

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Институт проблем машиностроения РАН
- филиал Федерального государственного бюджетного научного
учреждения «Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной физики Российской академии наук»
(ИПМ РАН)

Белинского ул., д. 85, Нижний Новгород, 603024. Тел./факс (831) 432-03-00. E-mail: imsh@sinn.ru
ОКПО 04836215, ОГРН 1025203020193, ИНН 5260003387, КПП 526243001

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института проблем
машиностроения РАН – филиала
Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский
центр Институт прикладной физики
Российской академии наук»,
д.ф-м.н., профессор



 В.И. Ерофеев

«06» 12 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Института проблем машиностроения РАН – филиала
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр Институт прикладной
физики Российской академии наук» о диссертационной работе


Волкова Александра Владимировича

«Применение микро-дилатационной теории упругости для уточненного
моделирования напряженно-деформированного состояния пористых материалов»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Актуальность темы диссертации и соответствие специальности.

В последние годы возрастает интерес к использованию неклассических теорий для моделирования деформируемых твёрдых тел. Модели сред Коссера, Миндлина, Эрингена получили значительное развитие в последние десятилетия благодаря присутствующей в них расширенной кинематике, позволяющей описывать особое поведение материалов с развитой микроструктурой. Это такие материалы, как композиты, гранулированные среды, пенометаллы, биоматериалы и т.д. Неклассические модели механики деформируемого твёрдого тела позволят описывать связанные эффекты взаимовлияния полей напряжений/деформаций и

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 
«06» 12 2019

феноменологических скалярных/векторных/тензорных полей, которые вводятся для описания эволюции микроструктуры материалов. Микро-дilatационная теория, рассмотренная в диссертации, является частным случаем среды Миндлина и потенциально применима к широкому классу сред, эволюция микроструктуры в которых может быть описана введением дополнителной скалярной функции – пористых сред, материалов с точечными дефектами и т.д. В связи с этим представляется, что диссертационная работа Волкова Александра Владимировича выполнена на актуальную тему.

Научная новизна

В работе на основе численных и аналитических методов решен ряд прикладных задач в рамках микро-дilatационной теории упругости. Построено аналитическое решение для задачи чистого изгиба балки с микро-дilatацией, присущей в объеме и на поверхности. Впервые реализовано трехмерное конечно-элементное моделирование в расматриваемой теории. Численно решены различные трехмерные задачи изгиба балок. Построены и сопоставлены численное и аналитическое решение для задачи протрешивания полого цилиндра. Исследованы масштабные эффекты, возникающие в задачах микро-дilatационной теории.

Практическая значимость

Решение задач термомупругости для диска и двухслойной полосы может быть использовано для уточненного моделирования напряженно-деформированного состояния керамических материалов и покрытий и может найти применение в Федеральном исследовательском центре «Институт прикладной физики РАН», Московском авиационном институте, Институте прикладной механики РАН, НИИ механики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Достоверность

Все решения построены с использованием строгих подходов теории упругости и механики деформируемого твердого тела. Расматриваемая модель сформулирована на основе вариационного подхода. Достоверность численных решений подтверждена сопоставлением с аналитическими решениями. Полученные результаты соответствуют и подтверждаются результатами исследований других авторов.

Содержание диссертационной работы

Резюме диссертации состоит из введения, 6 глав и заключения, 48 страниц. 102 страницы основного текста, 111 литературных источников, 48 рисунков.

В первой главе дан обзор результатов, полученных в рамках микро-дilatационной теории упругости другими авторами, описано современное состояние проблемы.

Во второй главе приведена вариационная постановка микро-дilatационной теории упругости с поверхностными эффектами.

В третьей главе решена задача чистого изгиба в микро-дilatационной теории упругости. Дано численное и аналитическое решение. Аналитическое решение строится полубратным методом Сен-Венана. Сопоставляющее численное решение строится методом конечных элементов. Исследовано

распределение компонент тензора напряжений по сечению. Показано, что аналитическое решение согласуется с численным вблизи центрального продольного сечения балки. Показано, что в численном решении, боковые поверхности балки не остаются плоскими, и возникает депланация сечений балки даже при чистом изгибе.

