Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001354

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-04-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Малишев Сергій Євгенійович
2. Serhii Malyshev

Кваліфікація: 113

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0000-7739-9230

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: 13-06-2025

Спеціальність за освітою: Прикладна математика

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 8613

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 27.29.27, 30.03.19, 27.31.21, 27.41.19

Тема дисертації:

1. Біфуркації та стійкість нелінійних коливань балочних конструкцій з тріщинами втоми

2. Bifurcations and stability of nonlinear vibrations of beam structures with fatigue cracks

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної науково-практичної задачі, що пов'язана з аналізом біфуркацій та стійкості нелінійних коливань балок з дихаючими тріщинами втоми. Метою є розробка математичних моделей та чисельний аналіз нелінійних коливань балок з дихаючими тріщинами в умовах взаємодії нелінійностей різного характеру. Об’єкт дослідження - нелінійна динаміка балочних конструкцій з тріщинами втоми. Предмет дослідження - побудова математичних моделей для опису нелінійних коливань балок з тріщинами втоми та аналізу їх біфуркаційної поведінки. Дихання тріщин викликають зміни в жорсткості конструкції, що призводить до суттєвих нелінійних ефектів. Показано можливість переходу до хаосу коливань балок з двома тріщинами втоми на малих амплітудах коливань, внаслідок біфуркації подвоєння періоду. Розглянуто задачу про геометрично нелінійні коливання балки з тріщиною втоми. За допомогою варіаційних принципів Остроградського–Гамільтона та Ху–Вашизу отримано

диференціальні рівняння коливань балки з тріщиною втоми. Досліджено нелінійні нормальні форми вільних коливань, їх стійкість та біфуркації. Проведено аналіз вимушених коливань балки з тріщиною втоми при геометрично нелінійному деформуванні, показано можливість виникнення замкнених петель на частотних відгуках та проаналізовано встановлені режими коливань в області біфуркації Неймарка–Сакера. Досліджено параметричні коливання балки з тріщиною втоми, де враховано ефекти нелінійної кривини та нелінійної інерції. Проаналізовано динаміку в області біфуркації Неймарка–Сакера та встановлено можливість переходу до хаотичних коливань балки з тріщиною втоми. Досілджено вплив лінійної дисипації на біфуркаційну поведінку балки з тріщиною втоми. Для проведення чисельних досліджень розроблено та вдосконалено чисельні методи продовження по параметру за допомогою методики автоматичного диференціювання. Запропоновано алгоритм розрахунку спектру показників Ляпунова з використанням дуальних чисел. У вступі надається обґрунтування актуальності обраної теми дослідження, вказано методи дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача у дисертаційну роботу, надано коротку інформацію про апробацію матеріалів дисертації. Також показано відмінності від відомих раніше результатів. У першому розділі розглянуто теоретичні та практичні аспекти дослідження нелінійних коливань балок з тріщинами втоми. Освітлено сучасний стан проблеми дослідження, порівняно різноманітні моделі, які використовуються для опису нелінійних коливань балок з тріщинами втоми. У розділі 2 представлено чисельні методи, які були розроблені та вдосконалені під час виконання досліджень. Надано загальну інформацію про автоматичне диференціювання, та наведено приклади застосування дуальних чисел для розрахунку похідних. Запропоновано метод розрахунку матриці Якобі для двоточкових крайових задач, який дозволяє не виводити рівняння в варіаціях. Також пропонується метод розрахунку спектру показників Ляпунова для систем звичайних диференціальних рівнянь з використанням автоматичного диференціювання. Розділ 3 присвячено побудові математичних моделей коливань балок з розкритими тріщинами втоми за допомогою варіаційних принципів. За допомогою принципу Остроградського–Гамільтона розроблено модель коливань балки з тріщиною втоми при геометрично нелінійному деформуванні. Для врахування тріщини втоми використано модель з □-функцією. За допомогою принципу Ху–Вашизу отримано диференціальні рівняння геометрично нелінійних коливань балки з тріщиною втоми. Також за допомогою варіаційного принципу Ху–Вашизу була розроблена модель параметричних коливань балки з тріщиною втоми. Було враховано ефекти нелінійної кривини та нерозтяжності серединної лінії балки. Для врахування останнього використано метод множників Лагранжа. У розділі 4 проведено чисельний аналіз коливань балок з тріщинами втоми. Для врахування ефекту дихання тріщин використано контактний параметр. Проведено дослідження вимушених коливань консольної балки з однією та двома тріщинами втоми при малих амплітудах коливань. Показано виникнення ефекту багатозначності та хаосу в коливаннях консольної балки з дихаючими тріщинами втоми. Проведено аналіз нелінійних нормальних форм вільних коливань балки з тріщиною втоми при геометрично нелінійному деформуванні. Досліджено синфазні та антифазні форми. Показано можливість виникнення замкнених петель на частотних відгуках балки з тріщиною втоми, та проаналізовано встановлені режими коливань в області біфуркації Неймарка–Сакера. Розглянуто параметричні коливання балки з тріщиною втоми, де враховано велику кривину та нелінійну інерцію. Проаналізовано вплив дисипації на параметричні коливання балки з тріщиною втоми. Показано можливість переходу до хаотичних коливань внаслідок біфуркації Неймарка–Сакера.

