

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: 24.2.327.07

Соискатель: Черкасова Мария Сергеевна

Тема диссертации: «Микроструктурное моделирование упругопластических слоистых композитов на основе анизотропной теории течения»

Специальность: 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 16 апреля 2025 года, протокол 30, диссертационный совет пришел к заключению о том, что диссертационное исследование Черкасовой М.С. является законченной научно-квалификационной работой, имеет важное прикладное значение и содержит элементы фундаментального исследования. Достоверность полученных результатов обоснована и сомнений не вызывает.

Диссертация Черкасовой М.С. отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. На заседании 16 апреля 2025 года, протокол 30, диссертационный совет принял решение присудить Черкасовой М.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: заместители председателя диссертационного совета Земсков А.В. и Фирсанов В.В., ученый секретарь диссертационного совета Сердюк Д.О.

Члены диссертационного совета: Булычев Н.А., Вестяк В.А., Дмитриев В.Г., Миронова Л.И., Рабинский Л.Н., Солдатенков И.А., Федотенков Г.В.

Заместитель председателя
диссертационного совета 24.2.327.07
д.ф.-м.н., доцент

 Земсков А.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.07
к.т.н., доцент

 Сердюк Д.О.

Проректор по научной работе
д.т.н., доцент



Иванов А.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.07,
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
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «16» апреля 2025 г. № 30

О присуждении Черкасовой Марии Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Микроструктурное моделирование упругопластических слоистых композитов на основе анизотропной теории течения» по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела», принята к защите «03» февраля 2025 г., протокол № 29, диссертационным советом 24.2.327.07, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования РФ, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ о создании диссертационного совета 24.2.327.07 – № 1184/нк от «12» октября 2022 г.

Соискатель Черкасова Мария Сергеевна, 19 января 1999 года рождения. В 2023 году с отличием окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени

Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) по направлению подготовки 02.04.01 «Математика и компьютерные науки». В 2024 году сдала кандидатские экзамены в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Справка № 02.07-18/116 от 23 июня 2024 г. (сроки обучения в аспирантуре 01.09.2023 – 31.08.2026).

В настоящее время работает в отделе специальных программных средств Акционерного общества «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежала» (АО «НИКИЭТ») в должности научного сотрудника. По совместительству работает в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» на кафедре «Вычислительная математика и математическая физика» в должности ассистента, а также в Научно-образовательном центре «Суперкомпьютерное инженерное моделирование и разработка программных комплексов» (НОЦ «СИМПЛЕКС» МГТУ им. Н.Э. Баумана) в должности инженера.

Диссертация «Микроструктурное моделирование упругопластических слоистых композитов на основе анизотропной теории течения» выполнена на кафедре «Вычислительная математика и математическая физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Научный руководитель – **Димитриенко Юрий Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная математика и математическая физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Официальные оппоненты:

Звягин Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры газовой и волновой динамики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

Ченцов Александр Викторович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории механики технологических процессов федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского» РАН,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное учреждение науки «**Институт автоматизации проектирования Российской академии наук**» (ИАП РАН) в своем положительном отзыве, подписанном кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником ИАП РАН **Захаровым Дмитрием Дмитриевичем**, и утверждённом доктором физико-математических наук, директором ИАП РАН, **Никитиным Ильей Степановичем**, указала, что диссертационная работа М.С. Черкасовой является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложен комплекс результатов, дающих решение важной научно-технической задачи расчета конструкций, состоящих из упругопластических слоистых периодических композиционных материалов. Работа выполнена на высоком научном уровне, ее результаты обладают новизной и научно-технической значимостью. Основные результаты диссертации прошли апробацию и в должной мере отражены в научных публикациях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ, а также в наукометрическую базу Scopus. Содержание диссертации и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела». Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. Диссертационная работа полностью

соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024) «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Черкасова Мария Сергеевна, безусловно заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела».

Основные положения диссертационного исследования соискателя достаточно полно отражены в 6 научных работах, из них 3 работы в изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ, 1 работа в издании, входящем в мировую базу данных научного цитирования Scopus, остальные 2 – в прочих изданиях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Черкасова М.С. Моделирование деформирования слоистых периодических композитов на основе теории пластического течения // Математическое моделирование и численные методы. – 2021. – № 2. – С. 15–37.
2. Димитриенко Ю.И., Черкасова М.С., Димитриенко А.Ю. Микроструктурная модель анизотропной теории течения для упруго-пластических слоистых композитов // Математическое моделирование и численные методы. – 2022. – № 3. – С. 47–70.

