



Государственный научный центр Российской Федерации

Акционерное общество
«Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А. Г. Ромашина»
(АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина)»

249031, г. Обнинск Калужской обл., Киевское шоссе, 15
(484) 396-39-87, (484) 399-68-68,
факс (484) 396-45-75, телетайп 183507 "Алмаз"
info@technologiya.ru; technologiya.ru

ОКПО 07548617; ОГРН 1114025006160;
ИНН/КПП 4025431260/402501001

08.12.2020 № 11613
На № _____ от _____

Ученому секретарю
Диссертационного совета
Д 212.125.05 при МАИ (НИУ)
Федотенкову Г.В.
Волоколамское шоссе, д.4.,
г. Москва, 125993
E-mail: mai@mai.ru


О направлении отзыва

Уважаемый Григорий Валерьевич!

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Нагорнова Андрея Юрьевича «Обеспечение аэроупругой устойчивости беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Приложение: Отзыв на 3 л. в 2 экз.;

Ученый секретарь,
канд. техн. наук

 Н.И.Ершова

Отдел документационного
обеспечения МАИ
«17 12 2020»

Атрохин Илья Сергеевич
8 (484) 399-67-72



084078

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Нагорнова Андрея Юрьевича на тему «Обеспечение аэроупругой устойчивости беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 - Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Методы и пути повышения эффективности технических объектов в полной мере взаимосвязаны с поиском альтернативы применения устоявшихся для рассматриваемой области машиностроения материалов. В данной работе, посвященной актуальной на современном этапе тематике проектирования и создания беспилотных летательных аппаратов, такой альтернативой в металлических алюминиевых, магниевых, титановых и прочих сплавах выступает широкий класс композиционных материалов (КМ). Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят все более широкое применение в авиационно-космической технике. Развитие систем аппаратного автономного управления вкупе с тенденциями экономии человеческих ресурсов позволяют применять летательные аппараты (ЛА) подобного класса в широком спектре технических задач: от простейшего мониторинга и картографии местности до транспортировки опасных грузов и даже перевозке в качестве пассажиров людей. Всё это накладывает ряд дополнительных требований по гарантированному обеспечению безопасности эксплуатации БПЛА во всех режимах применения, достигаемого, в том числе, и за счет адекватного и предсказуемого поведения систем управления высокоскоростным аппаратом.

С помощью рассматриваемой в данной работе теории механического поведения КМ в целом может быть получена близкое к действительности описание связи напряжений с деформациями для применяемого материала в том случае, когда отношение наибольшего характерного размера структуры к наименьшему характерному размеру неоднородности деформации достаточно мало по сравнению с единицей. Подобная, так называемая «теория эффективных модулей» отождествляет механические свойства КМ со свойствами некоторой однородной, но, вообще говоря, анизотропной среды, «эффективные модули» которой определяются через упругие характеристики компонентов и параметры, характеризующие структуру КМ. Преимущество указанной теории заключается в том, что дискретный характер истинной структуры композита описывается в рамках однородного подхода и позволяет работать лишь с одной системой уравнений, описывающей поведение композиционной среды как единого целого, вместо того, чтобы иметь дело с несколькими системами полевых уравнений, соответствующих системам для каждой неоднородности – слоя. Для широкого класса условий нагружения теория эффективных модулей оказывается вполне удовлетворительной.

Таким образом, **актуальность** работы не вызывает сомнений.

Среди основных результатов, составляющих **научную новизну** данной, следует отметить разработку математических моделей аэроупругих колебаний БЛА, элементы которых выполнены из КМ, а также представление алгоритма выбора фильтров, предназначенных для подавления упругих тонов колебаний планера, повышающих эксплуатационную надежность элементов летательных аппаратов.

Комплексный подход, корректное использование современных методов теории газодинамики, аэроупругости, динамического нагружения и прочности, применение апробированных численных методов анализа и расчета позволяют считать полученные в работе результаты достоверными.

Практическая значимость работы подтверждается полученными в диссертации результатами, которые позволили разработать меры и рекомендации по обеспечению безопасности от флаттера и аэроупругой устойчивости летательного аппарата с САУ применительно к БЛА двухбалочной схемы из композиционных материалов.

Результаты работы полно отражены в 2 рецензируемых статьях в журналах, рекомендуемых ВАК, нескольких публикациях и докладах на международных и российских конференциях.

В качестве **замечаний** по данной работе следует отметить следующее:

1. Выбранный для рис. 6 масштаб собственной формы колебаний оперения является некорректным, что приводит к смещению графика и слиянию его с горизонтальными линиями координатной сетки.

2. К несущественным недостаткам работы следует отнести также отсутствие упоминания случайных факторов – нагружающих параметров или наличия в структуре КМ микродефектов, таких как расслоения, микротрещины, непроклеи. Особенно сильно особенности микроструктуры влияют на механические свойства предельно нагруженных деталей ЛА, для которых значения коэффициентов запаса по принимаемым критериям прочности малы, что является характерным для авиационной техники, и это требует однозначного и полного понимания пределов несущей способности КМ, поэтому учет влияния случайных изменений характеристик материала и действующих нагрузок на несущую способность изделия является очень важной задачей.

Указанные замечания носят частный характер и не снижают высокой оценки работы в целом.

Заключение по диссертационной работе

В автореферате диссертации последовательно и полно изложены основные результаты исследований, отличающихся научной и практической ценностью. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Диссертационная работа Нагорнова Андрея Юрьевича является законченной квалификационной работой, отвечающей всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 01.02.06 - Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Начальник научно-исследовательского сектора
расчёта напряженно-деформированного состояния и надёжности
изделий из керамических и композиционных материалов
АО «ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина»,

кандидат технических наук 08.12.2020

Дмитрий Александрович Рогов

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»
Государственный научный центр Российской Федерации
249031, г.Обнинск, Калужской области, Киевское шоссе, 15
E-mail: info@technologiya.ru, факс (484) 396-45-75
Тел. (484) 399-68-68

Подпись начальника сектора Д.А.Рогова заверяю:

Начальник ОКА
АО «ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина»



Е.А.Чуканова