

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.05

Соискатель: Нгуен Ле Хунг

Тема диссертации: Напряженно-деформированное состояние цилиндрических оболочек с учетом пьезоэлектрического эффекта 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 08 июня 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Нгуен Ле Хунг ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 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 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., проф. Вестяк В.А., д.т.н., профессор Дмитриев В.Г, д.ф.-м.н., проф. Гришанина Т.В., д.т.н., проф. Дудченко А.А., д.т.н., проф. Зверьяев Е.М., д.ф.-м.н., проф. Кузнецов Е.Б., д.т.н., проф. Меркурьев И.В., 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
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 «08» июня 2022 г. № 6

О присуждении Нгуен Ле Хунг, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Напряженно-деформированное состояние цилиндрических оболочек с учетом пьезоэлектрического эффекта на основе уточненной теории» по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», принята к защите «28» марта 2022 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 Нгуен Ле Хунг, 1985 года рождения, в 2013 г. окончил Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) по специальности «Баллистика и гидроаэродинамика». В настоящее время Нгуен Ле Хунг 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:

Димитриенко Юрий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная математика и математическая физика» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва,

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 Нгуен Ле Хунг представляет собой завершённую квалификационную работу, в которой решена важная практическая задача о деформировании, прочности и долговечности цилиндрических оболочек, изготовленных из пьезоматериалов. 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 15 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 6 работ в рецензируемых научных изданиях и 9 тезисов докладов в материалах Международных конференций и симпозиумов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Фирсанов Вал.В, Нгуен Л.Х, Чан Нгок Доан. Исследование электроупругостного состояния цилиндрических оболочек из пьезоматериалов на основе уточненной теории. Труды МАИ, 2019, № 109 (URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=111376>).

2. Фирсанов Вал.В, Нгуен Л.Х. Напряженное состояние цилиндрических оболочек под действием произвольных нагрузок с учетом пьезоэффекта. Проблемы прочности и пластичности, Т.82, № 4(2020).С.483-492. DOI: <https://doi.org/10.32326/1814-9146-2020-82-4-483-492>.

3. Фирсанов Вал.В, Нгуен Л.Х. Напряжено-деформированное состояние произвольных оболочек с учетом термоэлектрического воздействия на основе уточненной теории. Тепловые процессы в технике, 2020.Т.12. №3 С.110-117, DOI: [10.34759/tpt-2020-12-3-110-117](https://doi.org/10.34759/tpt-2020-12-3-110-117).

4. Firsanov Val.V, Nguyen L.H. Stress concentration state of piezoelectricity in cylindrical shell based on the non-classical theory. Structural integrity and life. Vol.21, No.1, 2021, pp. 53–58.

5. Firsanov Val.V, Nguyen L.H. Stress state analysis of laminated shells with piezoelectric layers based on the refined theory. Journal of Physics: Conference Series, 2021, Volume 1925/012022, DOI: [doi:10.1088/1742-6596/1925/1/012022](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1925/1/012022).

6. Фирсанов Вал.В, Нгуен Л.Х. Напряженное состояние композиционных цилиндрических оболочек на основе уточненной теории с учетом пьезоэлектрического эффекта. Проблемы машиностроения и

надежности машин, № 4, 2021 С.37-44. DOI: 10.31857/S0235711921040039//
The Stress State of Composite Cylindrical Shells Based on Refined Theory with Allowance for the Piezoelectric Effect. Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2021, Vol. 50, No. 4, pp. 312–318. DOI: 10.3103/S1052618821040038.

В этих и остальных работах изложены и обоснованы основные результаты автора по исследованию напряженно-деформированного состояния цилиндрических оболочек, изготовленных из изотропных и многослойных композиционных материалов, обладающих пьезоэффектом 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, Димитриенко Юрий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная математика и математическая физика» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, 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, старшего научного сотрудника Акционерного общества «Научно-производственной объединение ЦНИИТМАШ» Кондратенко Леонида Анатольевича, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора кафедры машиностроительных технологий РУДН Мальковой М.Ю., 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 кандидата технических наук, заместителя генерального конструктора производственного комплекса «Салют» АО «ОДК» Макарова П.В., отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессор кафедры «Прикладная механика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, главного научного сотрудника Лаборатории механики разрушения и живучести ИМАШ РАН, Разумовского И.А., отзыв положительный;

от кандидата технических наук, заместителя директора по проектированию ОКБ Сухого, ученого секретаря НТС Стрельца Дмитрия Юрьевича, 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 имеется следующие замечания.

1. В работе отсутствуют сравнения результатов с экспериментальными данными.

2. Отсутствие рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы исследований.

Замечания в отзыве официального оппонента Хроматова В.Е.

1. В работе приводится ссылка на разработанный алгоритм решения задачи об исследовании НДС оболочек, но нигде нет описания этого алгоритма, какие математические пакеты и программные комплексы были использованы.

2. На рисунках и в таблицах значений напряжений не указана размерность представленных величин. Было бы целесообразно провести оценку прочности цилиндрических оболочек, дать рекомендации по повышению несущей способности оболочек.