В этих и остальных работах методика асимптотического анализа композиционных материалов со слоистой периодической структурой развита для случая нелинейных задач упругопластичности в рамках теории пластического течения, проведено численно-аналитическое моделирование напряженно-деформированного состояния слоистых композиционных материалов и конструкций, произведенных из них, предложена модель теории пластического течения для упругопластических трансверсально-изотропных композиционных материалов со слоистой структурой. В

материалах совместных публикаций личный вклад автора является определяющим.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от ведущей организации и официальных оппонентов, отзывы положительные,

от кандидата технических наук, заместителя главного конструктора по прочности, начальника отделения «Центр прочности» Акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения» (АО «ЦНИИСМ»), Каледина Владимира Олеговича, отзыв положительный;

от доктора физико-математических наук, профессора, заместителя заведующего кафедрой механики композитов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ им. М.В. Ломоносова), Никабадзе Михаила Ушангиевича, отзыв положительный;

от доктора технических наук, главного научного сотрудника Центра аналитики и перспективных разработок акционерного общества «Специализированный научно-исследовательский институт приборостроения», Черкашина Игоря Ивановича, отзыв положительный.

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

В поступивших отзывах имеются замечания.

В отзыве ведущей организации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт автоматизации проектирования Российской академии наук» (ИАП РАН) имеются следующие вопросы и замечания.

1. Для общего случая асимптотической теории пластического течения решения локальных задач в диссертации получены при всех степенях асимптотического разложения, рекуррентным образом, а при численном решении задачи на ячейке периодичности слоистого композита только до 0-го приближения – для деформаций и напряжений, до 1-го приближения – для перемещений. Вопрос о том, почему достаточно ограничиться только этими приближениями, остался открытым. Желательно также было бы более подробно проанализировать вычислительную эффективность итерационных задач.

2. Дополнительно возникает вопрос о необходимости учета поправок 1-го порядка к напряжениям при переходе от упругого к пластическому режиму деформирования.

3. Осредненная система уравнения слоистого упругопластического композита получены для случая квазистатического напряжения, без учета инерционных членов. Возможно ли обобщить вывод этой системы на динамический случай? Как можно предположить, длинноволновое приближение было бы вполне оправдано и востребовано на практике.

4. Из текста диссертации не совсем понятно, имеются ли какие-то качественные особенности осредненной упругопластической модели в режиме разгрузки, или в этом режиме работает стандартная осредненная упругая часть системы уравнений.

5. Также следовало бы более тщательно отредактировать текст изложения, например, не указывать избыточные упругие постоянные (как, например, в п.2.2), сократить некоторые громоздкие выкладки, не смешивать понятия «анизотропная труба» с реально рассматриваемой слоисто-изотропной (п.3.5).

Замечания в отзыве официального оппонента Звягина А.В.

1. В тексте диссертационной работы имеются опечатки;

2. В работе утверждается, что при асимптотическом разложении необходимая точность достигается при удержании только главных членов ряда, а именно для перемещений – первый порядок, для напряжений и деформаций – нулевой порядок. Количественной оценки этой точности нет.

3. В работе нет подробного пояснения, почему при асимптотическом разложении вектора скорости нулевое приближение считается не зависящим от локальной координаты.

4. В работе (на стр.98) и автореферате для скорости изменения давления используется термин «давление», что затрудняет трактовку постановки задачи.

Замечания в отзыве официального оппонента Ченцова А.В.

1. В обзорной части работы использовано мало источников последних лет. В частности, это касается работ в рецензируемых международных журналах.

2. В работе подробно не описано, на основании чего вводится условие нормировки.

3. В работе отсутствует информация касательно сравнения методов многомерной оптимизации и обоснования выбора именно метода Хука-Дживса.

4. Представленные в разделах 3.4-3.8 рисунки с семействами линий проанализированы недостаточно. В частности, вывод явных аппроксимирующих (возможно, линейных) функций позволил бы автору сделать новые выводы.

5. Присутствуют мелкие ошибки редакционного характера.

В отзывах на автореферат имеются такие замечания.

1. В тексте автореферата диссертации имеются опечатки.

2. Не указано, возможен ли с помощью предложенной методики расчет диаграмм деформирования упругопластических слоистых композитов

при сложных, непропорциональных нагружениях, которые часто встречаются на практике.

3. Хотелось бы видеть возможность применения разработанной теории для решения не только модельных задач, типа расчета цилиндрических оболочек, но и более сложных композитных конструкций.

4. В качестве численного примера, демонстрирующего возможности разработанной методики, рассмотрен случай компонентов композита, упруго-пластические свойства которых отличаются сравнительно немного (пределы текучести различаются примерно в 1,5 раза), для практических задач представлял бы интерес случай, когда это различие более существенно, например, один компонент – чисто упругий с высоким модулем упругости, а другой наоборот, пластический с низким модулем упругости, отличающимся более чем на порядок.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высококвалифицированными специалистами в данной области, а ведущая организация проводит исследования в области упругопластического нагружения элементов конструкций. Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют значительное количество публикаций, связанных с направлением исследований диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана микроструктурная модель теории пластического течения для трансверсально-изотропного упругопластического композита со слоистой периодической структурой;

предложен вариант метода асимптотического осреднения композиционных материалов со слоистой периодической структурой, каждый слой которого является изотропным материалом, подчиняющимся теории пластического течения;

доказана перспективность разработанной методики построения микроструктурных эффективных определяющих соотношений для решения задач упругопластичности для трансверсально-изотропного слоистого композиционного материала.

Новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения разработанной методики построения микроструктурных эффективных определяющих соотношений теории пластического течения, материальные константы в которой определяются на основе численно-аналитического решения локальных задач теории пластичности на ячейке периодичности;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс методов, в том числе методы механики деформируемого твердого тела, метод асимптотических разложений уравнений в частных производных, аналитические методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, методы оптимизации и численные методы;

изложены этапы методики определения материальных констант предложенной микроструктурной модели анизотропной теории пластического течения для трансверсально-изотропных композитов;

раскрыты особенности применения метода асимптотического осреднения для задачи теории пластического течения для слоистых композиционных материалов;

изучены эффективные диаграммы деформирования, связывающие компоненты осредненных тензоров напряжений и деформаций при различных нагружениях;

проведена модернизация модели определяющих соотношений теории пластического течения для трансверсально-изотропных упругопластических слоистых композитов с периодической структурой.

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

разработана методика построения определяющих соотношений для упругопластических слоистых композиционных материалов, основанная на решении задач на ячейке периодичности, допускающих аналитические представления, которые избавляют от необходимости решения связанных задач макро- и микроскопического деформирования;

определены перспективы практического использования разработанной методики применительно к решению двух-масштабных задач теории пластического течения для конструкций из слоистых периодических композитов при разных типах нагрузки;

создана новая эффективная методика решения задач анизотропной теории пластического течения при учете микронапряжений для композитов со слоистой периодической структурой;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию метода решения задач теории пластического течения трансверсально-изотропных композиционных материалов со слоистой периодической структурой.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных уравнениях механики изотропных упругопластических деформируемых тел для исходных компонентов композитов, с привлечением методов теории дифференциальных уравнений в частных производных с периодическими коэффициентами, тензорного анализа, численных методов и методов оптимизации; методы решения задач математически строги и непротиворечивы, реализованные алгоритмы

теоретически строго обоснованы, результаты согласуются с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на использовании метода асимптотических разложений применительно к трехмерным квазистатическим задачам теории пластического течения для периодических сред со слоистой структурой в рамках малых деформаций;

использованы сравнения полученных результатов с результатами, полученными с помощью разных методов;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, полученными с помощью разных методов;

использованы современные методы математического моделирования, численные алгоритмы решения задач, компьютерные методы визуализации полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит во всех полученных результатах данной диссертации. Автор принимал активное участие в постановке научных задач, разработке методики построения микроструктурных эффективных определяющих соотношений анизотропной теории пластического течения при различных нагружениях для композиционных материалов со слоистой периодической структурой на основе численно-аналитического решения локальных задач на ячейках периодичности композита. Разработаны: вариант метода асимптотического осреднения композиционных материалов со слоистой периодической структурой, подчиняющихся теории пластического течения; методика построения определяющих соотношений трансверсально-изотропных упругопластических композиционных материалов со слоистой структурой на основе теории пластического течения, с использованием метода асимптотического осреднения; микроструктурная модель теории пластического течения для трансверсально-изотропного упругопластического композита со слоистой структурой, методика

определения материальных констант микроструктурной модели анизотропной теории пластического течения для трансверсально-изотропных композитов, методика решения двух-масштабных задач теории пластического течения для конструкций, состоящих из композитов со слоистой структурой. Проведены серии численно-аналитического решения задач теории пластического течения на ячейке периодичности для композиционного материала со слоистой структурой и определены значения материальных констант для данной модели упругопластического композита. Проведены численно-аналитические расчеты макроскопических задач о нагружении давлением 3-х мерной цилиндрической конструкции из слоистого композита, с использованием разработанной микроструктурной модели эффективных определяющих соотношений слоистых упругопластических композитов.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний. Диссертация соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. «О порядке присуждения учёных степеней».

На заседании «16» апреля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Черкасовой Марии Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи о микроструктурном моделировании упругопластических слоистых композитов в рамках анизотропной теории течения. Данная научная задача имеет большое теоретическое и практическое значение для развития современной механики деформируемого твердого тела и создания новых композиционных материалов с заранее заданными физико-механическими свойствами.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов физико-математических наук по

специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела», участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 10, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета 24.2.327.07
д.ф.-м.н., доцент



Земсков А.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.07
к.т.н., доцент



Сердюк Д.О.

Проректор по научной работе
д.т.н., доцент



Иванов А.В.

«16» 04 2025 года