

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Петрова Владилена Васильевича
на диссертацию Трепутневой Татьяны Алексеевны
на тему «Численно-аналитический метод расчёта подкреплённых пластин
и пологих оболочек с начальным прогибом при силовом и температурном
воздействиях» по специальности 2.1.9 – Строительная механика
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Кандидатская диссертация Трепутневой Т.А. посвящена разработке и исследованию численно-аналитических алгоритмов расчета подкрепленных пластин и пологих оболочек и сочлененных из них конструкций с учетом физической и геометрической нелинейностей. Исследуется влияние начальных прогибов и зависимости механических характеристик материала от температуры на напряженно-деформированное состояние тонкостенных подкрепленных конструкций.

Рецензируемая диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, заключения, списка литературы и приложений. Диссертация содержит 185 страниц машинописного текста, 82 рисунка, 13 таблиц, библиографический список из 245 наименований литературных источников и 2 приложения.

Актуальность избранной темы. Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений. В настоящее время возрастают требования к расчетному обоснованию проектов строительных конструкций, зданий и сооружений. Широко используемые на практике программные комплексы нуждаются в верификации, причем особая роль в этом процессе отведена именно аналитическим и численно-аналитическим (дискретно-континуальным) методам. Кроме того, в нормативной документации закреплена необходимость проведения независимых друг от друга расчетов ответственных объектов по различным программным комплексам.

Конструкции, составленные из гибких оболочек и пластин, применяются в различных областях техники, в том числе в промышленном и гражданском строительстве. Для увеличения жесткости оболочки и пластины выполняются ребристыми. НДС ребристых конструкций более сложное по сравнению с конструкциями, выполненными из гладких пластин и оболочек. Гибкие пластины и оболочки в ненагруженном состоянии часто имеют некоторые отклонения от первоначальной геометрической формы (начальные погибы), которые возникают в процессе изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации конст-

рукций. В процессе эксплуатации конструкции могут испытывать не только силовые воздействия, но и температурные, причем изменение температуры может повлечь за собой изменение механических характеристик материала, которые становятся функциями пространственных координат. НДС ребристых пологих оболочек и пластин в линейной постановке, значительно отличается от НДС, получаемых с учетом физической и геометрической нелинейностей. Ясно, что учет нелинейностей, учет начальных прогибов, а также изменения свойств материала от действия температуры значительно усложняют математическую модель, однако, она позволит получить более полное представление о реальном НДС конструкции.

Следует заметить, что наличие начальных несовершенств, совместного учета физической и геометрической нелинейностей, а также исследование влияния температуры на изменение прочностных и деформационных характеристик материала конструкций, подкрепленных ребрами, рассмотрено в ограниченном количестве научных работ. Проектирование и оценка НДС тонкостенных конструкций в нелинейной постановке сопряжено с большими сложностями и их преодоление всегда приветствуется. Для более полного представления о НДС всей конструкции и ее отдельных элементов с учётом вышеперечисленных особенностей необходимы новые численные и аналитические исследования. Поэтому развитие методов расчета подкрепленных тонкостенных конструкций с учетом перечисленных выше особенностей и исследование конкретных конструкций является весьма актуальной проблемой.

Цель исследования. Разработать численно-аналитический метод расчета системы подкрепленных пластин и пологих оболочек с начальными прогибами и свойствами материала, зависящими от температуры, при действии поперечной статической нагрузки с одновременным учетом физической и геометрической нелинейностей. Для этого автору диссертации было необходимо разработать математическую модель деформирования прямоугольных подкрепленных пологих оболочек, пластин и сочлененных из них тонкостенных конструкций с учетом начального прогиба, геометрической и физической нелинейностей, силовых и температурных воздействий с учетом зависимости свойств материала от температуры. Для реализации полученной математической модели необходимо: обосновать выбор подходящего метода решения; разработать алгоритм и программу расчета полученной сложной нелинейной задачи; оценить сходимость и точность разработанного алгоритма расчета; выполнить численный анализ влияния совместного учета физической, геометрической нелинейностей,

величины и знака начального прогиба, величины силовой нагрузки и температуры. В рецензируемой диссертации все это сделано последовательно и безукоризненно, что является следствием правильно выбранной методологии исследования.

Методологической же основой исследования послужило изучение результатов, полученных отечественными и зарубежными учеными при исследовании подкрепленных тонкостенных конструкций, а также активное освоение Трепутневой Т.А. методов нелинейной строительной механики, вычислительной математики, теории упругости и пластичности.

Научная новизна работы. Трепутнева Т.А. разработала нелинейную математическую модель деформирования прямоугольных подкрепленных ребрами пологих оболочек, пластин и сочлененных из них конструкций, позволяющую учитывать наличие начального прогиба, геометрической и физической нелинейности при температурных и силовых воздействиях. Численную реализацию модели предложено выполнять энергетическим методом. Автором диссертации разработан соответствующий алгоритм исследования, на основе которого она написала программное обеспечение для статических задач расчета пластинчатых конструкций с начальным прогибом, под действием силовой нагрузки и температуры, с одновременным учетом физической и геометрической нелинейностей.

На основании полученных новых численных результатов автор систематизировала результаты влияния на НДС начального прогиба подкрепленных пластин, пологих оболочек и составленных из них конструкций, нагруженных распределенной нагрузкой. Исследовано влияние изменения температуры на НДС подкрепленных пластин и пологих оболочек с начальными прогибами при упругопластических деформациях.

