

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Воробьева Игоря Андреевича
«КРИТЕРИЙ ПРОЧНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И
ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ», представленную на соискание
ученой кандидата технических наук
по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого
тела»

Актуальность темы диссертации. Развитие современной техники, включая авиакосмическую технику и машиностроение, предполагает более широкое использование различных композиционных материалов. Не являются исключением и многослойные полимерные композиционные материалы, как перспективные конструкционные материалы, обладающие повышенными служебными характеристиками. Вместе с тем, в отличие от металлических конструкционных материалов в композиционных материалах существует огромное количество различных комбинаций их укладок из волокон, матриц и методов их производства, что значительно затрудняет разработку единого метода прогнозирования прочности и ресурса конструкций из композиционных материалов. Следует признать недостаточное развитие критериальных, расчетных и экспериментальных методов анализа и обоснования прочности многослойных полимерных композиционных материалов при различном виде напряженного состояния по результатам испытаний в условиях одноосного или двухосного статического и циклического нагружения.

Поэтому, представленная диссертационная работа,

несомненно, актуальна и является значительным вкладом в развитие расчетных моделей и экспериментальных методов, позволяющих проводить анализ и обоснование прочности многослойных полимерных композиционных материалов при статическом и циклическом нагружении.

Достоверность и новизна основных выводов диссертации.

Диссертационная работа изложена на 126 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения.

Структура диссертации логично отражает последовательность решения поставленных соискателем задач, а именно: обзор и анализ отечественных и зарубежных исследований процессов деформирования и разрушения полимерных композиционных материалов; разработка теории и экспериментальных методов исследования деформирования и разрушения полимерных композиционных материалов при статическом нагружении; исследование прочности полимерных композиционных материалов при различных видах циклического нагружения; разработка критериев статической и циклической прочности.

Предложен оригинальный метод оценки прочности полимерных композиционных материалов, сочетающий в себе структурный подход, закон упругого деформирования ортотропного материала и модифицированный критерий прочности Хашина. При этом уточнение критерия прочности Хашина позволило повысить точность оценки момента разрушения армирующего волокна в условиях растяжения при наличии сдвиговых напряжений.

Впервые разработан критерий циклической прочности полимерных композиционных материалов, позволяющий проводить

оценку долговечности материала в условиях циклического нагружения по результатам экспериментов при заданных коэффициентах асимметрии цикла нагружения.

Значительные результаты достигнуты автором диссертации в разработке метода определения параметров композиционного материала и критериев статической и циклической прочности.

Эффективность разработанных методов оценки и критериев циклической и статической прочности, определения параметров полимерного композиционного материала подтверждена результатами экспериментальных исследований.

Достоверность и обоснованность основных положений и выводов в диссертационной работе подтверждается апробированными подходами механики деформирования и разрушения композитных материалов, использованием современного испытательного оборудования и программных средств моделирования, а также сопоставлением полученных расчетных результатов с результатами экспериментов.

Значимость результатов для науки и практики. Результаты диссертационной работы имеют широкий потенциал для применения в отечественной науке и практике оценки прочности и долговечности полимерных композиционных материалов в разных отраслях машиностроения при создании перспективной техники.

Прежде всего, следует отметить разработанный автором оригинальный критерий циклической прочности полимерных композиционных материалов, позволяющий определять долговечность слоев материала при циклическом нагружении. Предложен модифицированный критерий прочности Хашина для полимерных композиционных материалов в условиях растяжения,

позволяющий повысить точность определения момента разрушения армирующего волокна при наличии сдвиговых напряжений. Разработан новый метод определения параметров полимерных композиционных материалов, а также предложены критерии статической и циклической прочности по ограниченному набору экспериментальных данных. Предложенный критерий усталостной прочности позволяет прогнозировать число циклов до разрушения слоев полимерных композиционных материалов при произвольном пропорциональном режиме циклического нагружения.

Обширные экспериментальные исследования, включающие испытания на растяжение и сжатие однонаправленных образцов и образцов с симметричной схемой армирования позволили автору подтвердить справедливость разработанных критериев статической и циклической прочности полимерных композиционных материалов.

Оценка диссертации. Диссертация написана достаточно подробно и иллюстрирована графиками и расчетными схемами. По содержанию диссертации можно поставить некоторые вопросы и сделать следующие замечания:

- На с. 31 автором допущена опечатка, а, именно, в тексте диссертации присутствует ссылка на условие (2.3) вместо ссылки на условие (2.2.3).
- В тексте диссертации отсутствует информация о механизмах разрушения полимерных композиционных материалов в условиях статического и циклического нагружения. Какие механизмы реализуются и различаются ли эти механизмы на разных масштабно-структурных уровнях при растяжении и сжатии?

- Отсутствует обсуждение результатов, представленных на рис. 3.1.2-3.1.4. Автору следовало бы прокомментировать эти результаты. Тем более, целесообразно было бы пояснить значительное расхождение расчетных и экспериментальных значений коэффициентов Пуассона однонаправленного углепластика.
- В тексте диссертации отсутствует информация о размерах испытанных образцов. Происходила ли потеря устойчивости образцов в условиях сжатия и изгиба? Не повлияло ли существенно потеря устойчивости образцов на полученные экспериментальные результаты?
- На с. 70 автор отмечает, что «...для оценки прочности ПКМ следует выбирать критерий, разделяющий механизмы разрушения при растяжении и сжатии...». Однако, как выбирать этот критерий, автор не поясняет.
- Модель и критерий прочности продемонстрированы автором на элементарных образцах. Возможно ли использование предложенных моделей и критерия на реальной конструкции из многослойных полимерных композиционных материалов?

Сделанные замечания не отражаются, однако, на положительном решении по диссертации.

Заключение. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, посвященную критериям прочности многослойных полимерных композиционных материалов при статическом и циклическом нагружении.

Основное содержание диссертации отражено в периодической печати и доложено на конференциях и семинарах. Автореферат

диссертации в целом правильно и полно отражает ее содержание.

Диссертация удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, И.А. Воробьев, заслуживает искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела» за разработку критериев прочности многослойных полимерных композиционных материалов в условиях статического и циклического нагружения.

Официальный оппонент,
Заведующий отделом
прочности, живучести и безопасности
машин Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук,
докт. техн. наук (научная специальность
01.02.06 - Динамика, прочность машин,
приборов и аппаратуры), профессор,
Заслуженный деятель науки РФ

Ю.Г. Матвиенко

101000 Москва, М. Харитоньевский пер., 4
Тел.: (499) 135 12 04
E-mail: ygmatvienko@gmail.com

to. Mark
06.03.2025г.

Подпись Ю.Г. Матвиенко заверяю

*Заведующий отделом
прочности и*



Ю.Г. Матвиенко