Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003179

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-10-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бричковський Олексій Дмитрович
2. Oleksii D. Brychkovskyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: 0009-0004-6273-9107

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки і технології

Дата захисту: 06-09-2024

Спеціальність за освітою: Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 08.084.039

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, 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: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.23.37

Тема дисертації:

1. Керовані за точністю методи розв'язання систем диференціальних рівнянь в задачах оптимізації кородуючих конструкцій

2. Accuracy-Controlled Methods for Solving Systems of Differential Equations in Optimization Problems of Corroding Structures

Реферат:

1. Метою роботи є підвищення ефективності розв’язання задач оптимального проектування шарнірно-стержневих конструкцій (ШСК), призначених для експлуатації в агресивних технологічних середовищах, зокрема, вдосконалення методу поправних функцій і забезпечення його керованості за точністю. Наукова новизна отриманих результатів полягає в подальшому розвитку метода поправних функцій для розв’язання задачі довговічності кородуючих конструкцій, який на відміну від існуючого, є керованим за точністю і забезпечує більш точні розв’язки. Окрім цього, вперше запропоновано метод визначення значущих факторів в задачі довговічності кородуючих конструкцій на основі оптимізованої методом Optimal Brain Surgeon штучної нейронної мережі (ШНМ). В першому розділі розглянуто задачу оптимального проектування кородуючої ШСК та визначено основні проблеми, пов'язані з її розв'язанням, такі як дискретна постановка задачі та необхідність моделювання впливу агресивного середовища на конструкцію при обчисленні функції

обмежень. Розглянуто ключові моделі, які відрізняють постановку задачі для умов агресивного середовища від класичної: модель накопичення геометричних пошкоджень конструкції у вигляді системи диференціальних рівнянь (СДР) і модель кородуючого перерізу елементу конструкції. Встановлено, що підвищення ефективності розв'язання за рахунок методів оптимізації не є можливим, проте можливе поліпшення ефективності на етапі обчислення функції обмежень, зокрема, розв'язання задачі довговічності кородуючої конструкції (ЗДКК). Проведено огляд існуючих методів розв’язання ЗДКК, зокрема, наведено основні відомості про методи, проведено аналіз їх переваг і недоліків, а також наявності їх керованості за точністю. Обґрунтовано вибір методу поправних функцій для розв’язання ЗДКК, як основи дисертаційного дослідження. В другому розділі досліджено метод поправних функцій для розв'язання ЗДКК. Визначено вигляд поправної функції та методи її побудови за допомогою апроксимації. Наведено архітектуру ШНМ та основні властивості ШНМ, яка використовується для апроксимації поправної функції. Визначено, що для різних типів навантаження та перерізів стержнів потрібні окремі ШНМ. Проведено аналіз впливу степеня поліному на точність апроксимації залежності осьових зусиль від часу. Проведений аналіз показав достатність поліному третього степеня для задовільної точності розв’язання ЗДКК. Запропоновано використання методу Optymal Brain Surgeon (OBS) для обґрунтованого вибору значущих параметрів ШНМ. Застосування методу OBS дозволило зменшити кількість вхідних параметрів ШНМ без суттєвої втрати точності, при цьому, кількість нейронів ШНМ була зменшена майже втричі. Описано спосіб генерації вибірки для навчання ШНМ, включно із етапами отримання еталонного і наближеного чисельних розв'язків для обчислення значень поправної функції. В третьому розділі представлена модифікація методу поправних функцій для розв’язання ЗДКК, яка уточнює оригінальний метод. Для уточнення оригінального методу розглядалися альтернативні набори вхідних даних для ШНМ, які дозволяють збільшити інформацію про зміну осьових зусиль у часі За результатами проведених експериментів, запропоноване уточнення показало зменшення похибки, в залежності від розглядуваного випадку, в середньому на 43.5% і 9.6% порівняно з оригінальним методом. Відповідно запропонованій автором модифікації зникає необхідність в попередній апроксимації осьових зусиль перед застосуванням поправної функції, що позитивно впливає на обчислювальну складність методу. Для уточненого методу поправних функцій було встановлено керованість за точністю методу шляхом визначення залежності математичного сподівання цільової метрики від параметрів чисельного розв’язку. Останнє дозволяє знаходити баланс між обчислювальною складністю методу і необхідною точністю розв’язку, що є особливо важливим при розв’язанні задач оптимального проектування конструкцій, які складаються із великої кількості елементів. При оцінці моделей, і на етапі уточнення методу, і на етапі встановлення керованості за точністю методу, було враховано залежність вихідних значень ШНМ від випадкових початкових значень вагових коефіцієнтів, що підвищує достовірність отриманих результатів. В четвертому розділі розв’язано практичну задачу оптимального проектування кородуючої ШСК із запропонованими автором модифікаціями поправних функцій. В якості модельної конструкції розглядалася статично-невизначена 15-стержнева ШСК, для якої задача розв’язувалась у двох постановках, що відрізнялися кількістю варійованих параметрів. Для розв’язання задачі використовувався генетичний алгоритм із застосуванням методу штрафних функцій. Порівняння з результатами інших авторів та інших підходів показало, що запропонована автором модифікація методу поправних функцій має найнижчу обчислювальну складність.

