

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию соискателя Турбина Николая Васильевича
«МЕТОД РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЖИВУЧЕСТИ
НЕСУЩИХ ПАНЕЛЕЙ ПЛАНЕРА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
С НЕНОРМИРУЕМЫМ УДАРНЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ
ПРИ ДЕЙСТВИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК СЖАТИЯ»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 - «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»

Турбин Николай Васильевич получил высшее образование в Московском Авиационном Институте (МАИ) по специальности "Самолето- и вертолетостроение", диплом специалиста получил в 2006 году. После получения диплома работал в конструкторском центре "Каркас" ОАО "Туполев", затем в отделе Эскизного проектирования ПАО "Корпорация "Иркут" в качестве инженера-конструктора. В 2016 поступил, а в 2018 году закончил с отличием программу магистратуры МАИ по профилю "Проектирование агрегатов и элементов конструкции планера самолета из полимерных композиционных материалов". В 2019 году перешел на основное место работы в НИО-101 Лабораторию №2 МАИ в качестве инженера 1-й категории. С 2021 года - ведущий инженер. С 2023 переведен по основному месту работы на должность ведущего инженера Лаборатории №3 "Моделирование композиционных конструкций" Центра аэрокосмических материалов и технологий Института №14 "Передовая инженерная школа" МАИ. С начала трудовой деятельности в МАИ совмещал работу ведущим инженером с ведением курса "Проектирование агрегатов летательных аппаратов из ПКМ" для русскоязычной и англоязычной магистратуры в качестве преподавателя кафедры 101 МАИ.

В период подготовки диссертации, начиная с 2022 г. вел научно-исследовательскую работу по разработке расчетного сопровождения для задач обоснования прочности конструкций самолетов SJ-100, SSJ-NEW, CR-929, Су-57 и др. Специализировался на расчетах долговечности конструкций планера

самолета, построении новых расчетных моделей для анализа прогрессирующего разрушения конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ), а также разработке перспективных методов обеспечения прочности конструкций из ПКМ в условиях эксплуатации.

В ходе работы над диссертацией Турбин Николай Васильевич показал глубокие знания в области механики деформирования композитных конструкций с повреждениями, умение вести экспериментальные исследования и хорошее владение численным методом конечных элементов.

Актуальность темы исследования

В процессе проектирования элементов авиационных конструкций особое место занимает анализ их живучести, характеризующей свойства прочности конструкции и способы обеспечения ее безопасности. При этом изучается возможность наличия незначительного повреждения и одновременного обеспечения безопасности в процессе роста повреждения или даже разрушения элемента конструкции.

Цель и задачи работы

Целью диссертации является разработка методики анализа и расчетной оценки живучести элементов конструкции летательного аппарата из композиционных материалов с малозаметным ударным повреждением. Элементы при этом находятся в условиях циклического сжатия с учетом остаточной статической прочности композита.

Задачи, поставленные и решаемые в диссертации для достижения поставленной цели:

1. Сформировать математическую модель предсказания живучести сжатых элементов конструкции из ПКМ с ударными повреждениями, включающую уравнение циклического роста расслоения ПКМ и принцип выбора критической конфигурации ударного повреждения, используя теоретические основы поведения ПКМ под действием циклических нагрузок.
2. Разработать метод расчетной оценки живучести сжатых композитных элементов с ударным повреждением при действии циклических нагрузок.
3. Провести численное моделирование процесса сжатия элемента конструкции из ПКМ с ударным повреждением на основе сформированной математической модели с целью предсказания длительности роста повреждения и остаточной прочности элемента конструкции, а также обоснования выбора верхней границы размера повреждения.

4. Провести экспериментальное исследование на циклическое сжатие элементов конструкции летательного аппарата из ПКМ с ударным повреждением для выявления закономерностей роста повреждения и сравнения с результатами их предсказания.
5. Определить методические особенности исследования живучести конструкционных полимерных композитов в условиях циклического сжатия после ударного повреждения.

