

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 09.07.2024 г. № 2

О присуждении Нгуен Мань Кыонг, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика расчета статического и динамического деформирования осесимметричных оболочек вращения» **по специальности** 2.5.14 — «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов» принята к защите 06 мая 2024 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.347.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, приказ об утверждении № 717/нк от 09 ноября 2012 г.

Соискатель – Нгуен Мань Кыонг, 18 февраля 1985 года рождения.

В 2016 году соискатель окончил Академию противовоздушной обороны и военно-воздушных сил Министерства образования и обучения Социалистическая республика Вьетнам, присуждена квалификация «Магистр» по специальности «Механическая и динамическая техника», выдан диплом магистра.

В 2020 Нгуен Мань Кыонг поступил в аспирантуру очной формы обучения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по направлению 24.06.01 – «Авиационная и ракетно-космическая техника» (профиль: «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»), на кафедру Прочности летательных аппаратов, нормативный период обучения с 01.09.2020 г. по 31.08.2024 г.

Нгуен Мань Кыонг работает в Академии противовоздушной обороны и военно-воздушных сил Социалистическая республика Вьетнам с 2012 года по настоящее время в должности преподавателя факультета «Авиационная техника». Трудовую деятельность на территории Российской Федерации Нгуен Мань Кыонг не осуществляет.

Диссертация выполнена на кафедре прочности летательных аппаратов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент Красноруцкий Дмитрий Александрович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», доцент кафедры «Прочность летательных аппаратов».

Официальные оппоненты:

Григорьев Валерий Георгиевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий», профессор кафедры;

Лекомцев Сергей Владимирович, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», лаборатория механики функциональных материалов, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, **в своем положительном отзыве**, подписанном Анниным Борисом Дмитриевичем, доктором физико-математических наук, профессором, академиком РАН, профессором кафедры механики твёрдого тела, и Карповым Евгением Викторовичем, доктором физико-математических наук, член-корреспондентом РАН, профессором РАН, и.о. заведующего кафедрой механики твёрдого тела и утверждённом Чуркиным Дмитрием Владимировичем, доктором физико-математических наук, профессором РАН, проректором по научно-исследовательской деятельности ФГАОУ ВО «Новосибирский государственный университет, НГУ», **указала, что** выносимые Нгуен Мань Кыонг на защиту положения являются новыми, полученными лично им или в соавторстве, их достоверность, обоснованность и оригинальность не вызывают сомнения. Представленные в диссертации результаты освещались на международной и всероссийской конференциях, обсуждались на научных семинарах высших учебных заведений и институтах Российской академии наук, а также достаточно полно отражены в опубликованных автором статьях. Автореферат отражает содержание, а диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития численных методов расчета на прочность летательных аппаратов. Диссертация Нгуен Мань Кыонг соответствует требованиям п.п. 9, 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) в части, касающейся ученой степени кандидата наук, а ее автор Нгуен Мань Кыонг достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Соискатель имеет 3 опубликованные работы по теме диссертации, из них 2 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ, в т.ч. 1 статья индексируется библиографической базой данных «Scopus», и 1 публикация представлена в виде статьи в трудах всероссийской научной конференции.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Общий объем опубликованных работ — 3,19 п.л., авторский вклад — 2,19 п.л.

Перечень работ автора, в которых отражено основное содержание диссертационной работы и ее результатов:

Публикации в изданиях, включенных в перечень ВАК по специальности 2.5.14:

1. Нгуен, К. М. Расчет статического деформирования осесимметричных оболочек вращения по дифференциальной модели / К. М. Нгуен, Д. Р. Шелевая, Д. А. Красноруцкий // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2024. – № 1. – С. 75-95. – DOI 10.15593/perm.mech/2024.1.07 (*В том числе индексируется в Scopus*)

2. Нгуен, К. М. Методика расчета осесимметричных колебаний оболочек вращения с жидкостью по дифференциальной модели / К. М. Нгуен, Д. Р. Шелевая, Д. А. Красноруцкий // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2024. – № 2(146). – DOI 10.18698/2308-6033-2024-2-2338

Публикация в материалах всероссийской конференции:

3. Нгуен, К. М. Расчет осесимметричных оболочек вращения по дифференциальной модели / К. М. Нгуен, Д. А. Красноручский // Наука. Технологии. Инновации : Сборник научных трудов XVI Всероссийской научной конференции молодых ученых. В 11-и частях, Новосибирск, 05–08 декабря 2022 года / Под редакцией А.С. Казьминой. Том Часть 11. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. – С. 40-44.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов, все положительные:

1) Отзыв кандидата технических наук, доцента кафедры «Строительная механика», ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» **Вешкина Максима Сергеевича**. Замечание об отсутствии обоснования выбора максимального значения модуля упругости в качестве характерного модуля, опечатках и об актуальности осесимметричных форм колебаний.