2. The dissertation is devoted to solution of an actual scientific and practical problem related to the analysis of bifurcations and stability of nonlinear vibrations of beams with breathing fatigue cracks. The goal is to develop mathematical models and numerically analyze nonlinear vibrations of beams with breathing cracks under conditions of interaction of nonlinearities of various nature. Research Object is the nonlinear dynamics of beam structures with fatigue cracks. The research Subject is the construction of mathematical models for describing nonlinear vibrations of beams with fatigue cracks and analyzing their bifurcation behavior. The crack breathing causes changes in the stiffness of the structure, leading to significant nonlinear effects. The possibility of transition to chaotic dynamics in the vibrations of beams with two fatigue cracks at small amplitudes is shown. The problem

of geometrically nonlinear vibrations of a beam with a fatigue crack is considered. Using the Hamilton and Hu–Washizu variational principles, differential equations for the vibrations of a beam with a fatigue crack are derived. Nonlinear normal modes of free vibrations, their stability, and bifurcations are investigated. An analysis of forced vibrations of a beam with a fatigue crack under geometrically nonlinear deformation is conducted. The possibility of closed loops (isolas) creation on frequency responses is shown. The established vibration regimes in the region of Neimark–Sacker bifurcation is analyzed. Parametric vibrations of a beam with a fatigue crack are studied, taking into account the effects of nonlinear curvature and nonlinear inertia. The dynamics in the region of Neimark–Sacker bifurcation is analyzed, and the possibility of transitioning to chaotic vibrations of the beam with a fatigue crack is established. The effect of linear dissipation on the bifurcation behavior of the beam with a fatigue crack is investigated. The introduction provides a justification for the relevance of the chosen research topic, indicates the research methods, highlights the scientific novelty and practical significance of the results obtained. It notes the personal contribution of the author to the dissertation work, and provides brief information on the testing of the dissertation materials. Also the differences from previously known results are shown. In the first chapter, theoretical and practical investigation aspects of the nonlinear vibrations of beams with fatigue cracks are considered. The current state of the problem is analyzed, and various models used to describe nonlinear vibrations of beams with fatigue cracks are compared. Chapter 2 presents numerical methods that were developed and improved during the research. General information about automatic differentiation is provided, along with examples of applying dual numbers for calculating derivatives. A method for calculatingthe Jacobian matrix for two-point boundary value problems is proposed. Proposed method allows the variational equations not to be derived by hand. A method for calculating the Lyapunov spectrum for systems of ordinary differential equations via automatic differentiation is also suggested. Chapter 3 is devoted to the construction of mathematical models of vibrations of beams with opened fatigue cracks using variational principles. Using the Hamilton principle, a vibration model of a beam with a fatigue crack under geometrically nonlinear deformation is developed. Using the Hu–Washizu principle, differential equations of geometrically nonlinear vibrations for a beam with a fatigue crack are obtained. A model of parametric vibrations of a beam with a fatigue crack is developed using the variational principle of Hu–Washizu. The effects of nonlinear curvature and inextensionality of the beam's midline are taken into account. The Lagrange multipliers method is used to take into account the inextensionality phenoma. Chapter 4 conducts a numerical analysis of vibrations of beams with fatigue cracks. A contact parameter is used to account for the breathing phenoma. The forced vibrations of a cantilever beam with one and two fatigue cracks at small amplitudes are studied. The emergence of multivaluedness and chaos in the vibrations of a cantilever beam with breathing fatigue cracks are shown. The free vibrations nonlinear normal mode analysis of a beam with a fatigue crack under geometrically nonlinear deformation is conducted. In-phase and antiphase modes are studied. The possibility of isolas creation in frequency responses of a beam with a fatigue crack is shown. The established vibration regimes in the region of Neimark–Sacker bifurcation are ananalyzed. Parametric vibrations of a beam with a fatigue crack are considered. Large curvature and nonlinear inertia phenoma are taken into account. The effect of dissipation on the parametric vibrations of a beam with a fatigue crack is analyzed. The possibility of transitioning to chaotic vibrations is shown.

