

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 24.1.055.2,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГИДРОДИНАМИКИ ИМ. М.А. ЛАВРЕНТЬЕВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10.02.2025 № 2

О присуждении Горынину Арсению Глебовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математические модели расчёта напряжённо-деформированного состояния композитных элементов конструкций на основе метода асимптотического расщепления» по специальности 1.1.8 - «Механика деформируемого твёрдого тела», принята к защите 02 декабря 2024 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом Д 24.1.055.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 15, созданным приказом № 1842/нк Минобрнауки России от 26.09.2023 г.

Соискатель Горынин Арсений Глебович, 26 декабря 1996 года рождения, в 2020 году окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»,

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. В 2024 г. году Горынин Арсений Глебович окончил очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Работает с 2022 года по настоящее время в должности младшего научного сотрудника в Центре НТИ по новым функциональным материалам Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре математического моделирования механико-математического факультета в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Голушко Сергей Кузьмич, работает в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» в должности главного научного сотрудника кафедры математического моделирования механико-математического факультета.

Официальные оппоненты:

Георгиевский Дмитрий Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, заведующий кафедрой теории упругости механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

Мищенко Андрей Викторович, доктор технических наук, заведующий кафедрой общепрофессиональных дисциплин Федерального государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирское высшее военное командное ордена Жукова училище», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск, в своем положительном отзыве, подписанном Садовским Владимиром Михайловичем, доктором физико-математических наук, профессором, член-корреспондентом РАН, заведующим отделом вычислительной механики деформируемых сред, главным научным сотрудником Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», и утверждённым Шпедтом Александром Артуровичем, член-корреспондентом РАН, директором Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», указала, что диссертационная работа Горынина Арсения Глебовича удовлетворяет пунктам 9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Горынин Арсений Глебович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твёрдого тела».

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 публикации в трудах Международных и Всероссийских конференций,

индексируемых в Web of Science и/или Scopus, 1 статья индексирована в MathSciNet, одно свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. Все результаты получены соискателем лично либо при его непосредственном участии. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы:

1. Горынин А.Г., Горынин Г.Л., Голушко С.К. Исследование стесненного кручения тонкостенных стержней открытого профиля методом асимптотического расщепления // Прикладная механика и техническая физика. – 2024. – Т. 65, № 3(385). – С. 123-141. – DOI 10.15372/PMTF202315388.
2. Gorynin A.G., Gorynin G.L., Golushko S.K. Mathematical Modeling of Three-dimensional Stress-strain State of Homogeneous and Composite Cylindrical Axisymmetric Shells // Journal of Siberian Federal Universit. Mathematics and Physics. – 2024. – Vol. 17, No. 1. – P. 27-37.
3. Горынин А.Г., Горынин Г.Л., Голушко С.К. Моделирование стесненного кручения композитных стержней сплошных и замкнутых поперечных сечений // Известия вузов. Строительство. – 2024. – № 10. – С. 5-25. – DOI: 10.32683/0536-1052-2024-790-10-5-25.
4. Gorynin A., Golushko S., Gorynin G. Analytic solutions for free vibration analysis of laminated beams in three-dimensional statement // EPJ Web of Conferences. – EDP Sciences, 2019. – V. 221. – P. 01012.
5. Golushko S.K., Gorynin A.G., Gorynin G.L. A new beam element for the analysis of laminated composites based on the asymptotic splitting method // Journal of Physics: Conference Series: 9, Novosibirsk, 2020. – P. 012066. – DOI 10.1088/1742-6596/1666/1/012066.
6. Горынин А.Г. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024665182 Российская Федерация. Программа BASA

для расчёта прочности слоистых композитных стержней сложного поперечного сечения: № 2024660781 : заявл. 06.05.2024 : опубл. 27.06.2024.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов:

1. От кандидата физико-математических наук Михеева Петра Викторовича, инженера Конструкторского бюро Инженерно-конструкторского Управления Головного центра компетенций Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва;
2. От доктора технических наук Матвеева Сергея Александровича, профессора кафедры «Мосты и тоннели» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, г. Омск;
3. От доктора технических наук Якупова Нух Махмудовича, профессора, ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики и машиностроения Казанского научного центра Российской академии наук, и кандидата технических наук Гиниятуллина Ришата Рашидовича, научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики и машиностроения Казанского научного центра Российской академии наук, г. Казань;
4. От кандидата физико-математических наук Киреева Игоря Валериевича, доцента, старшего научного сотрудника Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск;
5. От доктора технических наук Полилова Александра Николаевича, профессора, главного научного сотрудника лаборатории безопасности и прочности композитных конструкций Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, г. Москва;
6. От доктора физико-математических наук Саженова Сергея Александровича, доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории краевых

задач механики сплошных сред Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск;

7. От доктора физико-математических наук Галкина Валерия Алексеевича, профессора кафедры прикладной математики Бюджетного учреждения высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», г. Сургут.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность диссертационного исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

Отзывы содержат следующие замечания:

1. В работе рассматриваются тонкостенные слоистые стержни различных сечений, но при этом мало говорится о реальном практическом применении таких стержней и возможности их изготовления.

2. Изложенный в работе подход является асимптотическим. Хотелось бы видеть более подробное сравнение с выделением преимуществ разработанных моделей относительно работ других авторов, где также используются асимптотические методы.