2) Отзыв заведующего научно-исследовательской лабораторией математического моделирования, Кузбасский гуманитарно-педагогический институт ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», доктора технических наук, профессора **Каледина Валерия Олеговича**. Замечание об отсутствии применения разработанной методики к анализу колебаний подкреплённых оболочек и отсутствии в автореферате сведений о практическом использовании полученных автором результатов.

3) Отзыв заведующего кафедрой «Авиа- и ракетостроение», ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», кандидата технических наук, доцента **Яковлева Алексея Борисовича** и кандидата технических наук, доцента кафедры «Авиа- и ракетостроение», ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет» **Жарикова Константина Игоревича**. Замечание об отсутствии ясности насколько адекватно линеаризованная модель описывает большие деформации,

представления описания учёта утонения/утолщения оболочек и числе членов при разложении в ряд.

4) Отзыв почётного работника ВПО РФ, ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», доктора технических наук, доцента **Санникова Владимира Антоновича**. Замечание об учёте деформированного статического состояния при определении собственных частот и форм колебаний на активном участке полёта, оценке результатов при несимметричном распределении жидкости в баке и оценке погрешности предлагаемой методики.

5) Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Прикладная механика», ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (научно-исследовательский университет)» **Сорокина Фёдора Дмитриевича**. Замечание об отсутствии информации по анализу сходимости итерационного процесса, контроля точности, граничных условиях в полюсе оболочки и соотношениях упругости при больших деформациях.

6) Отзыв доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры «Прикладная математика», ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) **Марчевского Ильи Константиновича**. Замечание о влиянии вихреобразования в пристеночной области на характер колебаний жидкости и вызываемые этим нагрузки на конструкцию бака и вычислительной трудоёмкости разработанного алгоритма.

7) Отзыв главного научного сотрудника лаборатории механики композитов, ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника **Коробейникова Сергея Николаевича**. Замечание об отсутствии демонстрации

преимущества учёта изменения толщины оболочки на решениях конкретных задач.

8) Отзыв главного научного сотрудника ФАУ «Центр аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского», доктора технических наук, профессора **Гарифуллина Мансура Фоатовича**. Замечание об отсутствии упоминания вклада Галимова К.З. в развитие теории оболочек, неточности употребления некоторых терминов, неучёте поперечных колебаний и целесообразности использования численных методов прямого интегрирования.

9) Отзыв начальник отдела АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», доктора физико-математических наук **Бужинского Валерия Алексеевича**. Замечание об отсутствии объяснения возрастания отличия результатов по мере заполнения бака, неучёта гидростатического давления жидкости, отсутствия расчёта массы эквивалентных осцилляторов и о названии диссертации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы Нгуен Мань Кыонг, компетентностью специалистов в области исследования деформирования тонкостенных оболочек, наличием публикаций в указанной области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые дифференциальные уравнения осесимметричного статического и динамического деформирования ортотропных оболочек вращения на основе разрешающих функций в глобальной системе координат, учитывающие утонение/утолщение при больших деформациях и поперечный сдвиг по типу модели Тимошенко;

предложена альтернативная методу конечных и граничных элементов методика расчета осесимметричного деформирования оболочек вращения, в том числе взаимодействующих с идеальной несжимаемой жидкостью на

основе прямого решения краевой задачи современной разновидностью метода конечных разностей;

доказана перспективность использования разработанной методики для обеспечения прочности объектов ракетно-космической техники, в частности, для создания механических аналогов топливных баков при решении задачи о продольной устойчивости ракет-носителей;

введены — новые понятия и термины не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность использования предлагаемой методики для решения статических и динамических задач осесимметричных изотропных и ортотропных оболочек вращения с произвольной сложной формой меридиана;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован метод конечных разностей на основе сплайн-интерполяции радиальными базисными функциями для решения краевой задачи о гидроупругих колебаниях баков, метод конечных и граничных элементов для анализа достоверности получаемых результатов;

изложены возможности решения статических задач для осесимметричных оболочек вращения и гидроупругих задач для баков с жидкостью;

раскрыта целесообразность использования предлагаемого подхода к построению системы дифференциальных уравнений тонкостенных оболочек произвольной геометрической формы, а также численной методики решения соответствующей краевой задачи;

изучены корректность и сходимость предложенной методики;

проведена модернизация существующей алгоритмов решения задачи о гидроупругих колебаниях баков на основе описания движения жидкости потенциалом смещений с помощью современной разновидности метода конечных разностей.