3. В диссертации для уточнения теории оболочек использован подход, основанный на представлении компонентов перемещений и электрических потенциалов полиномами по нормальной к срединной поверхности координате, но автор не объясняет, почему порядок полинома допускается равным двум.

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.

Замечания в отзыве официального оппонента Димитриенка Ю. И.

1. стр. 24 – граничные условия на торцевых поверхностях представлены как 5 компонент тензора напряжений, вместо 3-х, желательно было бы указать, что эти условия заданы отдельно для каждой пары торцевых поверхностей, а пределы изменения индексов i и j – следовало бы поменять.

2. нестандартные двухбуквенные обозначения ND_{11} , $MD_{11}^{(k)}$ и др. для осредненных электрических потенциалов и их моментов в формулах (1.16).

3. в формулах (1.7), (1.14) у компонент векторов напряженности и индукции электрического поля указано по 2 индекса: E_{11} , E_{22} , и т.п. , хотя должен быть один.

4. выражение для элементарной работы внешних поверхностных сил в (1.13) записано не корректно: надо $q_{1i}\delta u + q_{2i}\delta v + q_{3i}\delta w$ вместо $q_{i3}(\delta u + \delta v + \delta w)$, а также желательно было бы указать, что i - здесь индекс, указывающий на номер пары поверхностей, ограничивающих оболочку, аналогичное замечание относится к формуле (4.11).

5. не оговорен четко тип анизотропии среды, рассматриваемый в работе: в силу этого формула (1.8) содержит несоответствие – матрица пьезоэлектрических коэффициентов записана для ортотропной среды, а матрица модулей упругости записана для более общего случая – для моноклинной среды.

6. в главе 1 в общей постановке задачи для оболочек не представлены осредненные определяющие соотношения оболочек, связывающие усилия, моменты и перерезывающие силы с деформациями оболочки

7. не представлена информация о конкретном алгоритме перехода от изображений к оригиналам, о чем упоминается на стр.5

8. в четвертой главе не полностью описана постановка задачи при действии температуры, а метод ее решения изложен только схематично.

В отзывах на автореферат следует отметить такие замечания:

1. В автореферате пункта 3.3 (стр16.17) приведены результаты расчетов НДС по уточненной теории композитных оболочек без учета пьезоэффекта, а так же с учетом пьезоэффекта и при наличии пьезоэлектрических слоев на внешней и внутренней поверхностях оболочки. Сравнение результатов расчета, полученных автором, с результатами других вариантов уточненной

теории проводится по параметру S (таб.3.1). Отсутствует расшифровка указанного параметра.

2. Невридая на обширный перечень научных литературных источников по теме исследования (142 наименования), диссертант в автореферате уделил недостаточно внимания описанию места своего исследования среди найденных в открытом доступе.

3. Судя по автореферату, в диссертации отсутствуют расчеты тонкостенных и толстостенных цилиндрических элементов реальных конструкций, что не добавляет ценности выполненному исследованию.

4. В качестве замечания, считаю необходимым отметить, что в автореферате следовало бы указать, что над проблемой механики пьезоматериалов работали многие известные специалисты (достаточно указать монографию В.З.Партона и Б.А.Кудрявцева «Электромагнитоупругость пьезоэлектрических и электропроводных тел»).

5. Отсутствие комментариев по вопросу степени сходимости тригонометрических рядов для определения искомых величин.

6. В автореферате отсутствует объяснение некоторых обозначений в системе уравнений.

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 определения напряженно-деформированного состояния цилиндрических оболочек с учетом пьезоэффекта в уточненной постановке;

предложены подходы к построению уточненной теории цилиндрических оболочек из пьезоматериалов, находящихся под действием электромеханических нагрузок, основанные на аппроксимации их перемещений полиномами третьего порядка;

доказана применимость используемого метода решения уравнений уточненной математической модели тонкостенных оболочек в теории электроупругости;

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 с учетом пьезоэффектом;

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 преобразования Лапласа, метод матричной прогонки;

изложены идеи уточнения математической модели деформирования цилиндрических оболочек, выполненных из пьезоматериалов за счет повышения порядка аппроксимации;

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

изучено напряженно-деформированное состояние цилиндрических оболочек, изготовленных из многослойных анизотропных материалов с учетом пьезоэффекта при действии различных видов электротермомеханических нагрузок;

проведена модернизация классических моделей цилиндрических оболочек с учетом пьезоэффекта.

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

разработан метод уточнения напряженно-деформированного состояния цилиндрических оболочек из пьезоматериалов;

определены перспективы практического использования предложенной теории на практике;

создана уточненная математическая модель для определения напряженно-деформированного состояния цилиндрических оболочек с учетом пьезоэффекта;

представлены рекомендации и предложения по дальнейшему усовершенствованию методик уточнения напряженно-деформированного состояния цилиндрических оболочек с учетом пьезоэффекта.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Теория основана на законах механики деформируемого твердого тела и уравнениях электростатики;

идея базируется на разложении перемещений оболочек 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 цилиндрических оболочек с учетом пьезоэффекта, в проведении численных расчетов и анализе результатов вычислений.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

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

На заседании «08» июня 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Нгуен Ле Хунг ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 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 20, 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.

«08» июня 2022 года