3. В тексте автореферата и диссертации имеются немногочисленные опечатки. В частности, в автореферате некорректно отображена формула 20.

4. Из текста автореферата неясно одинакова ли степень точности результатов, полученных автором по его математическим моделям в сравнении с классическими и другими известными решениями для различного класса задач, упоминаемых в данном исследовании.

5. Остается не ясным вопрос, как ведет себя уточненная модель слоистой цилиндрической оболочки из первой главы, если внешняя нагрузка распределена неравномерно по оси z , имеет большие градиенты и/или точки разрыва. Было бы интересно в численных расчётах рассмотреть вместо линейной, например, кусочно-постоянную функции $p(z)$.

6. Утверждение в последнем абзаце на странице 85 о том, что обобщенная функция $(U_{\alpha}^{\eta})_i^{(k)}$ непрерывно-дифференцируема почти всюду в двумерной области F , неверно. Функции из пространства $H^1(F)$, вообще говоря, не являются даже непрерывными.

7. В работе не уделяется должного внимания вариационным формулировкам разрабатываемых моделей. Существуют ли вариационные принципы, которые эквивалентны дифференциальным постановкам получаемых уравнений и граничных условий? Если такие принципы существуют, то исчезает проблема с недостающими граничными условиями, поскольку все они автоматически получаются как естественные условия в результате варьирования функционалов. Кроме того, на этом пути лежит перспектива исследования математических вопросов разрешимости на основе теорем существования минимизирующих функций для квадратичных функционалов.

8. Конструкции, рассматриваемые в работе, преимущественно состоят из композитных углеродных материалов, которые имеют сложную внутреннюю структуру. Однако в работе не указывается насколько адекватным является описание таких материалов в рамках линейно-упругих математических моделей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается авторитетностью и компетентностью официальных оппонентов, и широкой известностью достижений ведущей организации в области наук, по которой выполнена диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Впервые применён метод АР для решения статических задач деформирования однородных изотропных и слоистых композитных цилиндрических оболочек.
- Модифицирована теория деформирования слоистых анизотропных стержней на основе метода АР с учётом аппроксимации, описывающей

кручение стержня.

- Разработан и верифицирован конечно-элементный алгоритм численного решения краевых задач в сечении слоистых стержней произвольной.
- Разработано семейство математических моделей, позволяющее определять НДС в слоистых стержнях с различной степенью точности. Известные стержневые теории, такие как теория изгиба стержней на основе гипотез Бернулли-Эйлера и теория чистого кручения Сен-Венана, являются частными случаями разработанных моделей.
- Проведён сравнительный анализ разработанных моделей и выявлены области их применимости. Для моделей GN-BESVBT, GN-FOBT, GN-RWBT проведено сравнение с экспериментальными данными из открытых литературных источников и показано хорошее совпадение с экспериментами для задач изгиба и кручения слоистых стержней различных типов.
- Получена разрешающая система ОДУ деформирования слоистых стержней, позволяющая учитывать стеснённое кручение для произвольных типов поперечных сечений: открытых, замкнутых и сплошных.
- В рамках модели GN-RWBT проведено численное моделирование задач стеснённого кручения для различных видов слоистых стержней. Показано, что модель позволяет учитывать эффект стеснённого кручения и восстанавливать НДС для различных типов композитных сечений: открытых, замкнутых и сплошных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработаны новые математические модели для решения задач механики деформирования композитных слоистых конструкций, свободные от априорных гипотез и обладающие высокой степенью универсальности и широкими границами применимости.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные математические модели

могут быть использованы для расчёта композитных конструкций в самолетостроении и в космической отрасли.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается: подробной верификацией и валидацией разработанных математических моделей, сопоставлением с известными аналитическими решениями и численными расчетами методом конечных элементов в двумерной (плоской) и пространственной постановках на детализированных сетках с использованием широко распространенных программных комплексов, а также сопоставлением с известными из научной литературы экспериментальными данными.

Личный вклад соискателя состоит в получении новых теоретических результатов, обсуждении и разработке алгоритмов численного решения краевых задач, написании программного кода, проведении вычислительных экспериментов, анализе полученных результатов и подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации были заданы высказаны замечания и заданы следующие вопросы: вопрос об использовании методов конечных элементов и использовании сложных выкладок, если имеется приближённое решение; вопрос об эффективности предлагаемого подхода по сравнению с использованием конечных элементов; вопрос о измельчении сетки; вопрос об аналогах статических или кинематические гипотез.

Соискатель Горынин А.Г. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, частично согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию. Дал пояснения, что предлагаемый в работе подход не является альтернативой методу конечных элементов, и что если для композитных слоистых стержней необходимо решить исходную задачу в трехмерной постановке, то нужна очень мелкая сетка. Объяснил зачем используется мелкая сетка при разбиении сечения. Ответил на вопрос об аналогах статических или кинематические гипотез и пояснил, в чем заключается основная идея метода асимптотического расщепления.

На заседании «10» февраля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Горынину А.Г. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов физико-математических наук по специальности 1.1.8 - «Механика деформируемого твёрдого тела», участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета Д 24.1.055.2

д. ф.-м. н.

Шутов Алексей Валерьевич



Учёный секретарь

диссертационного совета Д 24.1.055.2

к. ф.-м. н.

Бойко Светлана Владимировна



«13» февраля 2025 г.