

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.05

Соискатель: Фам Винь Тхиен

Тема диссертации: Напряженно-деформированное состояние сферических и конических оболочек на основе уточненной теории

Специальностям: 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 16 июня 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Фам Винь Тхиен ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 4 докторов технических наук по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, 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. Бирюков В.И., д.ф.-м.н., проф. Вестяк В.А., д.ф.-м.н., проф. Гришанина Т.В., д.т.н., проф. Дудченко А.А., д.т.н., проф. Зверьев Е.М., д.ф.-м.н., проф. Кузнецов Е.Б., д.т.н., проф. Медведский А.Л., д.ф.-м.н., проф. Мовчан А.А., д.т.н., профессор Нерубайло Б.В., д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н., д.ф.-м.н., проф. Рыбаков Л.С., д.т.н., проф. Сидоренко А.С., д.ф.-м.н., проф. Солдатенков И.А., д.т.н., проф. Туркин И.К., д.т.н., проф. Тютюнников Н.П.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.125.05

Начальник отдела УДС МАИ
Т.А. Аникина



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
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «16» июня 2021 г. № 3

О присуждении Фам Винь Тхиен, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Напряженно-деформированное состояние сферических и конических оболочек на основе уточненной теории» по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», принята к защите «12» апреля 2021 г., протокол № 2, 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 Фам Винь Тхиен, 1988 года рождения, в 2013 г. окончил Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) по специальности «Ракетные двигатели». В настоящее время Фам Винь Тхиен обучается в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ).

Диссертация выполнена на кафедре «Проектирование сложных технических систем» Московского авиационного института (научно-исследовательского университета), Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Фирсанов Валерий Васильевич**, профессор кафедры «Проектирование сложных технических систем» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Фельдштейн Валерий Адольфович, доктор технических наук, главный научный сотрудник Акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», г. Королев,

Хроматов Василий Ефимович, кандидат технических наук, профессор ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет "Московский Энергетический институт", профессор кафедры "Робототехника, мехатроника, динамика и прочность машин", г. Москва.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук** в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, директором ИПРИМ РАН Власовым Александром Николаевичем и доктором физико-математических наук, заместителем директора ИПРИМ РАН по научной работе Данилиным Александром Николаевичем, указала, что диссертация Фам Винь Тхиен представляет собой законченную квалификационную работу, в которой решена важная практическая задача о деформировании, прочности и долговечности сферических и конических оболочек. Диссертация соответствует всем требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842,

предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 6 работ в рецензируемых научных изданиях и 6 тезисов докладов в материалах Международных конференций и симпозиумов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Фирсанов В.В., Фам В.Т. Напряженно-деформированное состояние сферической оболочки на основе уточненной теории // Труды МАИ. 2019. № 105. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=104174>.

2. Фирсанов В.В., Фам В.Т. Напряженно-деформированное состояние сферической оболочки под действием произвольной нагрузки на основе неклассической теории // Проблемы прочности и пластичности. 2019. Т. 81. № 3. С. 359-368.

3. Фирсанов В.В., Фам В.Т. Напряженно-деформированное состояние конической оболочки переменной толщины на основе трёхмерных уравнений теории упругости // Проблемы прочности и пластичности. 2020. Т. 82. № 2. С. 189-200.

4. Фирсанов В.В., Фам В.Т., Чан Н.Д. Анализ напряженно-деформированного состояния многослойных композитных сферических оболочек на основе уточненной теории // Труды МАИ. 2020. № 114.

URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=118893>.

5. Firsanov Val.V., Pham Vinh Thien. Research of the Stress-Strain State of Conical Shell Under the Action of Local Load Based on the Non-Classical Theory // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. 2020. Vol. 43. No. 4. pp. 24-32.

6. Фирсанов В.В., Фам В.Т. Напряженное состояние в краевой зоне конической оболочки по уточненной теории // Проблемы машиностроения и надежности машин. Изд. ИМАШ РАН. 2021. № 1. С. 64-71 (Val.V. Firsanov, V.T. Pham. The Stress State in the Boundary Region of a Conical Shell according

to a Refined Theory // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2021. Vol. 50. No.1. pp. 51-57.).

