

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.092.07 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14 февраля 2020 протокол № _____

О присуждении **Ньейн Ситт Найнг (Nyein Sitt Naing)**, гражданину **Республики Союз Мьянма**, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние изменения температуры внешней среды на собственные частоты и формы колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек» соответствует специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела принята к защите 10 декабря 2019 года, протокол № 17, диссертационным советом Д212.092.07 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет, «КнАГУ», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, приказ Минобрнауки России от 24 июня 2016 г. № 787/нк.

Соискатель Ньейн Ситт Найнг, 1988 года рождения, в 2013 году окончил Российский университет транспорта «РУТ «МИИТ», с присуждением квалификации Магистр по направлению подготовки 23.01.00 «Информатика и вычислительная техника». В октябре 2019 года окончил очную аспирантуру при ФГБОУ ВО «КнАГУ» по направлению подготовки 01.06.01 математика и механика, профилю подготовки 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела с присуждением «квалификации» исследователь. Преподаватель-исследователь. В настоящее время временно безработный.

Диссертация выполнена на кафедре «Механика и анализ конструкций и процессов» ФГБОУ ВО «КнАГУ».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, Сысоев Олег Евгеньевич, декан факультета «Кадастра и строительства» ФГБОУ ВО «КнАГУ».

Официальные оппоненты:

Козлов Владимир Анатольевич, доктор физ.-мат. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительная механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ВГТУ), г. Воронеж;

Любимова Ольга Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Механика и математическое моделирование» Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ФГАОУ ВО «ДВФУ») г. Владивосток
дали положительные (отрицательные) отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск в своём положительном

заклучении, подписанным Валерием Валерьевичем Леповым, доктором технических наук, руководителем научного направления, и утверждённым Лукиным Евгением Саввичем, кандидатом технических наук, временно исполняющим обязанности директора ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова» Сибирского отделения Российской академии наук указала, что диссертация Ньейна Ситта Найнга соответствует паспорту специальности 01.02.04 по следующим пунктам: установление законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; решения технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения; планирование, проведение и интерпретация экспериментальных данных по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов; и включает области исследований: теория моделей деформируемых тел с простой и сложной структурой; математические модели и численные методы анализа применительно к задачам, не допускающим прямого аналитического исследования; экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой проведено исследование влияния изменения температуры внешней среды на собственные частоты и формы колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек. Работа удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присвоения ученых степеней», предъявляемых ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Ньейн Ситт Найнг заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 18 работ, в том числе: 7 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и 5 статей РИНЦ; одну статью, опубликованную в журнале уровня цитирования Web Of Science; две статьи уровня Scopus. Получен один патент на изобретение и один патент на полезную модель, а также одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Авторский вклад в подготовку работ состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальной части работы, а также выполнении теоретической части работы и интерпретации экспериментальных данных.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Nyein Sitt Naing Investigation to the location influence of the unified mass on the formed vibrations of a thin containing extended shell/ Sysoev O.E., Dobryshkin A.Yu., Naing N. S.// Materials Science Forum, 2019, Vol.945, p885-892,8p; DOI:10.4028/www.scientific.net/MSF.945.885, Database: Applied Science & Technology Source. Academic Journal of Indiana University–Purdue University Indianapolis (IUPUI) Libraries.

2. Ньейн С.Н. Современные испытательные стенды для бесконтактного исследования свободных колебаний замкнутых и разомкнутых цилиндрических оболочек / Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Ньейн С.Н., Кохоров К.К.// Ученые записки КНАГТУ-2017.- № 1.

3. Ньейн С.Н. Влияние присоединенной массы и температурного сдвига на

собственные колебания тонких пластин (мембран) / Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Ньейн С.Н. // Ученые записки КнАГТУ-2017.- № 2.

4. Ньейн С.Н. Аналитическое и экспериментальное исследование свободных колебаний разомкнутых оболочек из сплава Д19, несущих систему присоединенных масс / Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Ньейн и Сит Наинг // Труды МАИ. Выпуск № 98, 2018г.

5. Ньейн С.Н. Исследование собственных колебаний и напряженно-деформированного состояния замкнутого кольца при местном нагреве/ Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Ньейн С.Н. // Ученые записки КнАГТУ-2018.-№ 1, с 34-38.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все отзывы положительные, указывается основное отражение замечаний).

