

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора –  
директор исследовательского центра  
«Динамика, прочность, надежность»

ФАУ «Центральный институт  
авиационного моторостроения имени

П.И. Баранова», д.т.н., с.н.с

Ю.А. Ножницкий

2025 г.



### Отзыв

на автореферат диссертации Акулина Петра Владимировича

«Метод расчета на прочность щелевых обтекателей несущих поверхностей  
летательных аппаратов из композиционных материалов с учетом деградации свойств  
матричной структуры», представленной на соискание учёной степени кандидата  
технических наук по специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных  
аппаратов»

**Цель** диссертационной работы Акулина П.В. заключается в решении задачи расчёта на прочность щелевых обтекателей несущих поверхностей летательных аппаратов (ЛА) из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с учётом деградации свойств матричной структуры с расчетно-экспериментальным обоснованием механизмов разрушения и накопления повреждений.

**Актуальность работы** обусловлена возрастающими требованиями к ресурсу и надежности конструкциям из ПКМ, которые способствуют повышению летно-технических характеристик ЛА.

Как следует из автореферата, автором решён комплекс взаимосвязанных научно-технических задач по разработке многоуровневого расчета прочностных и деформационных параметров щелевых обтекателей из тканых и однонаправленных ПКМ с учётом деградации свойств матрицы и геометрической кривизны волокна в элементарном слое.

**Научная новизна** работы состоит в следующем:

1. Разработана методика многоуровневого расчёта напряженно-деформированного состояния щелевых обтекателей из ПКМ, позволяющая учитывать нелинейное деформирование в связи с накоплением повреждений;

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«8» 12 2025 г.

2. Предложенная методика включает алгоритмы численного моделирования, позволяющие оценивать разрушение и снижение физических свойств слоистых однонаправленных и тканых ПКМ на микроуровне в процессе статического нагружения;

3. Получены новые результаты по нелинейным деформационным свойствам щелевых обтекателей из ПКМ, которые необходимо учитывать при проектировании для недопущения щелеобразования в процессе эксплуатации.

**Достоверность полученных результатов** подтверждается достаточным объёмом экспериментальных исследований, применением современного исследовательского оборудования, использованием комплекса аналитических методов и воспроизводимостью измерений.

Свидетельством **практической значимости** работы является реализованный на базе метода конечных элементов подход к прогнозированию напряженно-деформированного состояния щелевых обтекателей из слоистых композиционных материалов, который позволяет сократить количество дорогостоящих экспериментов и уменьшить время на проектировочные и поверочные расчёты.

**Основные положения и результаты** диссертационной работы отражены в достаточном числе научных публикаций, включая работы в журналах, входящих в перечень ВАК, что подтверждает апробацию и научную ценность полученных результатов.

Несмотря изложенные выше достоинства, представленной работе присущ ряд замечаний, требующих внимание автора.

1. В работе приводится методика численного моделирования накопления повреждений в обтекателях из композитных материалов при статическом нагружении. Однако в разделе 5.3 приведены экспериментальные данные, свидетельствующие о снижении жесткостных свойств образцов при многоцикловом нагружении. Поэтому для проведения полного цикла проектировочных и поверочных расчетов необходима методика, учитывающая механику накопления повреждений как при статическом, так и при многоцикловом нагружении.

2. Не указывается на необходимость анализа деградации свойств матрицы ПКМ с учетом возможных производственных отклонений и эксплуатационных повреждений (например, влагонасыщение, грибки, попадание посторонних предметов и т.д.), которые позволяют произвести оценку допустимости повреждений (в соответствии с АП 25,571), связанных с усталостью, коррозией или случайным повреждением. В оценке должны быть учтены результаты расчетов прочности при действии статических и повторяющихся нагрузок, подтвержденные результатами испытаний, и (если имеется) опытом эксплуатации.

Сделанные замечания не влияют на положительную оценку работы и полученных результатов. Диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, обладает значительной научной и практической ценностью, является самостоятельным, завершённым научно-квалификационным исследованием, полностью соответствующим требованиям пункта 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук. Акулин Петр Владимирович заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело соискателя.

Начальник отдела 200-06

«Прочность

композиционных материалов,

кандидат технических наук



Мыктыбеков Бахытжан

« 5 » 12 2025 г.

Ведущий инженер отдела 200-06



Чернышов Артем

Александрович

« 5 » 12 2025 г.

Наименование организации: Федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»

Почтовый адрес: 111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, 2

Тел.: +7 499 763-61-67,

e-mail организации: [info@ciam.ru](mailto:info@ciam.ru)

сайт организации: <https://ciam.ru/>