В этих и остальных работах изложены и обоснованы основные результаты автора по исследованию напряженно-деформированного состояния сферических и конических оболочек, изготовленных из изотропных и многослойных композиционных материалов на основе уточненной теории. Вклад в публикации, выполненные в соавторстве, состоит в участии в формулировке постановок задач, разработке методов их исследования и решения, а также в выполнении численных расчетов и их анализе.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от ведущей организации **«Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук»**. Заключение составлено доктором физико-математических наук, заместителем директора ИПРИМ РАН по научной работе Данилиным Александром Николаевичем и утверждено доктором технических наук, директором ИПРИМ РАН Власовым Александром Николаевичем, отзыв положительный;

от официального оппонента, **Фельдштейна Валерия Адольфовича**, доктора технических наук, главного научного сотрудника Акционерного общества **«Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»**, г. Королев, отзыв положительный;

от официального оппонента, **Хроматова Василия Ефимовича**, кандидата технических наук, профессора ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет "Московский Энергетический институт", профессора кафедры "Робототехника, мехатроника, динамика и прочность машин", г. Москва, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника Института машиноведения имени А. А. Благонравова РАН **Азикова Николая Сергеевича**, отзыв положительный;

от кандидата технических наук, заместителя директора по проектированию ОКБ Сухого, ученого секретаря НТС **Стрельца Дмитрия Юрьевича**, отзыв положительный;

от начальника подразделения 3200 ФГУП «ГосНИИАС» **Соколова Олега Владимировича**, утвержденный доктором технических наук, директором по оборонным проектам и программам ФГУП «ГосНИИАС» Самойловым Вячеславом Павловичем, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора кафедры физики прочности Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Почётного профессора МИФИ, Заслуженного деятеля наук РФ **Морозова Евгения Михайловича**, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника НИО-19 Центрального аэрогидродинамического института имени профессора Н. Е. Жуковского **Гарифуллина Мансура Фоатовича**, 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 поступивших отзывах имеются замечания.

В отзыве ведущей организации Института прикладной механики РАН имеются следующие замечания.

1. В четвертой главе недостаточно подробно описано решение сформулированной краевой задачи для многослойных композитных оболочек.

2. Отсутствие рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы исследований.

Замечания в отзыве официального оппонента **Фельдштейна В.А.**

1. В диссертации не объясняется выбор порядка полиномов, аппроксимирующих перемещения; в частности – есть ли другие мотивы

ограничения порядка кроме стремления получить относительно компактные уравнения.

2. Утверждение, что благодаря соотношениям (1.14) для напряжений поперечного сдвига и нормальных напряжений удовлетворяются уравнения теории упругости не вполне точно: в действительности эти уравнения удовлетворяются «в среднем».

3. Необходимость использования сплайнов для восстановления полей перемещений по их сеточным значениям при расчете деформаций не поясняется; исходная разностная аппроксимация уравнений в перемещениях имеет второй порядок, что уже автоматически задает аппроксимацию поля полиномами второго порядка.

4. Представляется нерациональным способ получения уравнений в перемещениях путем последовательного аналитического исключения обобщенных усилий, напряжений и деформаций. Это приводит к громоздкости вычислительного алгоритма, которой можно легко избежать, представив каждый этап исключения в матричной форме, связывая соответствующими матрицами векторы перемещений с вектором деформаций, а затем с вектором напряжений и усилий.

5. На рисунке 2.11 отсутствует зависимость нормального напряжения от угла широты во всем диапазоне его изменения, хотя на аналогичных рисунках 2.9 и 2.10 она присутствует.

Замечания в отзыве официального оппонента **Хроматова В.Е.**

1. Построенная система дифференциальных уравнений трехмерной теории упругости для сферических и конических оболочек решается методом конечных разностей и матричной прогонки. Громоздкий математический аппарат, математические формулы и соответствующие уравнения равновесия можно было бы решать с использованием современных математических пакетов, существенно упрощающих решение поставленных задач.

2. В работе не рассмотрено сравнение результатов при удержании различного числа членов аппроксимации перемещения по нормальной к срединной поверхности координате.

3. В приведенных примерах расчетов напряжений в основном используется международная система единиц СИ, но во 2-й главе в пункте 2.4.1 модуль упругости, внешняя нагрузка имеют внесистемную размерность, что нежелательно.

4. Полученные в диссертации значения напряжений, уточняющие значения напряжений, полученные по классическим теориям до 50%, позволяют рекомендовать проектным организациям увеличивать нормативные коэффициенты запаса прочности соответствующих изделий, о чем и следовало бы указать в окончательных выводах по работе и в заключении.

В отзывах на автореферат следует отметить такие критические замечания.