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

разработана и внедрена в программный комплекс методика расчёта осесимметричных колебаний ортотропных оболочек вращения с идеальной несжимаемой жидкостью может моделировать продольные гидроупругие колебания связки топливных баков ракетно-космической техники с учётом подкреплений шпангоутами и дополнительными массами от агрегатов. Частоты и формы колебаний необходимы для построения механических аналогов баков, которые включаются в общую динамическую модель всего аппарата, используемую для обеспечения его прочности;

определены перспективы практического применения разработанной методики в обеспечении прочности объектов ракетно-космической техники, в частности, при решении задачи о продольной устойчивости ракет-носителей расчёт частот и форм гидроупругих колебаний может быть использован при проектировании и доводке конструкций топливных баков, а также для создания их механических аналогов;

создана система практических рекомендаций по использованию полигармонических радиальных базисных функций для генерирования весовых коэффициентов конечных разностей при решении краевой задачи о гидроупругих колебаниях баков с жидкостью;

представлено предложение по применению разработанной методики для расчета деформирования оболочек и пластин в общем пространственном случае, в том числе взаимодействующих с идеальной несжимаемой жидкостью, методика обладает потенциалом развития, в частности, для получения непосредственной оценки достигнутого решения и улучшения этого решения методом отложенной коррекции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

расчетные исследования выполнены с анализом сходимости получаемых результатов, оценкой соответствия с опубликованными экспериментальными и расчётными данными, а также с расчётами в сертифицированном

программном комплексе ANSYS и программе, реализующей метод конечных и граничных элементов с аналогичной постановкой задачи о колебаниях жидкости в виде потенциала смещений;

теория построена на основных положениях механики, общей классической и неклассической теории оболочек, современном численном методе решения краевых задач;

идея работы базируется на обобщении передового опыта использования радиальных базисных функций для решения краевых задач, а также классической постановке задачи о гидроупругих колебаниях баков;

использованы известные численные методы (RBF-FD), алгоритмы, подпрограмма из международной математической библиотеки (IMSL), а также данные из публикаций других исследователей;

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов, полученных с использованием предлагаемой методики, с результатами, приведенными в независимых литературных источниках по проблеме определения собственных колебаний баков с жидкостью, а также с результатами расчёта в программных комплексах, реализующих популярные методы конечных и граничных элементов;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в выводе линейных и нелинейных дифференциальных уравнений статического и динамического деформирования осесимметричных оболочек вращения (совместно с Шелевой Д.Р.), разработка методики расчёта гидроупругих колебаний баков, разработка программ для тестовых расчётов на языке Fortran и скриптов ANSYS, проведение тестовых расчётов, исследование достоверности и сходимости полученных результатов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: Полученные уравнения и предлагаемая методика расчета не учитывает поперечные колебания ракеты-носителя на активном участке полёта; Используется простейшая постановка задачи о движении жидкости в виде потенциала смещений, может являться причиной существенного различия частот колебаний в некоторых тестовых примерах, рассчитанных другими методами.

Соискатель Нгуен Мань Кыонг согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему вопросы относительно целесообразности учёта поперечных колебаний ракеты-носителя при решении задачи об её устойчивости на активном участке полёта и использовании простейшей постановки задачи для жидкости. Вклад осесимметричных колебаний жидкостных топливных баков общую динамику ракеты-носителя является существенным, получаемая приближенная оценка частот собственных колебаний может быть использована как напрямую для создания механических аналогов баков, включающихся в общую динамическую модель всего аппарата, так и для предварительных и доводочных конструкторских работ. Предлагаемая методика, реализованная в виде программы, позволяет оперативно определять тенденции спектра низших частот при внесении конструктивных изменений, а также изменения уровня заполненности, что может быть использовано при отстройке от резонанса топливной системе ракеты-носителя при его проектировании.

На заседании 09 июля 2024 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи расчёта деформирования оболочек вращения, имеющей значение для развития расчётных методов обеспечения прочности летательных аппаратов, присудить Нгуен Мань Кыонг ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук (по специальности рассматриваемой диссертации 2.5.14), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: «за» 16 чел., «против» нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного

Н.В. Пустовой

Ученый секретарь
совета

А.Г. Тюрин

«09» июля 2024 г.