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 високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Avramov K. V., Malyshev S. E. Periodic, quasi-periodic, and chaotic geometrically nonlinear forced vibrations of a shallow cantilever shell. Acta Mechanica. 2018. Vol. 229, no. 4. P. 1579–1595. DOI: 10.1007/ s00707-017-2087-x.
- Avramov K., Malyshev S. Bifurcations and chaotic forced vibrations of cantilever beams with breathing cracks. Engineering Fracture Mechanics. 2019. Vol. 214. P. 289–303. DOI: 10.1016/j.engfracmech.2019.03.021.
- Forced Nonlinear Bending Vibrations of Beams with Two Breathing Cracks / Avramov K., Malyshev S., Miroshnikov V., and Hariachevska I. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2023 / ed. by Nechyporuk M., Pavlikov V., Krytskyi D. Cham : Springer Nature Switzerland. 2024. P. 15–24. DOI: 10.1007/978-3-031-61415-6_2.
- Malyshev S. Y., Avramov K. V. Nonlinear modes of a nonlinearly deformed beam with a breathing crack. Technical mechanics. 2024. Vol. 4. P. 72–88. DOI: 10.15407/itm2024.04.072.
- Malyshev S., Avramov K. Nonlinear normal modes and bifurcations of geometrically nonlinear vibrations of beams with breathing cracks. Acta Mechanica. 2025. DOI: 10.1007/s00707-024-04191-8.
- Malyshev S., Avramov K. Chaotic dynamics of cantilever beams with breathing cracks. Journal of Mechanical Engineering. 2025. Vol. 28. no. 1. P. 33–41. DOI: 10.15407/pmach2025.01.033.
- Малишев С. Є. Математичне моделювання коливань балок з тріщинами. Сучасні проблеми машинобудування: тези доп. конф. молодих вчених та спеціалістів, м. Харків, 17–20 квіт. 2018 р. Харків, 2018. С. 16.
- Аврамов К. В., Малишев С. Є., Поліщук О. Ф. Чисельний та експери- ментальний аналіз вимушених нелінійних коливань стиржневих систем з дихаючими тріщинами. Динаміка, міцність та моделювання в ма- шинобудуванні: тези доп. І міжнар. наук.-тех. конф., м. Харків, 10–14 вер. 2018 р. Харків, 2018. С. 128.
- Малишев С. Є. Розробка алгоритму продовження періодичних розв'язків систем диференційних рівнянь за допомогою дуальних чисел. Сучасні проблеми машинобудування: тези доп. конф. молодих вчених та спеціа- лістів, м. Харків, 30 черв. 2021 р. Харків, 2021. С. 17.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U100411

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аврамов Костянтин Віталійович

2. Konstantin Avramov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8740-693X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534570

Місцезнаходження: вул. Комунальників, буд. 2/10, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Міхлін Юрій Володимирович

2. Yuri V. Mikhlin

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1780-9346

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, 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. Стрельнікова Олена Олександрівна

2. Elena Strelnikova

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0707-7214

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534570

Місцезнаходження: вул. Комунальників, буд. 2/10, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Швець Олександр Юрійович

2. Aleksandr Shvets

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.01.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0330-5136

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Курпа Лідія Василівна

2. Lidiya Kurpa

Кваліфікація: д.т.н., професор, 01.02.04, 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4459-8249

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бурлаєнко В’ячеслав Миколайович

2. Vyacheslav Burlaienko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0431-3103

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Бреславський Дмитро Васильович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Бреславський Дмитро Васильович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Малишев Сергій Євгенійович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна

