

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»
доктор физико-математических наук,
профессор



Ерофеев Владимир Иванович
20 ноября 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

о диссертации

Давыдова Сергея Андреевича

«Анализ напряженно-деформированного состояния упругих сред с учетом
тепломассопереноса», представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела»

Тема диссертационного исследования Давыдова С.А. связана с анализом нестационарных термомеханодиффузионных процессов в упругих телах с плоскими границами. Предлагаемая в диссертации модель является расширением классической модели упругости, которая учитывает наличие диффузионных и тепловых потоков в реальных твёрдых телах. Результаты данной работы являются значимыми и представляют собой формулировку ряда начально-краевых задач, которые образуют собой замкнутую систему уравнений частных производных и начально-краевых условий. Также построены методы решения задач термоупругой

диффузии, основанные на использовании интегральных преобразований и рядов Фурье.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, приложений и списка цитируемой литературы, насчитывающей 187 источников. Изложение выполнено в ясной и доступной для понимания форме.

Актуальность работы. Список использованных источников содержит 97 международных публикаций и 55 научных работ за последние 10 лет, что говорит о том, что рассматриваемая проблема на современном этапе развития науки является **актуальной** не только в России, но и за рубежом. Стоит отметить, что такого рода работы только наращивают год от года свою актуальность из-за необходимости всё более точного описания комплексных физических процессов в механических системах и конструкциях, используемых в различных областях машиностроения.

Практическая ценность состоит в том, что разработанные в диссертации математические модели, методики и алгоритмы решений нестационарных задач термомехано-диффузии могут быть использованы для моделирования технологических процессов, а также для расчета различных конструкций, работающих в условиях нестационарных многофакторных внешних воздействий.

Достоверность полученных результатов основывается на корректности математических моделей и строгости математических решений, а также на сравнении полученных решений задач термомехано-диффузии с известными решениями задач теории упругости. Помимо этого, проверен предельный переход к соответствующим задачам статики.

Научная новизна обосновывается рассмотрением нового, ранее нигде не рассматриваемого, класса одномерных нестационарных задач термоупругой диффузии в прямоугольной декартовой системе координат с учетом релаксации тепловых и диффузионных потоков, а также наличия перекрестных диффузионных эффектов.

Вводная часть содержит обзор проблемы и краткое содержание диссертации по главам.

В первой главе приведен достаточно подробный обзор литературы по теме диссертации. Предложена общая математическая модель термоупругости с учетом диффузии для многокомпонентных анизотропных сред в произвольной криволинейной системе координат с учётом конечной скорости распространения тепловых и диффузионных возмущений. Затем, как частный случай, рассматривается постановка одномерной задачи термоупругой диффузии в декартовой системе координат. Следует отметить приведенную здесь же классификацию задач упругой по типам граничных условий, а также представление решения задачи в качестве интегральных свёрток функций, задающих поверхностные и объёмные возмущения, с искомыми поверхностными и объёмными функциями Грина. В дальнейших главах последовательно рассматриваются алгоритмы и анализ решения задач, сформулированных в первой главе.

Во второй главе предлагаются алгоритмы построения функций Грина для одномерных задач термоупругой диффузии для сред с плоскими границами. Показано, что данная задача допускает возможность построения аналитического решения в виде тригонометрических рядов при определенных видах граничных

условий, которые образуют 3 группы начально-краевых задач. Алгоритм решения, предложенный в данной работе, представляет собой последовательное применение преобразования Лапласа по времени и разложение в ряды Фурье по координате. В случае полупространства предлагается использовать синус-, косинус-преобразование Фурье. Как результат, каждая начально-краевая задача сводится к системе линейных алгебраических уравнений относительно трансформант искомых функций. Такой подход позволяет соискателю получить решение задачи в изображениях в виде рациональных дробей относительно параметра преобразования Лапласа. В этом случае показана возможность осуществить аналитический переход к оригиналам с помощью вычетов. Таким образом, представлены алгоритмы получения поверхностных и объёмных функций Грина для всех 3 групп граничных условий.

В третьей главе приводится подробный анализ полученных решений, а также исследуется влияние связанности полей перемещений, температур и концентраций. Рассматривается учёт конечной скорости распространения тепловых и диффузионных возмущений. Показано, что учёт релаксационных эффектов в связанных задачах термоупругой диффузии существенен на участках времени порядка времени релаксации. Помимо этого, исследовано влияние учёта перекрёстных диффузионных эффектов на термоупругодиффузионные процессы в сплошных средах. Приведены соответствующие расчётные примеры. Для верификации предложенных моделей и алгоритмов построено решение стационарной задачи термоупругой диффузии для многокомпонентных сред, а также исследован переход от нестационарных режимов к стационарным.

В заключении приведены основные выводы работы.

Замечания.

1. Известно, что релаксационные эффекты проявляются при описании высокочастотных, быстропротекающих процессов. При этом в работе не показан переход к стационарным процессам, протекающим под действием периодических внешних воздействий. Также не приведен частотный анализ поведения сплошной среды с учётом явлений тепломассопереноса. Следовало ожидать, что указанные переход и анализ будут выполнены.
2. Не приведено подробное решение задачи Штурма-Лиувилля, а только лишь дана ссылка на решение подобной задачи механодиффузии без учета температурных эффектов.
3. При вычислении оригиналов с помощью вычетов существенным является вопрос о характере полюсов в изображениях искомых функций. Это вопрос следовало бы рассмотреть подробнее.

Тем не менее, указанные замечания не снижают научной ценности представленной диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе. В целом, диссертация Давыдова С.А. является завершённым трудом, выполнена на высоком научном уровне и соответствует всем критериям положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. Полученные автором результаты представляются достоверными, выводы и заключения – обоснованными. Работа полностью соответствует специальности

01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела", а совокупность полученных результатов можно квалифицировать как научное достижение в области связанных начально-краевых задач механики связанных полей. Такого рода задачи могут быть применены при математическом моделировании технологических процессов, а также при расчете элементов конструкций различных областей машиностроения.

Основное содержание диссертации отражено в российских и международных научных изданиях, а именно – в 35-х работах, 10 из которых – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК. Работа апробирована на различных конференциях и симпозиумах, в т.ч. международного уровня.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Давыдов Сергей Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела".

Отзыв на диссертационную работу обсужден и одобрен на заседании (в формате онлайн-конференции) ученого совета Института проблем машиностроения РАН – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук».

Присутствовало на заседании - 11 чел.

Результаты голосования: «За» - 11 чел., «Против» - нет, «Воздержалось» - нет.

Протокол № 5 от 20 ноября 2020 г.

Отзыв составили:

Заведующий лабораторией волновой динамики,
экспериментальной механики и виброзащиты машин,
доктор технических наук



Родюшкин Владимир Митрофанович

Старший научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук



Мальханов Алексей Олегович

Сведения о ведущей организации:

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

Почтовый адрес: 603024, г. Нижний Новгород, ул. Белинского, 85.

Телефон: (831) 432-05-76; (831) 432-03-00.

e-mail: erof.vi@yandex.ru

Сайт организации: <http://www.ipmran.ru/>