Предмет исследования

Исследование влияния малозаметных ударных повреждений на живучесть конструкций летательных аппаратов из ПКМ под действием циклического сжатия. Описание и анализ роста несплошностей в виде расслоений в ПКМ, возникающих при изготовлении (дефекты), сертификационных испытаниях и эксплуатации (повреждения) летательных аппаратов.

Объектом исследования являются основные силовые элементы (ОСЭ) ЛА из слоистых ПКМ с возникшими в них малозаметными ударными повреждениями, работающие в условиях циклического сжатия.

Научная новизна

1. Предложено полученное в результате анализа известных теорий уравнение циклического роста расслоения, учитывающее принцип подобия продвигающих рост расслоения обобщенных сил. Разработан алгоритм расчетной оценки длительности роста ударного повреждения.
2. Предложена и подтверждена результатами исследования концепция выбора критической конфигурации ударного повреждения, приведенного к заложенному расслоению эллиптической формы. Предложен алгоритм нахождения глубины залегания критического расслоения на основе зарегистрированного распределения расслоений в образце после удара.
3. Разработана методика расчетной оценки скоростей и длительностей роста ударного повреждения с применением численного моделирования.

Теоретическую значимость исследования составляют:

- Предложенное в работе уравнение циклического роста расслоения, учитывающее принцип подобия обобщенных сил, продвигающих рост расслоения, позволяет прогнозировать скорости и длительности роста расслоений в элементах конструкции летательных аппаратов с ударными

повреждениями при произвольном уровне внешних нагрузок и коэффициентах асимметрии цикла, имея ограниченные экспериментальные данные.

- Предложенная и подтвержденная результатами исследования концепция выбора критической конфигурации ударного повреждения позволяет проводить экспресс-оценки живучести композиционного материала без масштабных параметрических исследований.

Практическую значимость исследований составляют:

- Разработанный в диссертации алгоритм расчетной оценки живучести элементов конструкции летательного аппарата из композиционных материалов позволяет на ранних этапах проектирования спрогнозировать живучесть, а также контролировать живучесть элемента конструкции в зависимости от его укладки.
- Результаты эксперимента на циклическое сжатие образцов с ударным повреждением могут быть использованы при разработке новых эмпирических зависимостей для мер поврежденности композита.
- Разработанное программное обеспечение позволяет решать описанный в работе класс задач расчетной оценки живучести элементов конструкции самолета SJ-100 из композиционных материалов. Имеется свидетельство о государственной регистрации программ и акт о внедрении.
- Результаты диссертационной работы применяются при реализации учебных программ дисциплин «Проектирование агрегатов ЛА из ПКМ», «Прочность агрегатов ЛА из ПКМ», «Strength of aircraft units made of PCM» и «Composite Airframe Structures Design», читаемых для студентов Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Степень достоверности результатов

Достоверность полученных результатов определяется сопоставлением с известными аналитическими и численными решениями частных задач анализа живучести конструкций из ПКМ и сравнительным анализом полученных теоретических результатов с данными испытаний.

В целом Турбина Николай Васильевича можно охарактеризовать как сложившегося научного работника в области анализа и проектирования тонкостенных авиационных конструкций из композитных материалов. Турбин Николай Васильевич способен самостоятельно формулировать и решать задачи, возникающие при анализе и обеспечении прочности и живучести тонкостенных композитных авиационных конструкций.

Турбин Николай Васильевич проявил хорошие навыки выступлений с докладами на научно-технических конференциях различного уровня, и публикаций научных статей на русском и английском языках. Автор 12 статей, индексируемых в базах РИНЦ и Scopus.

Считаю, что Турбин Николай Васильевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14. - Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов.

Научный руководитель,
д.т.н., с.н.с.
профессор кафедры «Проектирование
и сертификация авиационной техники» МАИ


03.07.2016

/ Сергей Васильевич Селюгин /

Подпись Селюгина С.В. удостоверяю:

Заместитель начальника Отдела кадров МАИ (национального исследовательского университета)



/М.А. Иванов/

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
Кафедра «Проектирование и сертификация авиационной техники»
Адрес: 125993, г. Москва А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4
Телефон: (499)158-46-10
Факс: (499)158-29-77
E-Mail: mai@mai.ru