

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертацию Нестерова Сергея Анатольевича
«Прямые и обратные задачи термомеханики для неоднородных тел»,
представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности
1.1.8 – механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа Нестерова С.А. посвящена решению актуальных задач механики деформируемого твердого тела, в т.ч. развитию численных методов решения динамических связанных задач термоупругости и термоэлектроупругости для тел с переменными характеристиками, построению асимптотических решений задач градиентной механики для составных и слоистых тел, разработке эффективных итерационных схем решения нелинейных коэффициентных обратных задач термомеханики, связанных с определением законов неоднородности материальных характеристик тел канонической формы, изготовленных из функционально-градиентных материалов.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, приложения и списка литературы.

Во введении представлен обзор исследований прямых и обратных задач термомеханики, обоснована актуальность диссертационной работы, представлены цели и задачи, сформулирована научная новизна, изложены теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе представлены постановки и методы решения динамических связанных задач термоупругости и термоэлектроупругости для тел с переменными характеристиками. Прямая задача для термоупругого стержня решается на основе аппарата интегральных уравнений Фредгольма 2-го рода и обращении трансформант на основе теории вычетов. Задачи для термоупругой трубы и термоэлектроупругих стержня и цилиндра решаются на основе применения метода пристрелки и обращении трансформант на основе метода разложения оригинала по смещенным многочленам Лежандра. Постановки задач для термоупругого конечного цилиндра и прямоугольника

позволили для их решения сначала применить метод разделения переменных, а затем метод пристрелки для гармоник.

Во второй главе исследуются статические задачи градиентной теории упругости, термоупругости и электроупругости для составных и слоистых тел. На основе применения вариационного подхода получены постановки задач градиентной теории упругости для ряда составных и слоистых тел (стержня, балки, слоя, цилиндра). Проведены исследования поставленных задач для малых значений масштабного параметра. На основе методов Вишика-Люстерника и Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна получены асимптотические формулы для нахождения напряжений Коши составного стержня, изгибающих моментов составной балки, перемещений слоистого цилиндра и полосы. Для выявления градиентных эффектов, возникающих вблизи заделки и мест сопряжения, проведено сравнение градиентных и классических решений.

Третья глава посвящена решению коэффициентной обратной задачи термоупругости для неоднородных тел по дополнительной информации, известной на полубесконечном интервале (в пространстве трансформант Лапласа). Решение нелинейной обратной задачи построено на основе итерационного процесса, на каждом этапе которого решаются операторные уравнения 1-го рода в трансформантах Лапласа. Проведенные вычислительные эксперименты по идентификации термомеханических характеристик стержня, трубы, конечного цилиндра и прямоугольника выявили приемлемую погрешность реконструкции монотонных функций.

В четвертой главе основное внимание уделено исследованию коэффициентных обратных задач термоупругости для неоднородных тел по дополнительной информации, известной на конечном временном интервале. Сначала рассматривается реконструкция одной термомеханической характеристики при известных остальных. Для нахождения поправок термомеханических характеристик получены интегральные уравнения Фредгольма 1-го рода в оригиналах. Представлены результаты

идентификации, как гипотетических, так и полученных по правилу смеси, неоднородных характеристик стержня, слоя и трубы. Выявлена устойчивость процедуры идентификации к 1%-му зашумлению входной информации. Для нахождения двух теплофизических характеристик стержня и трубы рассматриваются два различных способа нагружения этих тел и получена система интегральных уравнений Фредгольма 1-го рода для нахождения поправок. Для конечного цилиндра и прямоугольника реконструкция пары материальных характеристик из-за большой разницы норм ядер системы операторных уравнений возможна только путем построения двухэтапного процесса, на каждом этапе которого восстанавливается только одна характеристика.

Пятая глава посвящена идентификации материальных характеристик функционально-градиентных пироматериалов на конечном временном интервале. Для решения обратных задач термоэлектроупругости на основе слабой постановки получены операторные уравнения в трансформантах. В качестве примеров исследованы обратные задачи термоэлектроупругости для стержня, цилиндра и слоя. Результаты вычислительных экспериментов по идентификации различных законов неоднородности указывают на приемлемую точность восстановления теплофизических и механических характеристик, а точность реконструкции пьезомодулей и пироккоэффициентов зависит от значений соответствующих параметров связанности.

В приложении исследованы две задачи: 1) построение модели термоупругого деформирования прямоугольника с неоднородным покрытием; 2) идентификация теплофизических характеристик неоднородного стержня на основе метода алгебраизации.

В заключении представлены основные результаты диссертационной работы.

Основные результаты диссертационного исследования изложены в 42 публикациях, в т.ч. в монографии, в рецензируемых журналах из Перечня

изданий ЮФУ и баз цитирования Scopus и Web of Science. Работа прошла апробацию на конференциях различного уровня, на научных семинарах Южного математического института – филиала ВНЦ РАН. Полученные в диссертации результаты имеют большое теоретическое и прикладное значения и свидетельствуют о достаточно высокой научной квалификации автора.

Диссертационная работа Нестерова С.А. «Прямые и обратные задачи термомеханики для неоднородных тел» представляет собой законченное научное исследование, которое можно квалифицировать как научное достижение в области механики деформируемого твердого тела и полностью отвечает критериям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет»», предъявляемом к диссертации на соискание ученой степени доктора наук, а Нестеров Сергей Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – механика деформируемого твердого тела.

Научный консультант,
доктор физико-математических наук
(01.02.04 – механика деформируемого твердого тела),
профессор, заведующий кафедрой теории упругости,
Институт математика, механика и компьютерных наук
им. И.И. Воровича, Южный федеральный университет

344090, г. Ростов-на-Дону,
ул. Мильчакова, 8а, ИММиКН ЮФУ
Телефон: +7 (863) 2975 114 (доб. 110)
e-mail: aovatulyan@sfnedu.ru

А.О. Ватульян

15.08.2023 г.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Личную подпись Ватульян А.О.

ЗАВЕРЕНО:

Главный специалист по управлению персоналом

Иодина С.Н.
15 августа 2023 г.