameter for the modified Bridgman sample made of steel 22K under different load regimes were determined theoretically and experimentally. The research methodology and the mathematical apparatus used in the study are substantiated. To solve the formulated scientific problems, the methods of the mechanics of a deformable solid were used, primarily the theory of elastoplasticity and continuum damage mechanics. Numerical studies were carried out using the finite element method in the environment of the ANSYS 2022R1 software complex, in which three-dimensional computer models were created. All the theoretical developments of the thesis are brought to a specific engineering methodology for predicting the safe operation of elements of thermal power equipment, taking into account the action of the operating environment.

Державний реєстраційний номер ДіР:

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 виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

1. Maciej Dutkiewicz, Oksana Hembara, Yaroslav Ivanytskyi, Mykola Hvozdiuk, Olha Chepil, Mykhailo Hrynenko, Nazar Hembara. Influence of hydrogen on the fracture resistance of pre-strained steam generator steel 22K. *Materials*. 2022, 15(19) 6596; <https://doi.org/10.3390/ma15196596> (Scopus, WoS).
2. Я. Л. Іваницький, М. М. Гвоздюк, М. М. Клименко, М. В. Гриненко, О. П. Максименко. Моделювання впливу наводнювання за підвищених температур на міцність парогенераторної сталі АЕС. *Фіз. - хім. механіка матеріалів*. 2022. - 4 - С. 32-36.
3. Jin, C., Hembara, O.V., Hrynenko, M.V. Computer Modeling of the Deformation of Structural Elements Under the Conditions of Creep in the Course of Hydrogenation of the Metal Under Complex Loading. // *Mater Sci* 57. 2021. pp. 397-403. <https://doi.org/10.1007/s11003-022-00561-6> (Scopus, WoS).
4. Оксана ГЕМБАРА, Ольга ЧЕПІЛЬ, Ярослав САПУЖАК, Назар ГЕМБАРА, Михайло ГРИНЕНКО. Вплив корозивного середовища на повзучість металу. *Фіз. - хім. механіка матеріалів*. 2020.- Спец. вип. №13 - С. 103 - 106.
5. Yaroslav Ivanytskyi, Oksana Hembara, Mykola Hvozdiuk, Olha Chepil and Mykhailo Hrynenko. Disbonding of Austenitic Stainless Steel Cladding Following High-Temperature Hydrogen Service in Hydro Processing Applications. *EasyChair Preprint* № 6422. 2021. pp. 1-10 https://easychair.org/publications/preprint_open/JmGm
6. Hrynenko M. Effect of Hydrogen on the Fracture Energy of Mild Steel. *Materials Science and Surface Engineering (MSSE2021)*. 2021. - pp. 116-120.
7. Гембара О. В., Чепіль О., Гембара Н., Гриненко М. Математичне моделювання впливу експлуатаційних чинників на довговічність теплообмінних труб парогенератора. 15-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові : матеріали симпозиуму. 2021 - С. 27-29.
8. Гембара О., Чепіль О., Сапужак Я., Гембара Н., Гриненко М. Вплив корозивного середовища на повзучість металу. XV International Conference "Problems of corrosion and corrosion protection of structural materials". 2020.- С.103-106
9. Сапужак Я., Гембара Н., Гриненко М. Моделювання нагромадження пошкодження в металі за енергетичним підходом. Конференція молодих учених «ПІДСТРИГАЧІВСЬКІ ЧИТАННЯ - 2020», 2020 - 2 ст

Наукова (науково-технічна) продукція: аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0115U000118, 0118U000464, 0121U108957, 0117U004447

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гембара Оксана Володимирівна

2. Oksana V. Gembara

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дуткевич Мацей О,

2. Maciej Dutkiewicz

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Андрейків Олександр Євгенович
2. Олександр Є. Андрейків

Кваліфікація: д.т.н., професор, член-кор. НАН України, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сиротюк Андрій Михайлович
2. Andrii M. Syrotiuk

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Звірко Ольга Іванівна

2. Olha Zvirko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.10

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Дмитрах Ігор Миколайович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Дмитрах Ігор Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Корній Валентина Василівна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна