

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.05

Соискатель: Земсков Андрей Владимирович

Тема диссертации: Нестационарные механодиффузионные возмущения в многокомпонентных упругих средах с плоскими границами

Специальностям: 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

Совокупность выполненных автором исследований и разработанных теоретических и практических положений можно квалифицировать как решение крупной научной проблемы, заключающейся в создании теории нестационарного взаимодействия полей различной физической природы, в частности теории нестационарной механодиффузии. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 31 октября 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Земскову Андрею Владимировичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 9 докторов физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Присутствовали: председатель диссертационного совета д.ф.-м.н., проф. Тарлаковский Д.В., заместитель председателя диссертационного совета д.т.н., проф. Фирсанов В.В., ученый секретарь диссертационного совета, к.ф.-м.н., доц. Федотенков Г.В., д.т.н., проф. Антуфьев Б.А., д.т.н., проф. Бирюков В.И., д.ф.-м.н., доц. Вестяк В.А., д.ф.-м.н., проф. Гришанина Т.В., д.т.н., проф. Дмитриев В.Г. д.т.н., проф. Дудченко А.А. д.т.н., проф. Зверьяев Е.М., д.ф.-м.н., проф. Кузнецов Е.Б., д.ф.-м.н., доц. Медведский А.Л., д.т.н., проф. Меркурьев И.В., д.ф.-м.н., проф. Мовчан А.А., д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н., д.ф.-м.н., проф. Рыбаков Л.С., д.т.н., проф. Сибиряков А.В., д.т.н., проф. Сидоренко А.С., д.ф.-м.н., проф. Солдатенков И.А., д.т.н., проф. Тютюнников Н.П.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.125.05

Федотенков Г.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.05, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от «31» октября 2018 г. № 9

О присуждении Земскову Андрею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Нестационарные механо-диффузионные возмущения в многокомпонентных упругих средах с плоскими границами» по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела», принята к защите «27» июня 2018 г., протокол № 8, диссертационным советом Д 212.125.05, созданным на базе ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования РФ, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.05 – № 105/нк от «11» апреля 2012 г.

Соискатель Земсков Андрей Владимирович, 1975 года рождения, в 1998 году окончил факультет прикладной математики Московского государственного института электроники и математики (технический университет).

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Численное моделирование физико-механических процессов взаимодействия защитных композитных преград и многофакторных внешних воздействий» защитил в 2002 г. в диссертационном совете, созданном на базе Московского государственного института электроники и математики (технический университет). С 2006 года по настоящее время работает доцентом на кафедре

«Прикладные программные средства и математические методы» Московского авиационного института (научно-исследовательский университет), Министерство науки и высшего образования РФ. С 01.04.2018 г. по настоящее время обучается в докторантуре Московского авиационного института (научно-исследовательский университет).

Диссертация выполнена на кафедре «Прикладные программные средства и математические методы» Московского авиационного института (научно-исследовательский университет), Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный консультант -- доктор физико-математических наук, профессор **Тарлаковский Дмитрий Валентинович**, заведующий лабораторией НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Индейцев Дмитрий Анатольевич, член-корреспондент РАН, профессор, доктор физико-математических наук, научный руководитель ФГБУН Института проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН),

Князева Анна Георгиевна, профессор, доктор физико-математических наук, профессор отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (ранее профессор кафедры физики высоких технологий в машиностроении) Томского политехнического университета,

Ерофеев Владимир Иванович, профессор, доктор физико-математических наук, директор Института проблем машиностроения Российской академии наук, **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация **ФГБУН Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, Москва** в своем положительном отзыве, подписанном профессором, доктором физико-математических наук, веду-

щим научным сотрудником Лаборатории моделирования в механике деформируемого твердого тела, Радаевым Юрием Николаевичем и утвержденном временно исполняющим обязанности директора института, доктором физико-математических наук, Якушем Сергеем Евгеньевичем, указала, что работа представляет собой законченное научное исследование, которое можно квалифицировать как научное достижение в области связанных начально-краевых задач механики деформируемого твердого тела, и отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Соискатель имеет 43 опубликованных работы по теме диссертации, в том числе 14 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Zemskov A.V., Tarlakovskiy D.V. Two-dimensional nonstationary problem elastic for diffusion an isotropic one-component layer // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. – 2015. – V.56, No 6. – С. 1023–1030.

