

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100024

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-01-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Протектор Денис Олегович

2. Protektor Denys O.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 21-12-2022

Спеціальність за освітою: Прикладна фізика та наноматеріали

Місце роботи здобувача: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 64.051.068

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 27.35, 27.41, 29.19.09.07

Тема дисертації:

1. Нестационарные тепловые процессы в анизотропных твердых телах
2. Non-stationary thermal processes in anisotropic solids.

Реферат:

1. Дисертацію присвячено дослідженню теплових процесів в анізотропних твердих тілах за допомогою безсіткового методу розв'язання тривимірних задач нестационарної теплопровідності. В дисертаційній роботі представлено розроблений безсітковий метод розв'язання тривимірних задач нестационарної теплопровідності в анізотропних твердих тілах. Побудовано сімейство атомарних радіальних базисних функцій трьох незалежних змінних, які породжуються оператором типу Гельмгольца. Функції розширюють підклас функцій, які використовуються в якості базисних при реалізації безсіткового методу розв'язання тривимірних задач нестационарної теплопровідності в анізотропних твердих тілах. Характерні властивості функції (нескінченна диференційовність та фінітність, тобто наявність компактного носія) дозволили підвищити точність та обчислювальну ефективність розробленого безсіткового методу. Продемонстровано результати числових розрахунків нестационарних теплових процесів, що протікають в анізотропних твердих тілах різної геометричної форми за наявності внутрішніх джерел або стоків тепла, а також різними початковими та граничними умовами, які отримані із використанням розробленого безсіткового методу.

Отримано наближені розв'язки тривимірної задачі нестационарної теплопровідності в твердому тілі в формі куба за наявності внутрішнього джерела тепла для ізотропного та анізотропного випадків. Проілюстровано застосування атомарних функцій в якості базисних при моделюванні нестационарного теплового процесу в анізотропному твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла. Знайдено аналітичні розв'язки даних задач нестационарної теплопровідності. Оцінено точність наближених розв'язків крайових задач за величиною значень середньої відносної похибки, середньої абсолютної похибки і максимальної похибки. Проведено порівняльний аналіз ефективності апроксимації задач нестационарної теплопровідності анізотропними радіальними базисними функціями з глобальним носієм та атомарними радіальними базисними функціями. Розроблено програмний комплекс «AnisotropicHeatTransfer3D», який призначено для числового розв'язання тривимірних задач нестационарної теплопровідності в анізотропних твердих тілах за безсітковим методом, що підтверджується свідоцтвом про державну реєстрацію авторського права на твір. Проведено тестування розробленого програмного комплексу «AnisotropicHeatTransfer3D» при числовому розв'язанні розглянутих тривимірних задач нестационарної теплопровідності в анізотропних твердих тілах. Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає у наступному: вперше розроблено безсітковий метод розв'язання тривимірних задач нестационарної теплопровідності в анізотропних твердих тілах, який засновано на комбінації методу подвійного заміщення в поєднанні з анізотропними радіальними базисними функціями та методу фундаментальних розв'язків; вперше проведено моделювання розподілу нестационарних температурних полів в анізотропних твердих тілах різної геометричної форми при наявності внутрішніх джерел або стоків тепла за допомогою розробленого безсіткового методу; вперше побудовано сімейство атомарних радіальних базисних функцій трьох незалежних змінних, породжених диференціальним оператором типу Гельмгольца, який включає в себе компоненти тензора другого рангу, що визначає анізотропію матеріалу; вперше програмно реалізовано алгоритм побудови сімейства атомарних радіальних базисних функцій трьох незалежних змінних, породжених диференціальним оператором типу Гельмгольца, який включає в себе компоненти тензора другого рангу, що визначає анізотропію матеріалу; вперше застосовано сімейство атомарних радіальних базисних функцій трьох незалежних змінних в якості базисних при реалізації безсіткового методу числового розрахунку теплових процесів, які протікають в анізотропних твердих тілах; вперше проведено моделювання розподілу нестационарного температурного поля в анізотропному твердому тілі у формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла за допомогою безсіткового методу на основі використання атомарних радіальних базисних функцій; вперше за допомогою розробленого безсіткового методу досліджено модель взаємодії безперервного лазерного випромінювання з довжиною хвилі 1064 нм з монокристалом LiNbO₃ у формі циліндра на часовому інтервалі 2 год 30 хв і встановлено час, протягом якого досягається сталий режим нагрівання монокристалу LiNbO₃; вперше розроблено програмний комплекс «AnisotropicHeatTransfer3D» для моделювання нестационарних теплових процесів в анізотропних твердих тілах у вигляді додатка з графічним інтерфейсом користувача, який засновано на використанні розробленого безсіткового методу та атомарних радіальних базисних функцій, що підтверджується свідоцтвом про державну реєстрацію авторського права на твір.

