

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

**«Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21
E-mail: dou@pgups.ru; http://www.pgups.ru
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор
по научной работе
докт. техн. наук, проф.

Титова Т.С.

«11» марта 2024 г.

12.03.2024

№ 005.01.4-49/346

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» на диссертационную работу Семенова Алексея Александровича **«Прочность и устойчивость подкрепленных ортотропных оболочечных конструкций в задачах статики и динамики»**, представленную в диссертационный совет 24.2.380.01 на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика

1. Актуальность темы диссертационной работы

В современном промышленном и гражданском строительстве для покрытия большепролетных сооружений используются тонкостенные оболочечные конструкции. В первую очередь, при проектировании общественных зданий, концертных залов, аэропортов, стадионов и заводских корпусов. Наиболее точное определение рациональных параметров конструкций и значений критических нагрузок таких конструкций на стадии проектирования позволит своевременно внести

необходимые изменения в проект и обеспечить их безопасность в процессе эксплуатации.

Диссертационная работа Семенова Алексея Александровича посвящена решению важной научно-практической проблемы, а именно разработке математического, методологического и программного обеспечения расчетов прочности и устойчивости оболочечных конструкций при статических или динамических воздействиях.

Основное внимание в работе уделено анализу и разработке методов учета ребер жесткости, эффективная расстановка которых позволяет значительно повысить жесткость конструкции и избежать потери устойчивости. Автором предложены расчетные алгоритмы и подходы к разработке высокопроизводительного программного обеспечения для решения рассматриваемых задач.

Необходимость разработки эффективных средств расчета и проектирования оболочечных строительных конструкций определяет актуальность работы А.А. Семенова.

2. Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации

Личное участие автора в получении всех теоретических положений, расчетных данных, формулировке выводов не вызывает сомнений и подтверждается обширной апробацией посредством публикаций в отечественных и зарубежных высокорейтинговых изданиях, докладами на всероссийских и международных конференциях, симпозиумах и семинарах.

3. Научная новизна исследований и полученных результатов

Анализ материала, изложенного в диссертации Семенова Алексея Александровича, позволяет сделать вывод, что в ней содержатся результаты, обладающие научной новизной. Основные из них:

– Разработана новая математическая модель процесса деформирования тонкостенных оболочек, подкрепленных ребрами

жесткости, при статическом нагружении. Модель учитывает геометрическую нелинейность, ортотропию материала, поперечные сдвиги. Для учета наличия ребер жесткости используется предложенный автором уточненный дискретный метод, позволяющий обоснованно получить результаты, наиболее близкие к экспериментальным.

– Разработана новая математическая модель процесса деформирования тонкостенных оболочек с ребрами жесткости при динамическом нагружении. В модели учтены геометрическая нелинейность, ортотропия материала, поперечные сдвиги и инерция вращения. Для учета влияния ребер жесткости также используется предложенный автором уточненный дискретный метод.

– Посредством модификации соотношений для прочностных характеристик ребер жесткости расширена область применения метода конструктивной анизотропии на класс конструкций, выполненных из ортотропных материалов.

– Произведено большое количество вычислительных экспериментов для оболочечных конструкций разных геометрических размеров и форм (цилиндрические и конические панели, сферические купола, пологие двойкой кривизны), при разных вариантах подкрепления ребрами жесткости (разное число подкрепляющих элементов, их расположение с внутренней или с внешней стороны, в одном или в двух направлениях) в условиях статического и динамического нагружения. Получены критические значения нагрузок потери устойчивости, исчерпания прочности, построены графические зависимости прогиба от нагрузки, выявлены закономерности процесса деформирования. Преимуществом предложенного подхода является совместное выявление очередности потери прочности и устойчивости.

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выполненный анализ структуры диссертации и содержания по главам позволяет утверждать, что работа Семенова А.А. с точки зрения научной и методологической составляющих является цельной завершенной работой. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в полном объеме. Полученные результаты можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач в области рационального проектирования тонкостенных оболочечных конструкций.

5. Достоверность выводов

Достоверность сделанных выводов подтверждается сопоставлением с результатами натурных экспериментов (В. И. Климанов и С. А. Тимашев), а также с результатами, полученными другими авторами (Э. И. Григолюк и Е. А. Лопаницын; X. Wang; D. H. van Campen, V. P. Bouwman, G. Q. Zhang, J. Zhang и B. J. W. ter Weeme), а также с результатами, полученными автором совместно с Д. С. Петровым с помощью вычислительного эксперимента в ПО ANSYS.

6. Научная и практическая значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

На основании детального анализа диссертации Семенова А.А. можно сделать вывод о том, что полученные им в диссертационной работе результаты являются значимыми для развития нелинейной теории и методов расчета тонкостенных ортотропных оболочечных конструкций, подкрепленных ребрами жесткости. Важно отметить, что результаты охватывают как область статических, так и область динамических задач, расчеты на прочность и жесткость конструкций, что применимо в научной, проектной и конструкторской деятельности.

7. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

Разработанные соискателем методики и компьютерные программы для исследования напряженно-деформированного состояния, прочности и устойчивости подкрепленных ребрами оболочек из ортотропных материалов можно рекомендовать к применению в проектных организациях, научных исследованиях и учебном процессе архитектурно-строительных вузов.

Обширный набор предложенных автором расчетных схем может стать основой для верификации других методов и моделей, связанных с анализом прочности и устойчивости оболочек.

Кроме того, выполненная работа формирует значительную научно-теоретическую базу и может быть предложена в качестве основы для дальнейших исследований в части расширения авторского подхода на другие классы задач, варианты нагружений и типы конструкций.

8. Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 85 научных работах, в том числе 10 в рецензируемых изданиях из перечня, размещенного на официальном сайте ВАК, 37 в рецензируемых изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и/или Web of Science. Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Результаты исследования и методики расчета прочности и устойчивости тонкостенных оболочечных конструкций приняты к внедрению в проектно-конструкторской деятельности АО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург» (подтверждается актом о внедрении). Кроме того, результаты используются в учебном процессе ФГБОУ ВО СПбГАСУ, что также подтверждено актом.

Апробация работы

Основные результаты диссертации представлены в докладах на 23 научных конференциях. Также диссертация обсуждалась на научных семинарах ФГБОУ ВО СПбГАСУ, ФГБОУ ВО НИУ МГСУ и ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А.

На основании этого, можно сделать вывод о достаточной апробации результатов диссертационной работы Семенова А.А.

9. Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация и автореферат выполнены в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК по содержанию и оформлению работы. При этом согласно сформулированной цели научной работы, ее научной новизне, установленной практической значимости диссертация Семенова Алексея Александровича на тему «Прочность и устойчивость подкрепленных ортотропных оболочечных конструкций в задачах статики и динамики» соответствует паспорту научной специальности 2.1.9. Строительная механика, в части п. 2 «Линейная и нелинейная механика конструкций, зданий и сооружений, разработка физико-математических моделей их расчета»; п. 4 «Численные и численно-аналитические методы расчета зданий, сооружений и их элементов на прочность, жесткость, устойчивость и динамику при силовых, температурных и других воздействиях».

10. Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Петлеобразование на графиках зависимостей «нагрузка – прогиб» вызывает вопросы. Это требует пояснения.

2. Почему в модели не учитывается демпфирование?

3. Непонятно, как выбирается число N , требуется уточнить.

4. Было ли выполнено автором сравнение с другими численными методами? Почему были выбраны именно эти?

Указанные замечания не влияют на достоверность и корректность основных выводов и предложений автора и не снижают научно-практической значимости выполненной работы.

11. Общее заключение

Диссертация Семенова А.А. на тему «Прочность и устойчивость подкрепленных ортотропных оболочечных конструкций в задачах статики и динамики» подготовлена автором самостоятельно, обладает структурностью изложения материала, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Основные научные результаты диссертации в достаточном количестве опубликованы в отечественных и международных рецензируемых научных изданиях.

Соискатель корректно ссылается на авторов и источники использованных материалов. Результаты научных работ, выполненных автором, соответствующим образом отмечены в диссертации.

Таким образом, диссертация Семенова Алексея Александровича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к докторским диссертациям, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика (технические науки).

Диссертационная работа и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».