2. Zemskov A.V., Tarlakovskiy D.V. Approximate solution of three-dimensional problem for elastic diffusion in orthotropic layer // Journal of Mathematical Sciences. – 2014. – Vol. 203, Is 1. – P. 221–238.

3. Zemskov A.V., Tarlakovskiy D.V. Method of the equivalent boundary conditions in the unsteady problem for elastic diffusion layer // Materials Physics and Mechanics. – 2015. – Vol. 23, No 1. – P. 36–41.

4. Tarlakovskii D.V., Vestyak V.A., Zemskov A.V. Dynamic Processes in Thermoellectromagnetoelastic and Thermoelastodiffusive Media // Encyclopedia of thermal stress, volume 2. – Springer Dordrecht Heidelberg New York London, Springer reference, 2014. – P. 1064–1071.

В этих и остальных работах изложены и обоснованы основные результаты автора по построению связанной модели термоэлектромагнитомехано диффузии, а также по разработке алгоритмов решения нестационарных одномерных и многомерных задач механо диффузии в прямоугольных декартовых системах координат. Вклад в публикации, выполненные в соавторстве, состоит в участии в формули-

ровке постановок задач, разработке алгоритмов их решения и в выполнении численных расчетов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от официальных оппонентов и ведущей организации, отзывы положительные;

от академика НАН Украины, доктора физико-математических наук, профессора, директора Института проблем математики и механики имени Я.С. Подстригача НАН Украины, Кушнера Романа Михайловича, отзыв положительный;

от члена-корреспондента НАН Армении, доктора физико-математических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки Армении, профессора Ширакского государственного университета (Гюмри, Армения) Саркисяна Самвела Оганесовича, отзыв положительный;

от академика Академии наук Республики Татарстан, доктора физико-математических наук, профессора кафедры «Прочность конструкций» Казанского национального исследовательского технического университета имени А.Н. Туполева (КАИ), профессора Паймушина Виталия Николаевича, отзыв положительный;

от доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Строительная механика» Белорусского государственного университета транспорта, Старовойтова Эдуарда Ивановича, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора кафедры математической теории упругости и биомеханики Саратовского государственного, университета им. Н.Г. Чернышевского, профессора Белосточного Григория Николаевича, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, заведующего лабораторией динамических испытаний материалов НИИ механики Нижегородского университета Брагова Анатолия Михайловича, отзыв положительный;

от доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Вычислительная математика и математическая физика» ФГБОУ ВО «Мос-

ковский государственный технический университет им. И.Э. Баумана» Димитриенко Юрия Ивановича, отзыв положительный.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационного исследования, дан краткий обзор работы по главам, отмечены актуальность, новизна, достоверность полученных автором результатов и их практическая значимость.

В отзыве официальных оппонентов и ведущей организации имеются следующие основные критические замечания:

1. Автор не обратил внимание на то, что модель, рассмотренная в диссертационной работе, соответствует модели протекания вязкой среды в упруго-вязком деформируемом теле.

2. Задача Штурма-Лиувилля рассмотрена только для одномерных задач, тогда как в работе рассматриваются и многомерные задачи. Предельные переходы к статическим режимам также выполнены только для одномерных задач. Алгоритм асимптотического разделения переменных построен только для поверхностных возмущений, между тем как в работе рассматриваются и объемные возмущения.

3. Первая глава касается общей постановки связанной задачи термоэлектромагнитомехано-диффузии. В дальнейшем исследование ограничено только связанными процессами деформации и переноса массы. По этой причине указанные теоретические построения представляются избыточными.

4. Порядок величин для перемещений, концентраций и времени, встречающиеся в расчетных примерах, и в частности, в графиках является неправдоподобно малым, в то время как временные промежутки, представленные на тех же графиках являются чрезмерно большими.

В отзывах на автореферат следует отметить такие критические замечания.

1. В предлагаемой модели механо-диффузии рассматриваются только идеальные твердые растворы. Отсутствует анализ адекватности данной модели применительно к описываемым реальным процессам в металлах и сплавах.

2. Отсутствует сравнение предложенного аналитического метода решения нестационарных задач механодиффузии с известными численными алгоритмами решения подобных задач.

3. В работе уделено много внимания обращению преобразования Лапласа, но ничего не сказано о методах обращения экспоненциально и тригонометрического преобразования Фурье, которое тоже используется при решении поставленных задач.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что официальные оппоненты являются ведущими учеными с мировым именем по заявленной научной специальности, имеющими значительное количество публикаций по теме диссертации.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что **ФГБУН Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук** проводит разработки математических моделей систем, находящихся под действием сопряжённых полей; проводит исследования в области динамики сложных механических систем, о чем свидетельствуют имеющиеся публикации сотрудников ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано направление механики нестационарного взаимодействия диффузионных и механических полей в упругих телах, включающее постановки и исследование новых классов одномерных и двумерных задач для тел с плоскими границами, развивающее известные модели механодиффузии; усовершенствованы методы, связанные с использованием аппарата обобщённых функций и с решением нестационарных задач теории упругости с учетом диффузии;

предложены специальные алгоритмы решения нового класса одномерных и многомерных нестационарных задач упругой диффузии в прямоугольной декартовой системе координат;

доказано, что в рамках линейной постановки задач взаимное влияние механических и диффузионных полей, приводящее к возникновению напряженно-деформированного состояния в диффузионной зоне, является малым в начальные моменты времени и усиливается с течением времени;

введена классификация задач механодиффузии по типам краевых условий, допускающих и не допускающих возможность построения решений в виде разложений в ряды по собственным функциям упругодиффузионного оператора.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны новые положения о структуре нестационарных поверхностных и объемных функций Грина в прямоугольной декартовой системе координат; применительно к проблематике диссертации эффективно **использован** комбинированный подход теории обобщенных функций в сочетании с методом разделения переменных, методом эквивалентных граничных условий, методом асимптотического разделения переменных и методами компьютерной алгебры для построения аналитических решений одномерных и многомерных нестационарных задач механодиффузии в прямоугольной декартовой системе координат;

изложена новая идея о связанности полей через обобщенные физические законы для произвольных анизотропных тел и, как частный случай, для изотропных и ортотропных сред;

раскрыто существование проблемы возникновения напряженно-деформированного состояния сред и элементов конструкций, работающих в условиях нестационарных воздействий различной физической природы;

изучено поведение и особенности функций Грина для упругодиффузионного слоя, полупространства и пространства;

проведена модернизация алгоритма построения нестационарных функций Грина, обобщена методика их вычисления и расширен класс задач, допускающих построение решения с помощью разложения в ряды по собственным функциям.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан метод решения начально-краевых задач механодиффузии, основанный на построении интегральных соотношений между правыми частями граничных условий различных типов, для одних и тех же дифференциальных уравнений, позволяющий строить функцию Грина только для одной задачи данного класса. Также разработан асимптотический метод разделения переменных для начально-краевых задач механодиффузии, позволяющий многомерную задачу свести к рекуррентной последовательности одномерных задач;

с помощью разработанных методов **определены** механизмы взаимодействия нестационарных механических и диффузионных полей позволяющие рассчитывать напряженно-деформированное состояние сред и элементов конструкций, работающих в условиях нестационарных многофакторных воздействий;

создан новый подход к математическому моделированию и исследованию нестационарных процессов в упругих средах с учетом явления массопереноса;

представлены рекомендации и предложения, позволяющие усовершенствовать методы исследования нестационарных связанных задач механодиффузии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория основывается на известных методах построения моделей механики деформируемого твёрдого тела и термодинамики, апробированных методах решения начально-краевых задач и строго доказанных утверждений;

идея базируется на классических подходах линейной теории упругости в совокупности с термодинамическими подходами к описанию совместного проявления механодиффузионных эффектов. При решении используются классические методы разложений по собственным функциям, преобразования Лапласа и Фурье, аппараты функций Грина и обобщённых функций;

Для верификации предложенных алгоритмов **используются** предельные переходы к классическим задачам теории упругости.

установлено удовлетворительное соответствие полученных результатов результатам других авторов;

использованы современные методы математического моделирования, информационные и компьютерные методы визуализации полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в построении общей математической модели нестационарной связанной термоэлектромагнитоупругой диффузии с конечной скоростью распространения тепла и массопереноса для анизотропных многокомпонентных тел в произвольной криволинейной системе координат; в разработке аналитических методов решения задач упругой диффузии; в подготовке публикаций по выполненной работе.

Совокупность выполненных автором исследований и разработанных теоретических и практических положений можно квалифицировать как решение крупной научной проблемы, заключающейся в создании теории нестационарного взаимодействия полей различной физической природы, в частности теории нестационарной механодиффузии. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 31 октября 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Земскову Андрею Владимировичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 9 докторов физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя диссертационного
совета Д 212.125.05 д.т.н., профессор

Фирсанов В.В.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.05 к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

И.о. начальника отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

31 октября 2018 года