

ОТЗЫВ

официального оппонента Соснина Александра Александровича на диссертационную работу Васильева Алексея Сергеевича «Математическое моделирование и численное исследование композитных материалов в области предельной прочности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы диссертации

В настоящее время в производстве все большую роль занимают композитные материалы, которые позволяют сочетанием разных материалов получить новый материал, превосходящий по своим физико-механическим свойствам исходные материалы, и при этом не иметь аналогов. Вследствие чего, возникает необходимость в изучении их свойств, а так же влияния этих свойств на возникновение предельных состояний в конструкциях. Существует множество математических моделей, учитывающих совместную работу нескольких материалов в составе одного. Некоторые из них учитывают трещинообразование, направление армирующих элементов, адгезию и другие сложные процессы, протекающие в конструкциях из композитных материалов на различных этапах нагружения, включая предельные.

На настоящий момент предложено множество различных подходов и методик для расчетов конструкций из композитных материалов, с учетом нелинейности механических характеристик этих материалов на различных этапах нагружения, до полного разрушения конструкции и потери ее несущей способности. При этом аналитические модели не способны в полной мере учесть процессы, происходящие внутри композитного материала на различных этапах его работы под нагрузкой, с учетом нелинейности механических характеристик этих материалов. Для этого применяется метод конечных элементов с использованием шагово-итерационных процедур на различных этапах нагружения конструкции. Однако многие особенности реальных композитов все же пока не учитываются в современных методах анализа.

Актуальность работы подтверждается тем, что в настоящий момент отсутствуют четкие критерии, общие методики и подходы для осуществления расчетов конструкций из композитных материалов. Методика, математическая модель и численные алгоритмы, разработанные автором данной диссертации, представляют научный и практический интерес.

Научная новизна проведенных исследований и основное содержание диссертации

Необходимо отметить ряд оригинальных результатов, полученных в диссертационной работе. При этом новые результаты присутствуют одновременно в трех областях: математическом моделировании, численных методах и комплексах программ.

Во второй главе автором выполнен анализ математических моделей критериев прочности материалов, описанных в первой главе, и представлена их систематизация. Систематизация критериев прочности материалов выполнена наглядно, в форме блок-схем.

В третьей главе автором построена математическая модель для расчета напряженно-деформированного состояния конструкций из композитных материалов на различных этапах нагружения. Данная математическая модель основана на аппроксимационных зависимостях диаграмм деформирования материалов и их использовании для учета нелинейности в матрице жесткости нелинейного композитного конечного элемента. Данная матрица жесткости так же реализует идею комбинирования объемов, позволяющую сочетать в пределах конечного элемента достаточно большое число входящих в него материалов, пустот, газовых пузырей, технологических отверстий.

В четвертой главе представлены разработанные автором алгоритмы и программный комплекс для численного исследования напряженно-деформированного состояния конструкций из композитных материалов. Алгоритмы представлены автором как на формализованном языке программирования Matlab, так и в форме блок-схем. Все программы зарегистрированы, получены свидетельства о государственной регистрации.

В пятой и шестой главах получены оригинальные результаты расчетов по математической модели, разработанной автором данной диссертации, основанные на использовании метода конечных элементов и матрице жесткости нелинейного композитного конечного элемента.

Степень обоснованности научных положений, выводов, и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в данной диссертации, подтверждается разработанной и опробованной математической моделью, корректным использованием численных методов, полученными оригинальными результатами. Результаты данной диссертационной работы использовались при выполнении научно-исследовательской работы в рамках гранта, а так же были внедрены в учебный процесс в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом

университете и используются при чтении лекций, что подтверждается актами внедрения.

Результаты вычислительных экспериментов и численных исследований, выполненных автором, сопоставлялись с данными экспериментов и расчетами в других программах. Автором диссертационной работы выполнена апробация полученных результатов на конференциях и семинарах, в опубликованных работах и авторских свидетельствах о регистрации программ для ЭВМ. На основании этого делается вывод о достоверности научных положений и выводов, представленных в данной диссертации.

Общие замечания

1. Автор позиционирует данную математическую модель как универсальную, позволяющую учитывать любое количество материалов внутри конечного элемента, однако математическая модель, приведенная в диссертационной работе, не учитывает направление армирующих элементов внутри конечного элемента. Это может оказывать существенное влияние на результаты расчетов при решении некоторых задач, влияет на универсальность применения данной модели.

2. Математическая модель тестировалась лишь при простых напряженных состояниях, преимущественно на изгиб конструкций. Однако при сложных напряженных состояниях погрешность результатов может быть достаточно большой.

3. Не совсем понятно, зачем использовать объемные конечные элементы, если разработанная автором аппроксимационная зависимость для диаграмм деформирования материалов, подходит лишь для простых напряженных состояний.

Общая характеристика диссертационной работы

Отмеченные недостатки и замечания не снижают качества исследований, не оказывают существенного влияния на ее научную и практическую ценность. Данная диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу. Выводы и рекомендации, а так же результаты исследований, полученные в данной диссертации, обоснованы и имеют практическое значение.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Содержание диссертации отражено в 11 публикациях: 4 статьи в ведущих рецензируемых журналах из списка ВАК, 3 статьи в материалах и трудах

конференций, 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Таким образом, диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Данная диссертационная работа отвечает требованиям положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Васильев Алексей Сергеевич, заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент

СОСНИН Александр Александрович, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории проблем металлотехнологий, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Комсомольск-на-Амуре.

Соснин Александр Александрович

Дата 30.03.2016

Подпись А.А. Соснина подтверждаю _____

Директор ИМиМ ДВО РАН, член-корр. РАН
Буренин А.А.

681005, Комсомольск-на-Амуре, ул. Металлургов, 1
Телефон 8-924-228-98-68
e-mail: sosnin@imim.ru