1. Неразборчивость некоторых обозначений на рисунках 3.6 и 3.9.

2. На стр.11, 18, 19 даны сравнения полученных результатов с данными классической и других вариантов уточненной теории, но не приведены названия соответствующих литературных источников.

3. В автореферате иллюстрации в виде графиков, содержащие буквенные и цифровые обозначения, несколько малы по размерам.

4. В теории оболочек распространение получили сдвиговая модель Тимошенко и модели, основанные на применении гипотезы ломаной линии при аппроксимации законов перемещений по толщине (многослойные оболочки). Модели с высокими степенями полиномов «метод степенных рядов» (Н.А. Кильчевский, И.Т. Селезов и др.) по ряду причин оказались менее востребованы. Желательно видеть сравнение представленного метода с перечисленными, а не только с классической моделью Кирхгофа-Лява.

5. В работе при выводе уравнений используется геометрически срединная поверхность оболочки. В уравнениях равновесия (1.4) учет возможного эксцентриситета не просматривается.

6. Имеются некоторые замечания по оформлению. Мелкие рисунки и недостаточно полное описание примеров затрудняют анализ результатов. В частности, на стр. 12 говорится о ветровой нагрузке без указания подробностей, хотя определение этой нагрузки представляет собой не менее сложную задачу, чем расчет оболочки. На рис. 2.5. при $\xi = 0$ графики напряжений проходят через 0, хотя оболочка должна быть сжата (растянута). На графиках не полностью указано место определения напряжений (наружная или внутренняя лицевая поверхность оболочки или расстояние ξ от поверхности отсчета).

7. Мало информации о реализации численного метода. Были бы интересны сведения о размерах расчетной сетки, о количестве гармоник ряда Фурье, о сходимости, устойчивости решения, требуемых ресурсах ЭВМ, вычислительных затратах, об организации вычислений вблизи полюса.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высококвалифицированными специалистами в данной области, а ведущая организация проводит исследования в области деформирования тонкостенных элементов конструкций. Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют значительное количество публикаций по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая математическая модель для определения напряженно-деформированного состояния сферических и конических оболочек в уточненной постановке;

предложены новые подходы к построению уточненной теории сферических и конических оболочек, основанные на аппроксимации их перемещений полиномами третьего порядка;

доказана применимость разработанного метода к решению уравнений уточненной теории тонкостенных оболочек;

Новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны фундаментальные положения предложенных математических моделей, вносящие вклад в направлении усовершенствования теории оболочек и пластин типа Кирхгофа – Лява;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс методов, в том числе методы механики деформируемого твердого тела, разложение решения в ряды Фурье, метод конечных разностей, метод матричной прогонки;

изложены идеи уточнения математической модели деформирования сферических и конических оболочек за счет повышения порядка аппроксимации;

раскрыто существование проблемы возникновения затухающих самоуравновешенных дополнительных краевых напряженных состояний типа «погранслоя» вблизи жестко заземленных краев;

изучено напряженно-деформированное состояние сферических и конических оболочек, изготовленных из изотропных и многослойных анизотропных ортотропных материалов при действии различных видов нагрузок;

проведена модернизация классических моделей сферических и конических оболочек.

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

разработан метод уточнения напряженно-деформированного состояния сферических и конических оболочек;

определены перспективы практического использования предложенной теории на практике;

создана уточненная математическая модель для определения напряженно-деформированного состояния сферических и конических оболочек;

представлены рекомендации и предложения по дальнейшему усовершенствованию методик уточнения напряженно-деформированного состояния сферических и конических оболочек.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Теория основана на законах и уравнениях механики деформируемого твердого тела;

идея базируется на разложении перемещений пластин в полиномы по нормальной координате на две степени выше относительно классической теории пластин и оболочек типа Кирхгофа-Лява;

использовано сравнение полученных в работе результатов с данными классической теории оболочек и других вариантов уточненной теории;

установлено удовлетворительное соответствие полученных результатов классической и другим вариантам уточненной теории;

использованы современные программные комплексы и методы математического моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в разработке уточненных математических моделей для расчета напряженно-деформированного состояния сферических и конических оболочек, в проведении численных расчетов и анализе результатов вычислений.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании «16» июня 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Фам Винь Тхиен ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 4 докторов технических наук по специальности

01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

Диссертационного совета Д 212.125.05

д.ф.-м.н., профессор

Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь

Диссертационного совета Д 212.125.05

к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

«16» июня 2021 года

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