Личный вклад диссертанта заключается: в постановке задач теоретического исследования; разработке математической модели деформирования подкрепленных пологих оболочек и пластин с начальным прогибом; разработке алгоритма и программы расчета этих элементов конструкций и систем, сформированных из них, при силовых и температурных нагружениях; в обработке и анализе полученных автором результатов расчетов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, считаю обоснованными. Разработка методов расчета строительных конструкций проведена на основе современного

математического аппарата, использования теоретических основ современной нелинейной строительной механики. Автор творчески использует выводы и рекомендации теории упругости и пластичности, математическая постановка задач строго соответствует современной нелинейной теории пластин и оболочек, приближенное решение дифференциальных уравнений выполнено математически корректно. Исследована сходимость разработанного метода расчета пологих оболочек и пластин с начальным прогибом, с учётом физической и геометрической нелинейностей и зависимости от температуры физико-механических свойств материала, путем сравнения полученных результатов с данными других авторов. Апробация выполнена на примерах решения модельных и практически важных задач строительной механики.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов. Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории расчета подкрепленных пластин, пологих оболочек и сочлененных из них конструкций, имеющих начальный прогиб; в получении аналитических зависимостей позволяющих одновременно учитывать нелинейные факторы, и начальный прогиб при действии силовой нагрузки и температуры.

Практическая значимость полученных автором результатов состоит в разработке программных комплексов, реализующих предложенные методы; в создании алгоритма расчета и основанного на нем программного продукта, позволяющего определять характеристики НДС подкрепленных тонкостенных элементов конструкций с начальным прогибом с учетом физической и геометрической нелинейностей; в возможности использования разработанного метода расчёта в проектных организациях и учебном процессе студентов строительных специальностей. Метод позволяет провести анализ НДС и оценить запас прочности и жесткости указанных конструкций. Практическая значимость полученных автором результатов состоит и в том, что они позволяют повысить качество строительных объектов при оценке их прочности и безопасности, причем и для определения напряженно-деформированного состояния конструкций в наиболее опасных локальных зонах.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой. Содержание диссертации полностью соответствует заявленным целям и задачам работы. Рассмотренный комплекс вопросов включает в себя обзор современных численных и численно-аналитических методов расчета строительных конструкций с двумя видами нелинейности, изложение теоретических основ разработанных автором методов с

подробным их описанием, изложение постановки решаемых задач нелинейной строительной механики, ориентированных на дальнейшее использование разработанных методов. Соответствующее внимание уделено верификации и апробации разработанных методов и комплексов программ.

Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации и автореферата диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования. К достоинствам диссертации можно отнести высокий научный уровень, масштабность проведенных исследований и достаточно глубокий анализ полученных результатов. Существенных недостатков в содержании и оформлении диссертации и автореферата диссертации не выявлено.

По тексту диссертации имеется следующее замечание. В каждой области знаний ученые вырабатывают свой профессиональный язык и стараются на нем общаться. Однако Трепутнева Т.А. при изложении материала, содержащего математические вопросы (в основном это касается первых двух глав), использует обыденную лексику. С одной стороны это, конечно, недостаток, а с другой стороны служит показателем того, что автор отказалась от легкого пути переписывания материала с источников информации, а, изучив тот или иной вопрос, старалась изложить материал так, как она его понимает. Отмеченный недостаток не повлиял на качество исследований и на основные теоретические и практические результаты и выводы диссертационного исследования, а также общую безусловно положительную оценку работы.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат в целом соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. – 2012.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14. По моему мнению, диссертация полностью соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14.

Материалы диссертационной работы были доложены, обсуждены и получили одобрение на трех Всероссийских конференциях (Новосибирск, 2012 г., Томск, 2013 г., Томск, 2018 г.); IX Всероссийском съезде по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики (Казань, 2015 г.), III Международной научной конференции молодых ученых (Томск, 2016 г.); XIV Международной научно-технической конференции (Новосибирск, 2021г.).

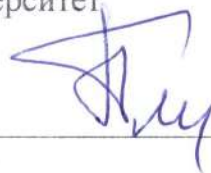
По материалам диссертации опубликовано 18 печатных работ в научных журналах, сборниках и трудах конференций. Из них 10 статей опубликовано в научных журналах, входящих в перечень изданий рекомендованных ВАК РФ, 4 статьи в журналах, индексируемых базами данных Scopus и Web of Science, и получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Считаю, что диссертация Трепутневой Татьяны Алексеевны на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получены научные результаты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области строительной механики в направлении совершенствования и развития методов расчета строительных конструкций, зданий и сооружений, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика.

Официальный оппонент,
Петров Владилен Васильевич,
Академик РААСН, доктор технических наук (специальность 05.23.17),
Профессор, заслуженный деятель науки и техники России,
Почетный работник высшего образования РФ,
Почетный строитель России.

Почтовый адрес: 410054, Саратов, ул. Политехническая, 77
Телефон: 8(909)338-41-20
Адрес электронной почты: vladilen307@gmail.com

Профессор кафедры
«Строительных материалов, конструкций и технологий»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»



В.В. Петров

Подпись академика РААСН, профессора
Петрова Владилен Васильевича удостоверяю:
Ученый Секретарь Ученого совета
СГТУ имени Гагарина Ю.А.



Тищенко Наталья Викторовна