

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации

**Семенова Алексея Александровича**

**на тему «ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДКРЕПЛЕННЫХ  
ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАДАЧАХ  
СТАТИКИ И ДИНАМИКИ»,**

представленную к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Актуальность выбранной темы состоит в том, что изучение процесса деформирования оболочечных конструкций имеет существенное значение для различных областей промышленности от авиастроения и судостроения до строительства большепролетных сооружений, например: стадионов, ангаров, концертных залов, выставочных центров и др. При этом к перечисленным конструкциям зачастую предъявляются повышенные требования по обеспечению безопасной и долговременной работоспособности конструкций при заданных уровнях нагрузок. Поскольку тонкостенные оболочечные конструкции могут терять работоспособность не только из-за потери прочности, но и из-за потери устойчивости, а представленное соискателем научное исследование носит комплексный характер, и рассматривает оба параметра, определяющие надежность и безопасность строительных конструкций, проведение комплексных исследований процесса деформирования оболочек по наиболее точным математическим моделям предположительно позволит аргументированно принимать проектные решения, что будет способствовать безопасной работе строительных конструкций, а также уменьшению материалоемкости конструкций и снижению их себестоимости. Кроме того, предложенные возможности манипулирования способами подкрепления оболочки предположительно позволят снизить напряжения в местах их концентрации и найти оптимальный вариант конструктивного решения.

Целью диссертационной работы является развитие теории и методов расчета тонкостенных ортотропных оболочечных конструкций, подкрепленных ребрами жесткости, при статическом или динамическом нагружении.

Выполненные автором исследования обладают научной новизной. В диссертации разработана математическая модель деформирования ортотропных оболочек при статическом нагружении, учитывающая в совокупности геометрическую нелинейность, поперечные сдвиги, наличие ребер жесткости в соответствии с рассмотренными методами их учета. Разработан уточненный дискретный метод для учета ребер жесткости тонкостенных оболочечных конструкций. Предложена методика исследования прочности и устойчивости подкрепленных оболочечных конструкций при статическом или динамическом нагружении путем нахождения напряженно-деформированного состояния конструкции при последовательном увеличении нагрузки и построении кривой равновесных состояний. Получены значения критических нагрузок потери устойчивости и нагрузки начала невыполнения условий прочности, построены зависимости «нагрузка – прогиб» для разных вариантов конструкций. Разработаны несколько вариантов математической модели деформирования ортотропных оболочек при динамическом нагружении с рекомендацией модели, полученной применением метода Л. В. Канторовича к функционалу полной деформации. Разработан алгоритм исследования устойчивости подкрепленных оболочек из ортотропных материалов при динамическом нагружении, основанный на методе Л. В. Канторовича и методе Розенброка, получены значения критических нагрузок и зависимости «нагрузка – прогиб» подкрепленных ортотропных оболочечных конструкций при действии нагрузки, линейно зависящей от времени, в докритической и закритической стадиях. Результаты исследований представлены для пологих оболочек двоякой кривизны, цилиндрических и конических панелей.

Достоверность результатов, представленных в автореферате, подтверждается путем сравнения результатов расчета тестовых задач с некоторыми решениями, полученными другими авторами, качественным согласованием результатов расчета с результатами экспериментов других авторов.

В качестве замечаний по автореферату можно указать следующие:

1. В строительной механике оболочек принято обозначать Декартову систему координат через  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , а криволинейные координатные линии обозначать буквами греческого алфавита. На рисунке 1 на полой оболочке двоякой кривизны показаны криволинейные координатные линии с обозначениями

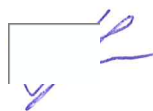
$x, y$ , а на цилиндрической, конической и сферической оболочках на том же рисунке  $y$  – это угол. При этом в пояснении к формуле (1) указано, что «где  $U = U(x, y)$ ,  $V = V(x, y)$ ,  $W = W(x, y)$  – перемещения точек срединной поверхности вдоль осей  $x, y, z$ », что вызывает определенное непонимание.

2. На рисунке 1 для пологой оболочки двойкой кривизны радиусы координатных линий  $R1$  и  $R2$  показаны неправильно, так как радиусы строятся на пересечении нормали к поверхности.
3. Из автореферата не очень понятно, какой именно конус рассматривается в работе. Если круговой, то система координат будет ортогональной; если эллиптический, то система координат не будет в линиях кривизн. Предположительно, рассматривается круговой конус, тогда было бы желательно так и указать в автореферате.
4. Правильно ли я понимаю, что рассматривается круговая цилиндрическая оболочка? Уточнение «круговая» нигде не упоминается в автореферате.
5. В Таблице 2 представлены параметры Ляме для 4-х видов оболочек. Для пологой оболочки А и В равны 1, для остальных оболочек – нет. Означает ли это, что в работе рассматривается 1 пологая оболочка и 3 обычные (непологие)?
6. В исследовании рассматривается пологая оболочка двойкой кривизны, параметры Ляме которой равны 1, и дальнейшее решение строится на основе теории пологих оболочек, которая является приближенной. Зачем рассматривать задачу с учетом геометрической нелинейности, если в основу расчета положена приближенная теория пологих оболочек? Было бы интересно, если бы пологую оболочку рассмотрели с учетом геометрической нелинейности, но без упрощений теории пологих оболочек, и сравнили результаты для той же оболочки, но с учетом упрощений теории пологих оболочек.
7. На странице 8 автореферата в пункте 10 при перечислении новизны исследований, а также на странице 9 при описании методологии и методов исследования присутствует аббревиатура ОДУ без предварительной расшифровки.
8. В работе рассматриваются наиболее типовые виды тонкостенных оболочек: цилиндрическая, коническая, сферическая и оболочка двойкой кривизны, однако, было бы интересно оценить возможности применения предложенных математических моделей и методик расчета к оболочкам

более сложной геометрии, например: геликоидам, гипарам, зонтичным оболочкам, достаточно часто встречающимся в проектировании сооружений.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки и научной значимости диссертации. Работа в целом выполнена на актуальную тему, на высоком научном уровне и является завершенным научным трудом, соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям ВАК РФ по специальности 2.1.9. Строительная механика, а ее автор, Семенов Алексей Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук.

Кандидат технических наук по специальности 05.23.17, доцент,  
доцент кафедры технологий строительства и конструкционных материалов инженерной академии РУДН



Рынковская М.И.

Доктор технических наук по специальности 01.02.04, профессор,  
профессор кафедры технологий строительства и конструкционных материалов инженерной академии РУДН



Зверев Е.М.

Подпись Рынковской М.И. и Зверева Е.М. удостоверяю  
Ученый секретарь ученого совета инженерной академии РУДН



Самусенко О.Е.

Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН)

Адрес организации: 117198 ул. Миклухо-Маклая д. 6

Тел.: 84959550985

04.04.2024г.