В четвёртой главе рассмотрены численные решения для различных задач изгиба в микро-дилатационной теории упругости. В рассмотренных задачах введены кажущиеся модули упругости, для которых исследована зависимость от размеров балки. Показано, что введенные эффективные модули одинаковым образом зависят от толщины балки с микро-дилатацией – то есть вид испытаний не влияет на идентифицируемую кажущуюся характеристику упругой балки, в которой реализуются эффекты микро-дилатации. Показано, что при увеличении толщины «кажущиеся» модули в рассматриваемых средах снижаются.

В пятой главе решена задача деформаций тонкого пористого слоя в микро-дилатационной теории термоупругости с поверхностными эффектами. Построены аналитическое и численное решения задачи о деформациях пористого слоя на упругом основании. Показано, что при наличии поверхностных эффектов (микро-дилатации, дефектов, пор на поверхности материала), возможно возникновение растягивающих напряжений на границе двух материалов, которые не могут быть предсказаны в классической термоупругости.

В шестой главе рассмотрена задача неравномерного прогрева толстостенного цилиндра. Решение строится методом конечных элементов. Исследованы масштабные эффекты, которые возникают в распределении напряжений в толстостенном цилиндре. Показано, что при изменении соотношения толщины стенки цилиндра к величине масштабного параметра модели решение для напряжений может значительно отклоняться от классического.

В заключении перечислены основные результаты работы, составляющие основу проведённого исследования, имеющие научную новизну и практическую ценность.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. В 4 главе для модуля Юнга в различных задачах изгиба использован термин «эффективный» модуль. Следует отметить, что в научной литературе этот термин используется в другом значении и лучше называть используемые характеристики «кажущимися».
2. Как представляется, задачу о прогреве толстостенного полого цилиндра вполне возможно решить не только численно, но и аналитически в цилиндрической системе координат. Такое решение было бы дополнительной проверкой для используемого конечно-элементного решателя.
3. В пункте 4.1 дана неправильная ссылка на формулу 18. В вычислениях используется формула 22.

Заключение

Рассмотренная диссертация является законченной научно-квалификационной работой. По теме диссертационной работы опубликовано 11 работ, в том числе 2 научных работы в журналах из списка Scopus и 1 научная работа в издании,


входящем в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ. Достоверность и новизна полученных результатов не вызывают сомнений. Замечания относятся больше к форме, а не к содержанию диссертационной работы. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. Работа выполнена на высоком научном уровне.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к работам, представленным на соискание учёной степени кандидата наук, обозначенным в пунктах 9 – 14 «Положения о порядке присуждения учёной степени», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. за номером 842, а её автор, Волков Александр Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Отзыв обсужден и одобрен после рассмотрения материалов диссертации на расширенном заседании лаборатории наноструктурированных материалов и упрочняющих технологий (протокол № 21-19/6 дисс. от 6 декабря 2019 г.

Отзыв составили

Заведующий лабораторией
наноструктурированных материалов
и упрочняющих технологий ИПМ РАН,
доктор физико-математических наук
(специальность 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»)



Сарафанов Георгий Федорович

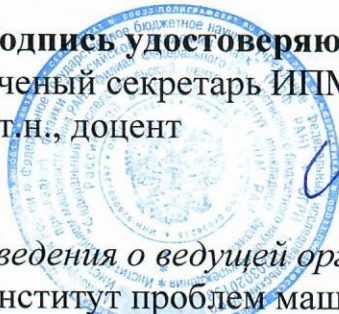
Старший научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук
(специальность 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»)



Мальханов Алексей Олегович

Подпись удостоверяю:

Ученый секретарь ИПМ РАН,
к.т.н., доцент



Мотова Е.А.

Сведения о ведущей организации:

Институт проблем машиностроения РАН – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»

Адрес: 603024, г. Нижний Новгород, ул. Белинского, дом 85.

Тел.: (831) 432-03-00;

E-mail: erof.vi@yandex.ru