Отзыв на диссертацию ведущей организации ФГБУН ИФТПС им. В.П. Ларионова СО РАН:

1. Диссертантом представлена новая математическая модель, основанная на системе нелинейных дифференциальных уравнений динамики оболочек с начальной неправильностью формы, обусловленной возникающей вследствие локального температурного воздействия деформацией, приближенно решаемая методом Бубнова-Галеркина. Погрешность, вызываемая линеаризацией, при этом не оценена. Однако при непосредственных расчетах зависимости собственной частоты колебаний стальных оболочек от температуры выявлено отличие традиционной модели от эксперимента при повышении температуры от 250 °С более чем 5%, а новой менее чем 5% до 300 °С. Насколько это различие принципиально для приближенного расчета?

2. Одна из поставленных диссертантом задач (7) предусматривает разработку устройства, «способного корректировать свободные колебания тонкостенных цилиндрических конструкций при различных внешних воздействиях». Разработанное «Устройство обследования состояния конструкций» позволяет вести мониторинг оболочек, учитывая влияние кривизны на частотные характеристики и колебания конструкций. В каком диапазоне обеспечивается корректировка колебаний оболочечных конструкций? Необходимо пояснить, в каких рамках и за счет чего происходит обеспечение безопасности функционирования конструкции?

3. Диссертантом дана оценка влияния на свободные колебания тонкостенных конструкций неправильности формы вследствие деформации, вызванной локальным повышением температуры, однако не учитывается сочетание повышенных и пониженных температур. Такая задача остаётся актуальной для условий резко-континентального климата России. Может ли модель и результаты диссертации быть применены для конструкций, эксплуатирующихся в условиях резких суточных колебаний температуры, в том числе при низких климатических температурах?

4. Следует отметить, что в работе имеются опечатки, орфографические и стилистические ошибки, которые не затрудняют понимание работы, однако некоторые из них достаточно курьёзны. Например, в первой и второй главах диссертации вместо слова «случаи» используется «сучаи». В некоторых таблицах имеются неверные обозначения. Например, вместо «Химический элемент» и «Содержание в %» в соответствующих ячейках табл. 2.4 и 2.6 присутствуют «Марка материала» и «Химический состав, %».

Отзыв на диссертацию официального оппонента Козлова В.А. содержит следующие замечания:

1. Пункты научной новизны результатов диссертационного исследования (стр. 19 диссертации, стр. 4 автореферата) представлены слишком кратко, в виде отдельных частных результатов.

2. В первой главе «Состояние вопроса по исследованию динамики тонкостенных цилиндрических оболочек при температурных воздействиях» непосредственное отношение к рассматриваемой области исследования имеет отношение лишь п. 1.4. В пунктах 1.1 – 1.3 представлены общеизвестные формулы колебаний оболочек, к тому же нелинейные и вынужденные колебания в представленной работе не рассматриваются.

3. Во 2-ой главе очень подробно описана схема проведения эксперимента, характеристики применяемого оборудования, описание моделей оболочек, химический состав материала образцов, но нет сравнительного анализа полученных частотных спектров (рис. 2.13 – 2.20 на стр. 59–61) для образцов при шарнирном опирании по торцам и жестком закреплении одного из них, при различной температуре и из разного материала.

4. В главе 3 представлено несколько математических моделей колебаний тонкостенных замкнутых цилиндрических оболочек. Не указано, на какой именно подход опирался автор при получении численных результатов, представленных на рис. 3.5 – 3.18, чем обоснован этот выбор.

5. В главе 3 на рис. 3.19 – 3.21 (стр. 137–139 диссертации) представлен сравнительный анализ экспериментальных, традиционных и новых теоретических данных. Согласно этим кривым эффективность применения предлагаемой уточненной модели ограничена температурным диапазоном от 250 °С до 300 °С, так как до 250 °С первые частоты колебаний, полученные традиционным и новым подходом практически совпадают, а после 300 °С «уточненная математическая модель потеряет точность полученных результатов» (стр. 140 диссертации).

6. В главе 4 представлены схема и описание работы устройства для мониторинга конструкций из тонкостенных цилиндрических оболочек, но нет натуральных фото этого устройства.

7. Пункты общих выводов по диссертации следовало бы сгруппировать по блокам (эксперимент и его результаты, новая математическая модель и сравнение с экспериментом, разработка программного обеспечения и устройства обследования состояния конструкций), сократив количество пунктов до 4 – 5.

8. В качестве замечания по оформлению материала диссертационной работы укажем на некорректную запись граничных условий (3.34) (стр. 96 диссертации), где между собой приравниваются хотя и нулю, но величины различной размерности: перемещение, изгибающий момент, сила и деформации.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Любимовой О.Н. содержит следующие замечания:

1. При описании полученных экспериментальных результатов в главе 2 не приведены данные о количестве проведенных экспериментов и результатах их статистической обработки, что затрудняет оценку достоверности полученных результатов. При проведении дополнительных экспериментальных исследований зависимости механических свойств стального сплава Х17 и алюминиевого сплава Д12 от температуры при одноосном растяжении в Таблицах 2.5 - 2.7 и на Рисунках 2.36 ошибочно указаны значение и размерность модуля упругости соответственно. Не

ясно, почему сильно различаются значения и характер зависимости модуля упругости для сплава X17 на Рисунках 2.23, 2.36 и 2.37 для одного и того же температурного интервала?

2. В названии Главы 3 автор пишет о тонких цилиндрических оболочках, при этом записывает краевую задачу об изгибе, а затем о колебании пластины, не обосновывая переход на «прямоугольный план», из фотографий экспериментально исследуемых цилиндрических оболочек, приведенных на Рис. 2.11-2.12 следует, что вряд ли такое допущение приемлемо.

3. Не вполне ясно, какую именно из рассмотренных краевых задач соискатель довел до численной реализации и получил графики на Рис. 3.5-3.13.

4. По тексту диссертации и автореферату встречаются опечатки в формулах, например на стр. 86 в формулах (3.8) - (3.9), стр.87 (3.12), на стр. 88 (3.18) и т.д. Приводятся обозначения разными символами одного и того же, например, вторые производные по перемещению срединной поверхности по координатам то x (хи) то X , температура то t , то T (3.11), а иногда Q (3.3).

Отзыв на автореферат Сорокина Федора Дмитриевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры "Прикладная механика" ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) содержит следующее замечание:

1. В автореферате не описан тип нагревательного элемента, используемого для проведения экспериментальных исследований, и осталось непонятным каким образом происходит управление нагревом (температурой).

2. Замечен ряд опечаток, в частности, в формулах (1) и (17) перед ε_{12} , вероятно пропущен множитель 2, а в выражении для S из формулы (17) коэффициент Пуассона записан не с тем знаком.

Отзыв на автореферат Кудрявцева Сергея Анатольевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Мосты, тоннели и подземные сооружения» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» не содержит замечаний.

Отзыв на автореферат Буханько Анастасии Андреевны, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное Государственное Автономное Образовательное Учреждение Высшего Образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет) содержит замечаний:

1. В тексте автореферата имеются опечатки и грамматические ошибки. Например, на стр. 7 «Описан стенд позволяющий проводить экспериментальные исследования, необходимое для проведения экспериментальных исследований...».

2. К рисункам 5-8 в тексте автореферата нет описаний. Кроме того, остается догадываться как типы нагрева образца, представленные в таблице 1, относятся к вариантам №1-4, указанным в подписях к этим рисункам.

3. В тексте автореферата даны определения не для всех используемых в математической модели величин. Также на стр. 12 последний абзац начинается словами «В случае отсутствия p_1 и p_2 ...», но в представленных формулах этих величин нет.

4. На стр. 12 дано определение « ε - коэффициент линейного трения», однако

далее ε используется как параметр волнообразования.

Отзыв на автореферат Куколева Максима Игоревича, доктора технических наук, старшего научного сотрудника, профессора Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства, ФГАОУ ВО «Сант-Петербургский политехнический университет Петра Великого» содержит замечания:

1. На стр. 9 применяется термин «температурный нагрев». Не является ли он ошибочным?

2. Необходимо пояснить – как задается начальное распределение температур в оболочке, соответственно, начальные внутренние напряжения?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными специалистами в исследуемой области, а ведущая организация широко известна достижениями работающих в ней специалистов в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

создан программный модуль для расчета параметров колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки при динамическом изменении формы оболочки от неравномерного воздействия градиента высоких температур;

разработан: алгоритм расчетов, способный в режиме реального времени рассчитывать параметры колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек при изменении модуля Юнга конструкционного материала от воздействия высоких температур;

предложено: использование разработанной автором математической модели, для расчета колебаний тонкостенных **цилиндрических** оболочек, имеющих начальные неправильности, возникающие при локальных температурных деформациях;

доказано:

-влияние способа закрепления оболочки, на параметры ее волнообразования в продольном и поперечном направлении;

-влияние способа закрепления оболочки и её диаметра, на число полуволн;

-перспективное использование полученных в ходе решения задачи колебаний цилиндрических оболочек при изменении температуры оболочки результатов на практике, при создании устройств, обеспечивающих нормальную эксплуатацию зданий и сооружений при случайном возбуждении колебаний конструкций.

Теоретическая значимость исследования состоит в следующем:

доказана: работоспособность предложенной математической модели колебаний цилиндрической оболочки при температурном воздействии на основе вариационной формулировки задачи, более точно описывающей механизм колебаний оболочечных конструкций.

установлено: эффективное применение принципа возможных перемещений для частной задачи расчета колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки, имеющей начальные неправильности формы, возникающие от локального изменения температуры оболочки;

раскрыто: преимущество предложенного подхода при определении параметров колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек от воздействия высоких температур при изменении модуля Юнга материала и формы оболочки.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы: общие уравнения колебаний оболочек; метод Бубнова-Галеркина, а так же общий принцип минимума полной энергии системы, принцип возможных перемещений;

изложены: тенденции и зависимости изменения модуля Юнга материала при изменении температуры материала;

условия колебательного режима работы оболочки, полученные с помощью проведения экспериментальных исследований, а именно геометрические параметры, характеристики внешних воздействий и численные частотные характеристики;

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

-разработано «Устройство обследования состояния конструкций» для мониторинга колебательных процессов оболочечных конструкций, прогнозирование вхождения конструкций в состояние резонанса и запуска устройств компенсации колебаний для недопущения вхождения колебательных процессов в резонансный режим.

-разработано «Устройство возбуждения механических колебаний» позволяющее корректировать свободные колебания оболочек и обеспечить безопасность эксплуатации оболочечных конструкции;

-разработано и зарегистрировано программное обеспечение «Определение состояния конструкций, расчет оболочек, строительных материалов» (ОСКРОСМ2017), позволяющее рассчитывать влияние формы и начальных неправильностей оболочки на частотные характеристики колебаний конструкций;

разработаны и внедрены:

-результаты исследования внедрены в учебный процесс Комсомольского-на-Амуре государственного университета и используются в учебном процессе при чтении лекций по дисциплине: теоретическая механика для студентов строительного факультета;

-результаты данного исследования получили одобрение и используются при рассмотрении задач, связанных с колебаниями цилиндрических оболочек, в строительном управлении ЗАО «УМР-4» г. Комсомольска-на-Амуре.

определены:

-зависимости влияния температуры и изменение модуля Юнга материала на параметры колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек;

-численные характеристики колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки при изменении температуры и различных условиях закрепления тонкостенных цилиндрических оболочек при воздействии температур;

создан: стенд для исследования свободных колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек, позволяющий экспериментально на небольших моделях с высокой достоверностью оценить воздействия температурных деформаций на свободные колебания, а также методика и программа проведения экспериментальных

исследований, колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек при измерении градиента температур.

представлены: методические рекомендации и предложения по дальнейшему совершенствованию результатов теоретических и экспериментальных исследований колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек при локальном изменении температуры;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: экспериментальные исследования проводились на современном оборудовании: декартовый энергодисперсионный рентгеновский флуоресцентный спектрометр «NEX CG Rigaku»; вихретоковой пробник ZET 701; испытательный молоток AU03.

теория: построена на известных подходах с применением общих уравнениях колебаний оболочек и теории Власова и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации соискателя; на уравнениях колебаний оболочек, полученных Лейзеровичем в работе «Исследование динамических характеристик круговых цилиндрических оболочек с начальными неправильностями»;

идея базируется: на анализе практики и обобщении передового опыта в части колебаний оболочечных конструкций, в частности колебаний цилиндрических оболочек, имеющих начальные неправильности формы

Личный вклад автора. Соискателем выполнена постановка проблемы, определен круг задач экспериментальных и теоретических исследований, а так же разработана общая концепция работы. Соискатель разработал испытательный стенд для проведения экспериментальных исследований, разработал методику проведения экспериментальных исследований, изготовил образцы для постановки экспериментов, провел многочисленные эксперименты для выявления зависимости численных характеристик колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек и характеристиками локальных зон нагрева. Автор принимал участие в оформлении печатных работ и подготовке докладов на мероприятиях различного уровня, внес большой вклад в апробацию работы. Представленные результаты исследований с последующим их обобщением, анализом, обработкой и интерпретацией для цилиндрических оболочек и характеристиками локальных зон нагрева выполнены автором самостоятельно.

Заключение:

Диссертация представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует паспорту специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела по п.6,8,9.

На заседании 14.02.2020 г. диссертационный совет Д 212.092.07 принял решение присудить **Ньейну Ситту Найнгу** ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела за решение задачи по определению частот и форм колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек при наличии неправильности формы и градиента температуры, имеющей существенное значение для механики деформируемого твердого тела. При проведении

тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против нет, недействительных бюллетеней 1.

Председатель
диссертационного совета



Дмитриев Эдуард Анатольевич

Учёный секретарь
диссертационного совета

14 февраля 2020 года

Григорьева Анна Леонидовна