2. The dissertation deals with the study of thermal processes in anisotropic solids by meshless method for solving three-dimensional non-stationary heat conduction problems. This dissertation presents a developed meshless method for solving three-dimensional non-stationary heat conduction problems in anisotropic solids. The family of the atomic radial basis functions of three independent variables, generated by Helmholtz-type operator was constructed. The functions extend the subclass of functions that are used as basis for the implementation of the meshless method for solving three-dimensional non-stationary heat conduction problems in anisotropic solids. The special properties of the function (infinite differentiability and compact support) had improved the accuracy and computational efficiency of the developed meshless method. The results of numerical solutions of non-stationary heat conduction problems in anisotropic solids of various geometric shapes in the presence of internal heat sources or sinks and various initial and boundary conditions obtained using the developed meshless method are demonstrated. Approximate solutions for the three-dimensional non-stationary heat conduction problem in

the solid in the form of a cube in the presence of an internal heat source for the isotropic and anisotropic cases are obtained. The application of atomic functions as basis in the simulation of the non-stationary heat conduction in an anisotropic solid in the form of a plate in the presence of a moving point heat source is presented. Analytical solutions of these non-stationary heat conduction problems are obtained. The accuracy of approximate solutions of boundary-value problems is estimated by the values of the average relative error, the average absolute error, and the maximum error. A comparative analysis of the efficiency of approximation of non-stationary heat conduction problems by anisotropic radial basis functions and the atomic radial basis functions is performed. The software «AnisotropicHeatTransfer3D» for simulation of three-dimensional non-stationary heat conduction problems in anisotropic solids by the meshless method was developed, which is confirmed by the certificate of state registration of copyright for the work. The software «AnisotropicHeatTransfer3D» has been tested by numerical solution of the considered three-dimensional non-stationary heat conduction problems in anisotropic solids. The scientific novelty of the results of the dissertation research is as follows: for the first time the meshless method for solving three-dimensional non-stationary heat conduction problems in anisotropic solids based on a combination of the dual reciprocity method using anisotropic radial basis function and the method of fundamental solutions was developed; for the first time the distribution of non-stationary temperature fields in anisotropic solids of different geometric shapes in the presence of internal heat sources or sinks by meshless method was simulated; for the first time the family of atomic radial basis functions of three independent variables, generated by a Helmholtz-type differential operator, which includes the symmetric positive definite tensor of the second rank, that determines the anisotropy of the material was constructed; for the first time an algorithm for constructing the family of atomic radial basis functions of three independent variables, generated by a Helmholtz-type differential operator, which includes the symmetric positive definite tensor of the second rank, that determines the anisotropy of the material was programmatically implemented; for the first time the family of atomic radial basis functions of three independent variables was used as basis in the implementation of the meshless method for the numerical solution of heat conduction problems in anisotropic solids; for the first time the distribution of non-stationary temperature field in the anisotropic solid in the form of a plate in the presence of a moving point heat source by meshless method based on the use of atomic radial basis functions was simulated; for the first time the model of heat transfer in LiNbO₃ single-crystal in the form of cylinder in interaction with continuous-wave laser radiation with the wavelength of 1064 nm at a time interval of 2 h 30 min by the meshless method was studied and the time required to achieve the steady-state heating mode of the LiNbO₃ single-crystal was determined; for the first time the software «AnisotropicHeatTransfer3D» for simulation of non-stationary heat conduction in anisotropic solids as a GUI application, based on the use of the meshless method and the atomic radial basis function was developed, which is confirmed by the certificate of state registration of copyright for the work.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Немченко Костянтин Едуардович
2. Niemchenko Kostiantyn E.

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лісін Денис Олександрович
2. Lisin Denis O.

Кваліфікація: к. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кривчіков Олександр Іванович
2. Kryvchikov Oleksandr I.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.09

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стрельнікова Олена Олександрівна

2. Strelnikova Olena O.

Кваліфікація: д.т.н., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хардіков Вячеслав Володимирович

2. Hardikov Vyacheslav V.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кокодій Микола Григорович

2. Kokodiy Mykola H.

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

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

Лазоренко Олег Валерійович

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

Лазоренко Олег Валерійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

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



Юрченко Т.А.