

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Гавва Любови Михайловны**
«Методы анализа статической прочности и устойчивости конструктивно-анизотропных панелей летательных аппаратов из композиционных материалов на основе уточнённой теории с учётом технологии изготовления»,
представленной на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»

Применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкциях новых летательных аппаратов (ЛА) необходимо для обеспечения снижения массы агрегатов, улучшения лётно-технических характеристик, снижения стоимости производства и эксплуатации. Композиты, в силу своих технологических характеристик, позволяют выйти на новый уровень интегрирования конструктивных элементов в изделиях с высокой весовой отдачей. Широкое распространение конструктивно-анизотропных панелей в конструкциях современных образцов авиационной техники приводит к необходимости развития уточнённых методов для оценки напряжённо-деформированного состояния и устойчивости на этапе проектирования. Новые расчётные модели в уточнённой постановке составляют основу процессов проектирования и оптимизации.

Целью диссертации Гавва Л.М. является разработка в рамках междисциплинарного подхода на основе уточнённой теории с учётом технологии изготовления методов комплексного исследования проблем статической прочности и устойчивости эксцентрично подкреплённых прямоугольных панелей из композиционных и изотропных материалов как элементов несущих поверхностей ЛА. Общая уточнённая теория расчёта широкого класса конструктивно-анизотропных панелей - композитных, металлических, комбинированных – представляет собой **актуальное направление** исследований.

Впервые построены математические модели, свободные от гипотезы об отсутствии деформации сдвига ребер жёсткости, которые находятся в условиях косоугольного изгиба и стеснённого кручения вследствие одностороннего контакта с обшивкой. Выполненное в диссертации дальнейшее развитие теории тонкостенных упругих стержней В.З. Власова применительно к общей контактной задаче для обшивки и ребра с учётом деформации сдвига при закручивании составляет **научную новизну** работы. Сформулированы и исследованы различные варианты вариационных задач, построены уравнения равновесия с линейными дифференциальными операторами высоких порядков для моделирования основного напряжённого состояния и общего напряжённого состояния с учётом краевых эффектов типа «погранслоя». К **новым научным результатам** относятся постановка и решение новых краевых задач статики конструктивно-анизотропных панелей ЛА;

Отдел документационного
обеспечения МАИ

06. 05. 2022

распространение приёмов исследования различных краевых бигармонических задач – вариантов метода однородных решений – на интегрирование дифференциального уравнения восьмого порядка при расчёте конструктивно-анизотропных панелей с реальными условиями закрепления контура в составе проектируемой конструкции. Принимаются во внимание технологические факторы, имеющие место при изготовлении композитов: остаточные температурные напряжения, возникающие при охлаждении после завершения процесса отверждения, и технологическая операция предварительного натяжения армирующих волокон. Оценка влияния технологии изготовления на статику и устойчивость конструктивно-анизотропных панелей из ПКМ впервые выполнена в рамках решения краевых задач для уравнения восьмого порядка. Разработана методология определения критических сил различных форм потери устойчивости конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов с учётом неравномерности исходного сложного докритического напряжённого состояния. Аналитические формулы для критических параметров изгибной и крутильной форм потери устойчивости рекомендуется использовать в качестве ограничений целевой функции при последующей реализации решения проблемы проектирования несущих поверхностей ЛА. Математические модели и численная реализация решений, построенных точными аналитическими методами, определяют **практическую значимость** с точки зрения проектирования панелей из современных композиционных материалов для перспективных изделий авиационной техники.

Практическая значимость диссертации подтверждается поддержкой гранта КИАС РФФИ и гранта Министерства науки и высшего образования РФ. Результаты исследований используются в учебном процессе МАИ (НИУ) в курсе лекций по прочности конструкций.

Экспериментальная проверка теоретических методов уточнённого расчёта панелей планера, имеющих в своём составе ПКМ, на устойчивость представлена в автореферате, что свидетельствует о **достоверности результатов** проведенного исследования.

Основные положения и результаты доложены и обсуждены на международном конгрессе International Council of Aeronautical Sciences ICAS2020(2021), на семнадцати международных и всероссийских конференциях, симпозиумах и научных семинарах.

Содержание диссертации изложено в двадцати девяти публикациях, в том числе – в десяти изданиях перечня ВАК по специальности 05.07.03, из которых три публикации проиндексированы в международных базах данных SCOPUS и Web of Science, в пяти изданиях перечня ВАК по смежным специальностям, пять публикаций статей по материалам конференций проиндексированы в международных базах данных SCOPUS и Web of Science.

Заключение. Автореферат диссертации даёт основания утверждать: в рамках выполненных исследований решена актуальная научная проблема, имеющая важное

хозяйственное значение, изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие авиационной промышленности. Диссертация Гавва Любови Михайловны представляет собой завершённое исследование, выполнена на высоком научном уровне, содержит новые научные результаты, имеющие существенное теоретическое и практическое значение для самолётостроения. Работа соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. Гавва Любовь Михайловна заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Заведующий кафедрой производства
летательных аппаратов ФГБОУ ВО
«Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»,
доктор технических наук, профессор



Халиулин Валентин Илдарович

Адрес: 420111, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 10, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

E-mail: kai@kai.ru

тел./ факс: +(843)231-01-09, +7(843)238-56-30

Подпись *Халиулин В. И.*
заверяю. Начальник управления
делами КНИТУ-КАИ

26.04.2022

