

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Грекова Михаила Александровича на диссертацию Нестерчука Григория Анатольевича на тему «Колебания и устойчивость тонкостенной упругой цилиндрической оболочки, сопряженной с пластинами разных форм», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Актуальность темы диссертации. Тонкостенные оболочечные конструкции применяются во многих областях техники, в частности, в нефтегазовой и аэрокосмической промышленности, а также при создании корпусов ракет, глубоководных аппаратов и др. Для увеличения прочности и надежного функционирования оболочки при динамических воздействиях используются круговые ребра жесткости – шпангоуты. При таком усилении требуется сохранить первоначальный вес конструкции и повысить, насколько это возможно, основную частоту собственных колебаний, при которой низкочастотные воздействия не приводили бы к резонансным явлениям. Не менее важную роль играют ребра жесткости в вопросе повышения предельного внешнего давления, приводящего к потере устойчивости оболочечной конструкции. Поэтому тема диссертации, в которой исследуются влияние закона распределения жесткостей шпангоутов разной высоты на фундаментальную частоту и форму собственных колебаний подкрепленной цилиндрической оболочки, решается задача о потере устойчивости такой оболочечной конструкции, исследуются низшие собственные частоты и формы колебаний конструкции, состоящей из замкнутой круговой цилиндрической оболочки с присоединенной к ней концевой крышкой, является несомненно актуальной.

Новизна полученных результатов. Наиболее значительными новыми результатами диссертации являются:

Разработаны аналитические методы нахождения приближенного значения низшей, фундаментальной, частоты и соответствующей формы собственных колебаний конструкции, состоящей из круговой цилиндрической оболочки, подкрепленной шпангоутами разной жесткости, и оболочки, сопряженной с торцевой крышкой в форме сферического сегмента. Получены приближенные формулы для низших частот собственных колебаний цилиндрической оболочки, сопряженной со сферическим сегментом. Исследовано влияние кривизны и толщины сферического сегмента на фундаментальную частоту конструкции. Построено решение задачи о потере устойчивости цилиндрической оболочки, подкрепленной шпангоутами разной жесткости. Решен ряд практически важных оптимизационных задач – определены параметры шпангоутов, при которых фундаментальная частота собственных колебаний оболочки максимальна при фиксированной массе конструкции, определены соотношения параметров системы оболочка-крышка, которые доставляют максимум фундаментальной частоте собственных колебаний оболочки при фиксированной массе конструкции или фиксированной толщине крышки в виде сферического сегмента, определены геометрические параметры шпангоутов, соответствующие максимальному критическому давлению при заданной массе конструкции или минимальной толщине оболочки при заданной критической нагрузке.

Достоверность полученных результатов и выводов обусловлена корректной постановкой задач, применением апробированных аналитических и численных методов решения систем дифференциальных уравнений классической линейной теории оболочек, основанной на гипотезах Кирхгофа–Лява. сравнением результатов, полученных с помощью аналитического и численного анализа; оценками погрешности и порядков точности аппроксимационных формул, сравнением с результатами, полученными с использованием метода конечных элементов; согласием результатов математического моделирования с результатами других авторов, физически обоснованными выводами.

Ценность для науки и практики. Разработанные в работе аналитические методы и алгоритмы нахождения частот и форм собственных колебаний цилиндрических оболочек, подкрепленных кольцевыми пластинами или торцевым сферическим сегментом, а также метод определения предельного состояния подкрепленной оболочки при потере устойчивости под действием внешнего давления представляют собой теоретическую базу для дальнейшего развития техники исследования устойчивости и процессов колебания оболочечных конструкций. Особо следует отметить заложенная в методах возможность рассмотрения произвольного распределения жесткостей шпангоутов вдоль образующей оболочки. Решен ряд практически важных оптимизационных задач по определению оптимальных параметров конструкции, масса которой фиксирована, а фундаментальная частота или критическое давление имеют максимальную величину, а также параметров, которые доставляют минимум массы конструкции при фиксированном критическом давлении. Эти результаты имеют большое значение в инженерной практике при создании соответствующих конструкций.

Работа объемом 113 страниц состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 93 наименований, 24 рисунков и 20 таблиц.

В первой главе асимптотическим методом решается задача о собственных колебаниях круговой цилиндрической оболочки, подкрепленной круговыми ребрами жесткости (шпангоутами). Получены формулы для вычисления приближенных значений фундаментальной частоты оболочечной конструкции для случаев шарнирного опирания и жесткой заделки краев оболочки при изменении высот ребер вдоль образующей оболочки. Решена оптимизационная задача, в которой находится относительная высота шпангоута или фундаментальная частота колебаний шпангоута-пластины, при которых достигается максимальное значение фундаментальной частоты собственных колебаний оболочки фиксированной массы. Сопоставляются результаты, полученные аналитически и методом конечных элементов для трех законов изменения высот шпангоутов.

Во второй главе исследуется спектр частот собственных колебаний конструкции, состоящей из цилиндрической оболочки и сопряженной с ней на одном краю другой оболочки в виде сферического сегмента, при жестком закреплении другого края. При помощи численных и асимптотических методов исследуются крышки, имеющие форму круглой пластины и пологого сферического сегмента. Выделены три типа собственных колебаний конструкции. Решаются две оптимизационные задачи. В первой оценивается

оптимальное соотношение толщин пластины и оболочки, обеспечивающее максимальное значение фундаментальной частоты конструкции при заданной массе. Во второй оптимизационной задаче найдены значения относительной толщины элементов конструкции и кривизны концевой крышки, при которых фундаментальная собственная частота конструкции максимальна

В третьей главе исследуется потеря устойчивости круговой цилиндрической оболочки, усиленной шпангоутами разной жесткости, под действием нормального внешнего давления. Методом Рэлея–Ритца получена асимптотическая формула для вычисления значения критической нагрузки конструкции. С помощью численных и асимптотических методов исследуется влияние изменения закона распределения жесткостей шпангоутов вдоль образующей на критическое давление оболочки. Решены две оптимизационные задачи. В первой задаче найдены параметры конструкции фиксированной массы, имеющей наибольшее критическое давление. Во второй задаче для заданного критического давления найдены геометрические параметры конструкции с наименьшей массой

Замечания по работе.

1. На стр. 13 указано, что объем диссертации составляет 116 страниц, включая 25 рисунков. В действительности объем составляет 113 страниц, а рисунков 24.
2. Три статьи из списка публикаций автора, изданные на русском языке и переведенные на английский язык в другом издательстве, представлены в диссертации как 6 разных статей, поскольку в переводных версиях не указано, что это перевод с русского.
3. Во второй главе погрешность результатов аналитического определения частотных параметров определяется сравнением с результатами, полученными методом конечных элементов (Таблица 2.1). Однако следует заметить, что метод конечных элементов дает тоже приближенные значения. Поэтому здесь уместно было бы писать не о погрешности приближенного аналитического решения, а об относительной разнице результатов, полученных двумя методами.
4. В третьей главе диссертации, посвященной исследованию проблемы устойчивости подкрепленной цилиндрической оболочки, содержится раздел 3.1.2. Колебания подкрепленной балки, который во многом, включая рисунки, повторяет содержание страниц 18–21 первой главы. По-моему, можно было просто сослаться на соответствующие уравнения или рисунки, приведенные в первой главе, а не переписывать одно и то же.
5. В разделе Заключение автор излагает перспективные направления исследований, основанных на полученных в диссертации результатах. Вместе с тем было бы естественным вначале привести в заключении основные наиболее значимые результаты работы. Хотя эти результаты отмечены в различных местах диссертации, однако собранные вместе с соответствующими комментариями они отразили бы полную картину проделанной работы и ее значимость.

Указанные замечания не умаляют значимости полученных результатов и не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация представляет собой законченное научное исследование, содержащее новые результаты, имеющие большое значение для практического использования и дальнейшего развития разработанных методов исследования колебаний и устойчивости подкрепленных оболочек.

Диссертация Нестерчука Григория Анатольевича на тему: «Колебания и устойчивость тонкостенной упругой цилиндрической оболочки, сопряженной с пластинами разных форм» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Нестерчук Григорий Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры вычислительных методов
механики деформируемого тела факультета
прикладной математики – процессов управления СПбГУ



Греков Михаил Александрович

20.08.2024