2. The purpose of the work is to improve the efficiency of solving optimal design problems for hinge-rod structures (HRS) intended for operation in aggressive technological environments, specifically by refining the correction function method and ensuring its accuracy control. The scientific novelty of the obtained results lies in the further development of the correction function method for solving the durability problem of corroding structures, which, unlike the existing method, is controlled by accuracy and provides more precise solutions. In addition, a method for determining significant factors in the durability problem of corroding structures is proposed for the first time, based on an artificial neural network (ANN) optimized using the Optimal Brain Surgeon method. The first chapter examines the problem of optimal design of a corroding HRS and identifies the main issues associated with its solution, such as the discrete nature of the problem and the need to model the impact of

the aggressive environment on the structure when calculating the constraint function. Key models are considered, distinguishing the problem statement for aggressive environments from classical ones: the model of geometric damage accumulation in the structure in the form of a system of differential equations (SDE) and the model of the corroding cross-section of a structural element. It is established that increasing the efficiency of the solution through optimizat ion methods is not feasible; however, improving efficiency at the stage of constraint function calculation, specifically solving the PDCS, is possible. A review of existing methods for solving PDCS is conducted, providing essential information about the methods, analyzing their advantages and disadvantages, and assessing their accuracy control. The choice of the correction function method for solving PDCS as the basis of the dissertation research is substantiated. The second chapter explores the correction function method for solving CSD. The form of the correction function and methods for its construction through approximation are determined. The architecture of the ANN and the main properties of the ANN used for approximating the correction function are presented. It is established that separate ANNs are required for different types of loads and rod cross-sections. An analysis of the polynomial degree impact on the accuracy of approximating the axial force dependence on time is conducted. The analysis showed that a third-degree polynomial is sufficient for satisfactory accuracy in solving PDCS. The use of the Optimal Brain Surgeon (OBS) method for a justified selection of significant ANN parameters is proposed. Applying the OBS method reduced the number of ANN input parameters without significant loss of accuracy, with the number of ANN neurons decreased by nearly threefold. A method for generating a training sample for the ANN is described, including stages for obtaining reference and approximate numerical solutions for calculating correction function values. In the third chapter, a modification of the correction function method for solving PDCS is presented, refining the original method. Alternative input data sets for the ANN were considered, increasing information on axial forces over time. The proposed refinement showed an average error reduction of 43.5% and 9.7% compared to the original method. The author's modification eliminates the need for preliminary approximation of axial forces before applying the correction function, positively affecting computational complexity. For the refined method, accuracy control was established by determining the relationship between the mathematical expectation of the target metric and the parameters of the numerical solution. This finds a balance between computational complexity and required accuracy, which is crucial in optimal design problems for structures with many elements. In evaluating the models, the dependence of ANN output on random initial weight coefficients was considered, enhancing the reliability of the results. The fourth chapter solves the practical problem of optimal design for a corroding HRS with the author's proposed correction function modifications. A statically indeterminate 15-rod HRS was considered as the model structure, with the problem solved in two formulations differing in the number of varied parameters. The genetic algorithm with the penalty function method was applied to solve the problem. Comparison with other authors' results and other approaches showed that the author's proposed correction function method modification has the lowest computational complexity.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Zelentsov D. G., Brychkovskyi O. D. Research of polynomial approximation of forces in rod elements of corroding structures. System technologies. 2022. Vol. 5, no. 142. P. 106–115.
- Brychkovskyi O. D. Refinement and accuracy control of the solution method for the durability problem of a corroding structure using neural network. Radio electronics, computer science, control. 2024. No. 1. P. 96–103.

- Zelentsov D., Brychkovskyi O. Using the method of optimal brain surgeon for determining significant parameters in approximation problems. Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi national university. 2024. Vol. 144, no. 1. P. 148–155.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0118U000919, 0121U110864

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зеленцов Дмитро Гегемонович
2. Dmytro Zelentsov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.23.17

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-5785-9858

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, 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. Шаповалова Світлана Ігорівна
2. Svitlana I. Shapovalova

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.12

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-3431-5639

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Федоров Євген Євгенович
2. Eugene Fedorov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-3841-7373

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Черкаський державний технологічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05390336

Місцезнаходження: бульвар Шевченка, буд. 460, Черкаси, Черкаський р-н., 18006, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дісковський Олександр Андрійович
2. Oleksandr Diskovskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-1673-6437

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Островська Катерина Юріївна
2. Kateryna Ostrovska

Кваліфікація: к. т. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-9375-4121

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Гуда Антон Ігорович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Гуда Антон Ігорович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Бричковський Олексій Дмитрович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна