

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002744

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-07-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бардин Тетяна Петрівна

2. Tetiana P. Bardyn

Кваліфікація:

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: прикладна математика

Дата захисту: 03-09-2025

Спеціальність за освітою: метрологія та вимірювальна техніка

Місце роботи здобувача: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534430

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 3-б, 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 2

Повне найменування юридичної особи: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534430

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 3-б, 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: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534430

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 3-б, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 30.19.15

Тема дисертації:

1. Оцінювання міцності контактних біметалевих термоперетворювачів засобами математичного й комп'ютерного моделювання
2. Evaluation of the strength of contact bimetallic thermoelectric converters by means of mathematical and computer modeling

Реферат:

1. У роботі вирішене важливе науково-прикладне завдання – розроблення методики дослідження міцності та експлуатаційної надійності контактних біметалевих термоперетворювачів на основі рівнянь тривимірної термопружності. Об'єктом дослідження є зумовлена інтенсивним термосиловим навантаженням термопружна поведінка біметалевих термоперетворювачів складної форми і структури. Предметом дослідження є розвиток засобів математичного, числового і комп'ютерного моделювання для дослідження теплових і механічних процесів у термочутливих кусково-однорідних тілах складної форми. Наукова новизна роботи: 1. Розроблено математичну модель для кількісного опису теплових і механічних процесів в кусково-однорідних тілах складної форми і структури за умов термосилового навантаження на основі

тривимірних залежностей теорії теплопровідності й неізотермічної термопружності та методику числового розв'язування сформульованої задачі термо-пружності з використанням методу скінченних елементів і однокрокових багатопараметричних алгоритмів; 2. Побудовано на основі розробленої числової методики обчислювальний алгоритм і створено відповідне проблемно-орієнтоване програмне забезпечення для дослідження термомеханічної поведінки термоперетворювачів за умов їх виготовлення та експлуатації; програмне забезпечення верифіковане на низці модельних задач, для яких відомі аналітичні розв'язки; на цій основі досліджено точність та збіжність отримуваних числових розв'язків; 3. Досліджено напружено-деформований стан контактних біметалевих термоперетворювачів та захисних оболонок для них у просторово-тривимірному формулюванні; 4. На цій основі запропоновано новий клас біметалевих термоперетворювачів, особливості будови яких усувають основну причину виходу з ладу основного конструкційного елемента – розтріскування чи порушення зчеплення між складниками з різними фізико-механічними характеристиками. Через проміжок між складниками і бурти закріплення напруження на внутрішній поверхні секцій з більшим коефіцієнтом лінійного температурного розширення і верхній поверхні складника з буртами з меншим коефіцієнтом не працюють на розрив, тому термоперетворювач при довготривалому циклічному тепловому навантаженні до температур порядку 760–850°C зберігає свою цілісність; 5. Отримано коефіцієнти запасу та оцінки експлуатаційного ресурсу захисних оболонок на основі запропонованої розрахункової схеми. Визначено граничне значення кількості циклів навантаження-розвантаження до руйнування для різних типорозмірів; 6. Порівняльний аналіз результатів на основі запропонованого в роботі тривимірного підходу і галузевої нормативної методики з використанням інженерних співвідношень (отриманих на основі моделі балки) показав, що для найбільш навантаженої захисної оболонки максимальні експлуатаційні напруження відрізняються у півтора рази. Практичне та теоретичне значення отриманих результатів. Практичне та теоретичне значення отриманих результатів полягає у розробці варіанту методики математичного і числового моделювання зумовлених дією термосилового навантаження процесів теплопровідності та деформування в кусково-однорідних тілах складної форми і структури. Розроблене програмне забезпечення надає можливість адекватного моделювання та дослідження термомеханічної поведінки кусково-однорідних тіл за термосилового навантаження і може бути основою розробки раціональних за напруженнями конкретних елементів конструкцій за різними критеріями, зокрема, з метою забезпечення в них бажаного чи близького до заданого рівня експлуатаційних напружень. Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці біметалевих контактних термо-перетворювачів нового типу, яких характеризує вища експлуатаційна надійність у порівнянні з існуючими. Результати дисертаційної роботи використані в Державному підприємстві “Львівський державний завод “ЛОРТА” та Національній академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. За допомогою розробленого програмного забезпечення встановлено температурні діапазони безпечної експлуатації термоперетворювачів нового типу та коефіцієнти запасу для кожного типу і розміру їх захисних оболонок. На підставі виконаних обчислювальних експериментів для захисних оболонок різних типорозмірів зроблено висновок про можливу безпечну експлуатацію оболонок на номінальних режимах експлуатації за задовільного стану металу, відсутності недопустимих дефектів і відповідності результатів контролю металу вимогам нормативних документів і стандартів. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатку. Основні результати досліджень, отримані в дисертації, опубліковано в 13-ох наукових працях, зокрема в 4 статтях у наукових фахових виданнях (з них одну статтю опубліковано в періодичному виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз даних WoS або Scopus), 2 патентах і 7 тезах та доповідях у збірниках матеріалів конференцій

