

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИПРИМ РАН,
доктор технических наук



Власов А.Н.

«26» 2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Фам Винь Тхиен
«**Напряженно-деформированное состояние сферических и конических оболочек на основе уточненной теории**», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 –
«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Актуальность темы диссертации

В настоящее время тонкостенные пластинки и оболочки представляют собой основные несущие элементы ответственных инженерных конструкций и сооружений, применяемых в современной авиационной и ракетной технике, судостроении, энергетическом и химическом машиностроении и т.д. Существующие методы расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) пластин и оболочек базируются на результатах классической теории типа Кирхгофа-Лява, в основу которой была положена гипотеза о сохранении нормального элемента, позволившая привести трехмерную проблему теории упругости к двумерной. Гипотезы классической теории не позволяют в полной мере учитывать поперечные деформации пластин и оболочек, что приводит к значительным погрешностям при определении НДС в зонах соединений, стыков, локального и быстро изменяющегося нагружения, а также пластин и оболочек из многослойных материалов. Эти недостатки заставляют разрабатывать более достоверные по сравнению с классической теорией методы исследования пластин и оболочек. Поэтому проблема построения уточненной теории сферических и конических оболочек является актуальной.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

27 05 2021 г.

Содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка аббревиатур и условных обозначений, списка литературы, содержащего 136 наименований, двух Приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, представлены объект и предмет научных исследований, сформулированы цель и задачи исследования, определена научная новизна и практическая значимость полученных автором результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту, сведения об апробации результатов диссертационной работы, а также дано краткое содержание работы по главам.

В первой главе диссертации приведен обзор литературы, относящейся к теме диссертации. Дана постановка задачи исследования. Для описания уточненного НДС оболочки используются уравнения трехмерной теории упругости в триортогональной криволинейной системе координат. Перемещения оболочки представляются в виде полиномов по нормальной к срединной поверхности координате на две степени выше, чем в классической теории типа Кирхгофа-Лява. На основе вариационного принципа Лагранжа построены двумерные дифференциальные оболочки вращения в обобщенных усилиях и сформулированы соответствующие граничные условия.

В этой главе представлен алгоритм решения сформулированной краевой задачи по определению перемещений, деформаций и тангенциальных напряжений. Поперечные компоненты напряжений определяются интегрированием соответствующих уравнений равновесия трехмерной теории упругости.

Во второй главе путем преобразования сформулированной краевой задачи к частному случаю изотропной сферической оболочки построены уравнения равновесия в перемещениях с соответствующими граничными условиями. На основе разложения перемещений в тригонометрические ряды по окружной координате уравнения в частных производных приведены к

обыкновенным дифференциальным уравнениям. Представлены методика и алгоритм решения сформулированной краевой задачи, основанные на методах конечных разностей и матричной прогонки. Приведены результаты расчетов и параметрического анализа НДС сферических оболочек при различных вариантах внешних нагрузок. Выполнено сравнение результатов расчета по уточненной теории с данными классической теории и других вариантов уточненных теорий.

В третьей главе представлена система дифференциальных уравнений в частных производных и сформулированы соответствующие граничные условия в перемещениях для изотропной конической оболочки. Приведена методика расчета изотропной конической оболочки. Показаны результаты расчетов и параметрического анализа НДС пластин.

В четвертой главе разработаны уточненная математическая модель НДС многослойных ортотропных композитных оболочек и алгоритм определения НДС. Дано сравнение полученных результатов с данными классической и других вариантов уточненной теории, опубликованными в международных журналах Scopus и WoS. Приведен параметрический анализ НДС многослойной композитной сферической и конической оболочек.

В заключении приведены основные результаты по главам и выводы по диссертационной работе.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы Фам Винь Тхиен заключается в следующем.

1. Впервые разработана математическая модель и построены двумерные уравнения и граничные условия для определения НДС сферических и конических оболочек на основе трехмерных уравнений теории упругости с использованием представления компонентов НДС полиномами по нормальной к срединной поверхности координате на две степени выше относительно классической теории типа Кирхгофа-Лява и

последующим применением вариационного принципа Лагранжа.

2. Для сферических и конических оболочек, изготовленных из изотропных и многослойных композиционных материалов, получены системы дифференциальных уравнений в перемещениях и соответствующие граничные условия.

3. Дано решение сформулированной краевой задачи для определения НДС оболочки по уточненной теории на основе методов разложения в тригонометрические ряды, конечных разностей и матричной прогонки.

4. Впервые показано, что для сферических и конических оболочек вблизи зон искажения НДС компоненты напряженного состояния, определяемые по уточненной теории, из-за наличия дополнительного напряжения типа «погранслой», существенно отличаются от значений, соответствующих классической теории.

5. Предлагаемые математические модели НДС сферических и конических оболочек позволяют определять непрерывное распределение напряжений по толщине оболочки, что очень важно для расчета прочности и долговечности многослойных элементов конструкций, в том числе из композиционных материалов.

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов обеспечивается корректным использованием проверенных методов механики деформируемого твердого тела, применением при решении краевых задач строгих математических методов, а также сравнениями результатов расчета по уточненной теории с данными других вариантов уточненных теорий, а также классической теории при определении внутреннего напряженного состояния оболочек.

Практическая значимость

Результаты, полученные в диссертационной работе на основе теоретических и численных исследований, могут быть использованы при

расчетах на прочность и долговечность силовых корпусов летательных аппаратов, элементов конструкций в различных отраслях машиностроения на этапах проектирования перспективной техники.

Замечания по диссертационной работе.

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

2. Отсутствие рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы исследований.

Данные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Фам Винь Тхиен.

Заключение по диссертационной работе

По теме диссертации автором опубликовано 12 печатных работ, в том числе 4 статьи в журналах из Перечня ВАК РФ, 2 статьи в журналах, цитируемых МБД Scopus и WoS, 6 тезисов докладов в материалах Международных конференций и симпозиумов. В материалах совместных публикаций в журналах из Перечня ВАК РФ личный вклад автора является определяющим.

Полученные результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по специальности 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Автореферат в полном объеме отражает содержание диссертации.

В итоге диссертация Фам Винь Тхиен «Напряженно-деформированное состояние сферических и конических оболочек на основе уточненной теории» является законченным научным исследованием, соответствующим требованиям п.п. 9-14 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 30.07.2014 г.), а ее автор Фам Винь Тхиен, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 -

«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Отзыв рассмотрен на заседании отдела механики структурированной и гетерогенной среды и утвержден Ученым советом ИПРИМ РАН; протокол №04/21 от «26» мая 2021 г.

Заместитель директора по
научной работе ИПРИМ РАН,
доктор физико-математических наук

Данилин Александр Николаевич

Ученый секретарь ИПРИМ РАН,
кандидат физико-математических наук

Карнет Юлия Николаевна



Контактные данные организации:

ФГБУН Институт прикладной механики Российской академии наук.

125040, г. Москва, Ленинградский проспект, д.7, стр.1.

Телефон: +7 495 946-18-06.

Факс: +7 495 946-18-03.

Адрес электронной почты: iam@iam.ras.ru

Официальный сайт: <https://iam.ras.ru>