

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Серёгина Сергея Валерьевича на тему: «Влияние малой присоединенной массы на собственные частоты и формы колебаний тонких круговых цилиндрических оболочек», по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений. Круговые цилиндрические оболочки широко используются в современном машино- и приборостроении, в строительстве, в ракетной и космической технике. В условиях своей эксплуатации оболочки неизбежно испытывают различного рода динамические нагрузки, которые нередко приводят к колебательной потере устойчивости. Предметом исследования диссертационной работы являются оболочечные конструкции, имеющие дополнительные присоединенные элементы, моделируемые в теоретических исследованиях присоединенной массой. В этом случае оболочка становится динамически асимметричной, что как известно, при внешнем периодическом воздействии на нее может привести к резонансному режиму колебаний. В настоящее время сложились известные противоречия между результатами экспериментальных исследований и традиционным теоретическим решением задачи о колебаниях цилиндрической оболочки с присоединенной массой. Данное обстоятельство требует уточнения традиционной математической модели. Это дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, - является актуальной. Целью диссертации является использование нового подхода к решению задач механики оболочек для изучения вопросов влияния величины присоединенной массы, ее местоположения и площади контакта, геометрических и волновых параметров оболочки с присоединенной массой на величину меньшей из расщепленных частот низшего тона колебаний цилиндрических оболочек.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Основные положения и выводы диссертации базируются на многолетних исследованиях автора и его руководителей в области динамических процессов круговых цилиндрических оболочек. Для решения задач применяется новый (нетрадиционный) подход к описанию формы линейных колебаний исследуемых оболочек. Полученные численные и аналитические результаты апробируются сравнением с экспериментальными исследованиями (как собственными, так и по результатам других авторов). Разрабатываемые подходы решения выверяются на основе тщательного литературного обзора отечественных и зарубежных научных источников (75 источников в списке используемой литературы).

Адекватность разработанных в диссертации подходов обеспечивается, с одной стороны, использованием современных технологий компьютерного моделирования, эффективных математических моделей и расчётных методов, а с другой – прикладным характером полученных результатов, ориентированных на внедрение в инженерную практику на производстве и в обучении (результаты исследований внедрены в ОАО «Амурский судостроительный завод» и используются в учебном процессе Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета при чтении лекций).

Различные аспекты работы широко докладывались и обсуждались на семинарах и конференциях в ведущих научных коллективах в области механики, математического моделирования, материаловедения. Результаты диссертации опубликованы в 7 изданиях из перечня ВАК. Индекс цитирования РИНЦ – 29, h-индекс – 3. Все это даёт возможность говорить о достаточной обоснованности полученных в работе результатов и сформулированных выводов и рекомендаций.

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов при решении поставленных задач обеспечивается: использованием классических уравнения линейной теории гибких оболочек, адекватных математических и физических моделей, подробно описанных в научной литературе и соответствующих современному уровню исследований в области рассматриваемых явлений; использованием известного метода Бубнова-Галеркина для аналитического решения поставленных задач; использованием метода конечных элементов в среде пакета MSC «Nastran» для численного исследования; использованием результатов натуральных экспериментов, а также литературных данных при определении влияния присоединенной массы и геометрических параметров оболочки на ее свободные колебания; соответствием расчётных результатов, полученных автором, экспериментальным и теоретическим данным других исследователей.

Новизна и практическая значимость научных положений, выводов и рекомендаций. В диссертации получен ряд новых результатов, в первую очередь связанных с влиянием геометрических и волновых параметров оболочки на снижение безразмерной собственной частоты колебаний круговой оболочки с присоединенной массой.

Диссертантом использован новый подход к построению динамической конечномерной модели, согласно которому считается, что возбуждение малых изгибных колебаний оболочки по одной из собственных форм приводит не только к возникновению сопряженной изгибной формы, но и к возникновению радиальных колебаний.

С использованием нового аппроксимирующего выражения для динамического прогиба конечномерной оболочки, несущей присоединенную массу, получены новые решения задач влияния малой присоединенной массы на свободные колебания тонких оболочек.

Аналитически, численно и экспериментально установлена зависимость основной частоты системы «оболочка-масса» как от величины присоединенной массы, так и от геометрических и волновых параметров оболочки.

На основе численного решения обнаружена новая зона возможного расщепления изгибно-частотного спектра кольца (последний факт не подтверждается результатами аналитического решения)

Полученные результаты определяет практическую значимость работы, и свидетельствуют о сложном динамическом поведении идеальных и реальных оболочек, несущих малую присоединенную массу. Обнаружено значительное расщепление изгибного частотного спектра оболочки, несущей присоединенную массу. Даны практические рекомендации по выбору места крепления присоединенной массы для возможности управления расщеплением изгибного частотного спектра. Установлено, что при некоторых геометрических параметрах оболочки конечной длины частоты и амплитуды радиальных колебаний могут быть соизмеримы с изгибными, что может привести при определенных внешних нагрузках к возникновению резонансных зон. Результаты исследований, а также разработанные и зарегистрированные в Роспатенте программы на ЭВМ, представляют интерес и могут быть использованы в организациях, занимающихся проектированием, оптимизацией и расчетом оболочечных конструкций на прочность, применяемых в космической технике, ракетостроении, авиастроении, судостроении и в других отраслях промышленности.

Содержание диссертации. Работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и 5 приложений. Во введении дается общая формулировка проблемы, раскрывается актуальность и практическая значимость темы диссертации. Сформулированы цели и основные задачи исследования.

Первая глава посвящена анализу научной литературы по теме диссертации. Намечены основные проблемы для решения.

Во второй главе приводится математическая модель исследования. Рассматривается новая форма для прогиба оболочки с присоединенной массой, отличающаяся от традиционной слагаемым, отвечающим за радиальные колебания оболочки.

Третья глава посвящена решению задачи о колебаниях кольца, несущего малую присоединенную массу, в условиях начального прогиба. Аналитически получено, что меньшая из расщепленных безразмерных частот снижается при увеличении амплитуды начального прогиба и толщины оболочки. Численно установлено, что четном числе окружных волн начальных несовершенств n_0 заметное расщепление частотного спектра наблюдается не только при числе волн в окружном направлении $n=n_0$, но и при $n=n_0/2$. Получено, что нежелательным эффектом расщепления изгибного частотного спектра кольца с начальными неправильностями можно управлять соответствующим подбором величины и места крепления присоединенной массы.

В четвертой главе рассматриваются колебания тонкой круговой цилиндрической оболочки конечной длины. Численно и аналитически получено, что присоединенная масса приводит к расщеплению изгибного частотного спектра, при этом меньшая из расщепленных собственных частот зависит не только от величины присоединенной массы, как это принято считать в настоящее время, но и от геометрических размеров оболочки. Так уменьшение длины оболочки приводит к снижению основной безразмерной частоты системы. Исследование площади контакта присоединенной массы показало, что с уменьшением площади контакта основная частота колебаний системы понижается.

В пятой главе приведены результаты проведенных диссертантом экспериментальных исследований колебаний оболочек с присоединенной массой. Получено, что образцам с меньшей длиной и толщиной оболочки соответствуют меньшие частоты основного тона системы «оболочка-масса».

Шестая глава посвящена свободным колебаниям оболочки с равномерно распределенной массой по образующей цилиндрической оболочки. Получено, что для колебаний оболочки с равномерно распределенной по образующей массой характерны те же особенности, что и для оболочки, несущей сосредоточенную массу, однако все эффекты менее выражены.

В седьмой главе на основе теоретического исследования колебаний оболочки с присоединенной массой, распределенной по направляющей цилиндра, получено, что частотный спектр не расщепляется, и две равные частоты изгибных колебаний зависят только от величины присоединенной массы.

В заключительной части диссертации сформулированы основные выводы работы.

В приложениях приведены три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и два акта о внедрении и использовании результатов.

В целом, содержание и оформление диссертации оставляет хорошее впечатление. Работа написана грамотным научным языком, автор четко и правильно оценивает состояние дел в исследуемых вопросах, возможности математического моделирования и численного исследования, дает надлежащую интерпретацию полученным результатам.

Замечания и вопросы по диссертационной работе. Не смотря на безусловно положительную в целом оценку работы, хочется обратить внимание на ряд дискуссионных моментов и сделать некоторые замечания.

1. На наш взгляд при исследовании влияния толщины оболочки на основную частоту системы «оболочка-масса» в результатах автора наблюдаются некоторые противоречия. Так,

например, аналитическое исследование показывает, что увеличение толщины оболочки (рост параметра ε) приводит к уменьшению основной безразмерной частоты собственных колебаний оболочки (кольца) Ω_{n1} (рис. 3.7, 4.1, 6.2 в диссертации, или рис.3 и рис. 5 в автореферате). В то время как результаты численного и экспериментального исследований показывают прямо противоположный результат, а именно, что уменьшение толщины оболочки приводит к понижению частоты Ω_{n1} (рис. 4.6, таблица 5.5 в диссертации, или табл. 2 в автореферате).

2. Вызывает сомнение формулировка автором научной новизны: «В работе **предложен** новый подход к построению динамической конечномерной модели ...». На наш взгляд, здесь более уместен будет глагол «**использован**», так как данный подход уже был предложен ранее другими авторами (Н.А.Тарануха, Г.С.Лейзерович. ПМТФ. 2001.Т.42, №2)

3. Непонятно, как измерялась собственная частота колебаний оболочки без присоединенной массы в эксперименте. Хотелось бы расширить экспериментальные данные результатами по оболочкам одинаковой длины и разной толщины.

4. В диссертации и в автореферате имеется ряд незначительных опечаток и неточностей. Так, на стр. 65 в формуле для параметра ε стоит неверная степень у величины n . На стр. 43 в третьей строке сверху слово «параметр» надо заменить на слово «значениях». В автореферате единственная приведенная таблица обозначена номером 2.

Отмеченные недостатки не снижают качество исследований, и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Результаты диссертации опубликованы в 23 научных работах, содержание которых соответствует тексту диссертации.

Таким образом, диссертация Серёгина Сергея Валерьевича «Влияние малой присоединенной массы на собственные частоты и формы колебаний тонких круговых цилиндрических оболочек», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент

Погорелова Александра Владимировна, кандидат физико-математических наук, ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук 681005, г.Комсомольск-на-Амуре, ул.Металлургов, 1, тел. (4217)549439, mail@imim.ru

Дата

05.05.2015

(подпись)

(расшифровка подписи)

Подпись к.ф.-м.н. А.В.Погореловой закреплена
Директор ИМиМ ДВО РАН, член-корр. РАН

А.А.Буренин