2. The work solves an important scientific and applied problem – the development of a methodology for studying the strength and operational reliability of contact bimetallic thermal converters based on the equations of three-dimensional thermoelasticity. The object of the study is the thermoelastic behavior of bimetallic thermal converters of complex shape and structure caused by intense thermal and force loading. The subject of the research is the development of mathematical, numerical and computer modeling tools for the study of thermal and

mechanical processes in thermosensitive piecewise-homogeneous bodies of complex shape. Scientific novelty of the work: 1. A mathematical model has been developed for the quantitative description of thermal and mechanical processes in piecewise-homogeneous bodies of complex shape and structure under conditions of thermal and force loading based on three-dimensional dependencies of the theory of thermal conductivity and non-isothermal thermoelasticity and a method for numerically solving the formulated thermoelasticity problem using the finite element method and single-step multiparameter algorithms is proposed; 2. A computational algorithm has been built on the basis of the developed numerical method and the corresponding problem-oriented software has been created for the study of the thermomechanical behavior of thermal converters under the conditions of their manufacture and operation; the software has been verified on a number of model problems for which analytical solutions are known; on this basis, the accuracy and convergence of the obtained numerical solutions were researched; 3. The stress-strain state of contact bimetallic thermal converters and protective shells for them in a three-dimensional formulation was researched; 4. On this basis, a new class of bimetallic thermal converters was proposed, the structural features of which eliminate the main cause of failure of the main structural element - cracking or violation of adhesion between components with different physical and mechanical characteristics. Due to the gap between the components and the fastening collars, the stresses on the inner surface of the sections with a greater coefficient of thermal expansion and the upper surface of the component with a lower coefficient do not act on the rupture, therefore the thermal converter retains its integrity under long-term cyclic thermal load to temperatures of the order of 760–850 °C; 5. The safety factors and the estimates of the operational resource of protective shells were obtained based on the proposed calculation scheme. The limiting values of the number of load-unload cycles before failure of different standard size shells were determined; 6. A comparative analysis of the results based on the three-dimensional approach proposed in the work and the industry regulatory methodology using engineering ratios (obtained based on the beam model) showed that for the most loaded protective shell, the maximum operational stresses differ by one and a half times. Practical and theoretical significance of the obtained results lies in the development of a variant of the methodology for mathematical and numerical modeling of the processes of heat conduction and deformation in piecewise-homogeneous bodies of complex shape and structure caused by the action of thermal and force loading. The developed software allows for adequate modeling and study of the thermomechanical behavior of piecewise-homogeneous bodies under thermal and force loading and can be the basis for the development of stress rational structural elements according to various criteria, in particular, in order to ensure the desired or close to the given level of operational stresses in them. The practical significance of the results obtained lies in the development of bimetallic contact thermal converters of a new type, which are characterized by higher operational reliability in comparison with the existing ones. The results of the dissertation work were used at State enterprise "Lviv State Plant "LORTA" and Hetman Petro Sahaidachny National Army Academy. With the help of the developed software, the temperature ranges of safe operation of thermal converters of a new type and the safety factors for each type and size of their protective shells were established, and shells were also identified, the maximum stresses in which, under conditions corresponding to the operational ones, do not exceed the permissible ones. Based on the performed computational experiments for protective shells of different sizes, a conclusion was made about the possible safe operation of the shells at nominal operating modes under satisfactory metal condition, absence of unacceptable defects and compliance of the metal control results with the requirements of regulatory documents and standards. The work consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of sources used and an appendix.

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 транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння

альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Drobenko B.D., Bardyn T.P. Strength of the Welded Joint of the Connecting Pipe and the Collector of the Boiler Primary Steam Super-heater. Mater Sci 59, 335–339 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11003-024-00782-x>
- Бардин Т.П., Дробенко Б.Д. Температурні напруження в біметалевих контакт-них термоперетворювачах під час їхньої експлуатації. Прикл. проблеми мех. і мат., 2023. Вип. 21. С. 30–42. <https://doi.org/10.15407/apmm2023.21.30-42>
<http://journals.iapmm.lviv.ua/ojs/index.php/APMM/article/view/apmm2023.21.30-42>
- Бардин Т.П., Дробенко Б.Д. Рівняння нестационарної задачі тепло-про-від-ності конструктивного вузла термометричного пристрою систем озброєння та війсь-кової техніки. Збірник наукових праць Військової академії. Одеса : Військова академія, 2023. №2(20). С. 101–107. <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2023.20.101-107>
- Дробенко Б.Д., Бардин Т.П. Міцність та експлуатаційна надійність бі-мета-левих кон-тактних термоперетворювачів. Фіз.-мат. моделювання та ін-форм. технології, 2023. Вип. 38. С. 99–112. <https://doi.org/10.15407/fmmit2023.38.099>
<http://www.fmmit.lviv.ua/index.php/fmmit/article/view/342/302>

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої

Соціально-економічна спрямованість: зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Бардин Т.П., Настишин Ю.А., Дробенко Б.Д. Термочутливий елемент: патент на корисну модель № 119339. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.09.2017, Бюл. № 18. Заявка № u2017 02496 від 17.03.2017 Бардин Т.П., Яковлев М.Ю., Дробенко Б.Д. Термочутливий елемент: патент на корисну модель № 119343. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.09.2017, Бюл. № 18. Заявка № u2017 0567 від 20.03.2017

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0123U100908 0121U100692

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дробенко Богдан Дем'янович
2. Bogdan Drobenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., пров.н.с., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7084-1196

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534430

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 3-б, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дияк Іван Іванович

2. Ivan I. Dyyak

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5841-2604

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 6602615475; Web of Science Researcher ID: F-7202-2019;
<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=ZfR0dY8AAAAJ>

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. Мусій Роман Степанович

2. Roman S. Musij

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7169-2206

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. Терлецький Ростислав Федорович
2. Rostyslav Terletskyy

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.н.с., 01.02.04**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача Національної академії наук України**Код за ЄДРПОУ:** 03534430**Місцезнаходження:** вул. Наукова, буд. 3-б, Львів, 79060, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Національна академія наук України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Процюк Борис Васильович
2. Borys V. Protsiuk

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.н.с., 01.02.04**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача Національної академії наук України**Код за ЄДРПОУ:** 03534430**Місцезнаходження:** вул. Наукова, буд. 3-б, 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**

Калиняк Богдан Миколайович

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

Калиняк Богдан Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Заморська О.Ф.

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна