

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Во Ань Хиеу  
«Напряженно-деформированное состояние подкрепленных цилиндрических оболочек на основе уточненной теории», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Диссертационная работа Во Ань Хиеу посвящена расчёту напряжённо-деформированного состояния толстостенных подкреплённых цилиндрических оболочек, находящихся под действием неравномерно распределённой поперечной нагрузки. Оболочки считаются непологими, их перемещения – малыми, а материал оболочек – изотропным и упругим.

Для получения уравнений равновесия оболочек диссертантом применяется «энергетически согласованный» вариант сведения уравнений линейной теории упругости, записанных в произвольной криволинейной системе координат, к двумерной задаче теории оболочек путём разложения перемещений в степенные ряды по поперечной координате с удержанием трёх первых слагаемых для продольных и окружных перемещений и двух – для прогиба. Такой подход позволяет получить математическую модель оболочки, учитывающую поперечные сдвиговые напряжения в стенке оболочки и её обжатие в поперечном направлении.

Продольные и кольцевые подкрепляющие элементы, которые могут располагаться как на внутренней поверхности оболочки, так и на внешней, моделируются стержнями Бернулли–Эйлера. Соединение продольных подкрепляющих элементов с оболочкой осуществляется по продольным перемещениям и по прогибу, а окружных – по окружным перемещениям и по прогибу.

Краевая задача для системы дифференциальных уравнений с частными производными, описывающая равновесие подкреплённой оболочки, решается с помощью последовательного применения разложения решения в ряды Фурье по одной координате и преобразования Лапласа по другой.

Описанный алгоритм применён диссертантом для решения трёх задач. Первая из них описывает процесс деформирования жёстко защемлённой на торцах цилиндрической оболочки, подкреплённой разным количеством кольцевых рёбер и нагруженной равномерным поперечным давлением. Во второй задаче рассматривалась жёстко защемлённая на продольных сторонах и свободно опёртая на криволинейных сторонах цилиндрическая панель, подкреп-

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. № 29 / 10 2019

лѐнная одним центральным продольным ребром. Панель нагружена поперечным давлением, которое меняется по закону синуса в продольном направлении в пределах центральной продольной полосы. В третьей задаче на примере цилиндрической оболочки с двумя кольцевыми рѐбрами, находящейся под действием линейно меняющегося в продольном направлении поперечного давления, выполнено исследование напряжѐнно-деформированного состояния оболочки с учётом податливости её закреплѐнного края.

По результатам выполненных расчѐтов построены распределения перемещений и напряжений по поверхности оболочки, распределение напряжений по толщине оболочки и дано их сравнение с аналогичными результатами, получаемыми по теории Кирхгоффа–Лява для тонких оболочек.

Актуальность, практическая значимость и научная новизна работы не вызывают сомнения. Достоверность полученных диссертантом результатов обеспечена строгим математическим обоснованием предлагаемого подхода и применением хорошо апробированных методов решения краевых задач для уравнений с частными производными. Основные результаты диссертации опубликованы в 13 печатных работах.

Замечания по автореферату диссертации Во Ань Хиеу следующие.

1. Диссертантом выбран не совсем удачный метод решения полученной им в первой главе краевой задачи для расчѐта напряжѐнно-деформированного состояния подкреплѐнной цилиндрической оболочки. Это не позволило ему рассмотреть такой важный объект машиностроения, как вафельные оболочки, имеющие подкрепление как в продольном направлении, так и в окружном.
2. Используя уточнѐнный подход для моделирования процесса деформирования оболочки, диссертант для описания поведения рѐбер применяет классический подход, хотя их толщина превышает толщину оболочки. Представляется, что здесь следовало-бы применить такое же описание перемещений, как у оболочки. Кроме этого при рассмотрении рѐбер им не учтена возможность их кручения и бокового изгиба.
3. В автореферате диссертации отсутствует описание тестовых примеров расчѐта, позволяющих сравнить результаты вычислений сформированного диссертантом программного обеспечения с известными из научной литературы результатами.
4. На всех рисунках, приведѐнных в автореферате и показывающих распределения напряжений в оболочках, не указан вид продольных и

окружных напряжений (мембранные, изгибные и проч.) или не указано место, где они наблюдаются. Кроме этого, отсутствует иллюстрационный материал, показывающий распределение напряжений в рёбрах, а также распределение поперечных сдвиговых напряжений по толщине оболочек.

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки всей работы. В целом автореферат диссертации Во Ань Хиеу даёт достаточно полное представление о работе, она удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Руководитель  
производственного комплекса «Салют»  
АО «ОДК»



А.Н. Громов

Генеральный конструктор  
производственного комплекса «Салют»  
АО «ОДК»

A blue ink signature of G.P. Skirdov.

Г.П. Скирдов

Заместитель генерального конструктора, к.т.н.  
производственного комплекса «Салют»  
АО «ОДК»

A blue ink signature of P.V. Makarov.

П.В. Макаров

Начальник конструкторского бюро, д.т.н.  
производственного комплекса «Салют»  
АО «ОДК»

A blue ink signature of E.A. Lopanitsyn.

Е.А. Лопаницын

105118, г. Москва, проспект Буденного, 16  
тел. (495) 232-55-02  
факс (495) 232-69-92  
e-mail: info@uecrus.com