

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Сахабутдиновой Ляйсан Рамилевны «Термовязкоупругое поведение
крупногабаритного намоточного изделия в процессе изготовления»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Задача разработки комплексной методики исследования термовязкоупругого поведения крупногабаритных композиционных оболочек в процессе изготовления является актуальной проблемой механики деформируемого твердого тела. Диссертационная работа напрямую затрагивает данное направление исследования для моделирования основных технологических этапов изготовления оболочки вращения, полученной методом непрерывной намотки.

Целью научного исследования Сахабутдиновой Л.Р. является разработка комплексной расчетно-экспериментальной методики описания поведения системы «оправка – композиционная оболочка» в процессе изготовления оболочки с учетом термовязкоупругого поведения материалов и исследование на ее основе напряженно-деформированного состояния объекта. Такой подход имеет безусловную практическую значимость для изучения основных закономерностей поведения намоточных изделий, включая технологическую оснастку на этапах изготовления.

По мнению оппонента в диссертации Сахабутдиновой Л.Р. представлены следующие результаты, обладающие научной новизной:

- реализована в среде ANSYS Mechanical APDL термовязкоупругая модель полимерного композиционного материала, сочетающая анизотропное упругое поведение среды с одним независимым вязкоупругим оператором;

- создана параметризованная трехмерная численная модель системы «оправка – оболочка», учитывающая особенности работы конструкции и отличающаяся возможностью автоматизированного прогнозирования механических характеристик слоистого композиционного материала при различных схемах армирования;

- получено решение краевой задачи механики о совместном деформировании системы «оправка – оболочка» на протяжении технологического процесса изготовления с учетом внешнего температурно-силового воздействия.

Практическая значимость работы заключается в разработке расчетно-экспериментальной методики прогнозирования напряженно-деформированного состояния конструкции на всех этапах изготовления. Практическая значимость

подтверждена актом научно-технической комиссии об использовании результатов диссертации на предприятии ПАО НПО «Искра» (г. Пермь).

Теоретическая значимость работы обусловлена развитием методологии решения прикладных задач технологической механики для производства крупногабаритных оболочек из полимерных композиционных материалов, имеющих выраженную анизотропию термовязкоупругих характеристик.

Во введении приводится обоснование актуальности темы диссертационной работы; формулируется цель и задачи; характеризуется степень научной новизны полученных результатов и их апробация; выполнена оценка практической значимости работы; сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе описана технология изготовления крупногабаритных намоточных оболочек и формообразующих оправок, проанализированы имеющиеся математические модели описания вязкоупругого деформирования анизотропных композитных материалов, рассмотрены решения задач об определении остаточных напряжений. На основе обзора сформулирована цель и задачи диссертационного исследования.

Вторая глава содержит результаты экспериментального исследования релаксации материалов оправки, образцов однонаправленного органопластика, образцов отвержденной эпоксидной смолы. Приведена методика обработки экспериментальных данных для дальнейшей адаптации и использования в пакете инженерного анализа ANSYS.

В третьей главе проведено исследование влияния моделей поведения слоистой оболочки на напряженно-деформированное состояние конструкции. Рассмотрены основные варианты описания анизотропного термовязкоупругого поведения материала оболочки. Приведены математические постановки и решение задачи прогнозирования эволюции напряженно-деформированного состояния представительного объема конструкции в виде сегмента цилиндрического участка в процессе изготовления.

В четвертой главе описаны основные принципы автоматизации построения конечно-элементного аналога для исследуемой конструкции и проведения вычислительных процедур. Сформулированы начальные и граничные условия задач нестационарной теплопроводности и краевой квазистатической задачи механики для учета технологических особенностей и сложного температурно-силового нагружения системы в процессе изготовления.

Пятая глава посвящена анализу результатов решения задачи нестационарной теплопроводности и квазистатической задачи механики.

Представлены в достаточном объеме распределения параметров напряженно-деформированного состояния оболочки и оправки для отдельных этапов процесса изготовления. Приведены результаты серии вычислительных экспериментов для оценки влияния изменения параметров технологического процесса на поведение конструкции в процессе изготовления.

В заключении приведены основные результаты работы.

Диссертация хорошо структурирована, язык повествования научный. Следует отметить высокое качество рисунков, которые наглядно иллюстрируют полученные автором результаты.

Степень обоснованности и достоверности результатов диссертации вполне достаточная, с учётом сложности проведения экспериментов на крупногабаритных дорогостоящих изделиях.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Основные результаты диссертационного исследования полно и подробно представлены на конференциях разного уровня и в журналах, входящих в список ВАК по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела и международные базы цитирования.

По работе имеются замечания:

1. В первой главе не отражены проблемы, связанные с миграцией связующего при мокрой намотке, что приводит к существенному изменению объёмной доли волокон в слоях по толщине изделия, что может значительно влиять на результат технологического процесса.

2. Автором не рассмотрена проблема определения теплофизических свойств композиционного материала оболочки, которые оказывают влияние на величину температурных деформаций и поля остаточных напряжений.

3. В третьей главе очень скупо описана технология создания компьютерной модели с использованием пошагового метода наращивания толщины оболочки.

4. В четвертой главе сравнение результатов решения задачи с реальной конструкцией проведено всего по одному параметру – изменение длины оболочки.

Заключение. Диссертационная работа Сахабутдиновой Ляйсан Рамилевны «Термовязкоупругое поведение крупногабаритного намоточного изделия в процессе изготовления» по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Считаю, что диссертационная работа Сахабутдиновой Ляйсан Рамилевны «Термовязкоупругое поведение крупногабаритного намоточного изделия в процессе изготовления» представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой решены современные научные задачи. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Сахабутдиновой Ляйсан Рамилевны заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,
главный научный сотрудник отдела моделирования и синтеза технологических структур ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», доктор физико-математических наук, (01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела), профессор

Вахрушев Александр Васильевич


подпись
«14» 02 2024 г.

Вахрушев Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела моделирования и синтеза технологических структур ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

Адрес организации: 426067, г. Ижевск, ул. им. Татьяны Барамзиной, д. 34

Телефон: +7 (912) 466-80-29

E-mail: vakhrushev-a@yandex.ru

Я, Вахрушев Александр Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Сахабутдиновой Ляйсан Рамилевны, и их дальнейшую обработку.

Подпись Вахрушева А. В. заверено

СПЕЦИАЛИСТ ПО КАДРАМ
Н.Н. ЧЕРНЫХ