

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Котовича Ильи Всеволодовича «Метод расчета напряженно-деформированного состояния трёхслойных панелей с нерегулярной сотовой структурой для обеспечения прочности несущих поверхностей объектов авиационной техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14. - «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Котович И.В. окончил с отличием Институт № 6 «Аэрокосмический» МАИ в 2020 году по направлению подготовки «Ракетные комплексы и космонавтика». С третьего курса обучения в институте стал заниматься научной работой на кафедре по тематике прочности элементов конструкций беспилотных летательных аппаратов. С сентября 2020 года он поступил в аспирантуру МАИ и стал активно выполнять программу обучения, работать над выпускной квалификационной работой, выступать на конференциях всероссийского и международного уровня и готовить публикации в серьезных изданиях.

Диссертационная работа Котовича И.В. посвящена актуальной и востребованной научно-технической проблеме – разработке метода расчета напряженно-деформированного состояния трёхслойных панелей с нерегулярной сотовой структурой для обеспечения прочности несущих поверхностей объектов авиационной техники, в которых локальные изменения и нелинейность свойств по направлениям учитываются через переменные жесткостные характеристики заполнителя.

Работа выполнена автором самостоятельно, на высоком научном и техническом уровне, в полном соответствии с планом исследований и требованиями, предъявляемыми к кандидатским диссертациям. Автор проявил глубокое понимание проблемы, высокую степень эрудиции в области механики деформируемого твердого тела, аддитивных технологий и проектирования элементов авиационных конструкций.

Котовичем И.В. впервые предложен метод решения системы дифференциальных уравнений напряженно деформированного-состояния трехслойной панели методом малых возмущений с представлением решения в

виде двойных рядов Фурье. На основе предложенной схемы решения практически реализована методика расчёта напряжённо-деформированного состояния трёхслойных панелей с нерегулярной сотовой структурой, обеспечивающая умеренные вычислительные затраты в виде собственного программного комплекса и выполнена его верификация на основе сравнения с данными прямого конечно-элементного моделирования и экспериментов.

В целом работа состоит из 4-х глав. Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость исследования.

В первой главе проведена систематизация существующих знаний о трёхслойных конструкциях: дана классификация по типу, материалам, геометрии и способам соединения слоёв, с акцентом на современные материалы. Отмечены ключевые преимущества таких панелей — высокая удельная жёсткость и прочность, лёгкость, хорошие тепло- и звукоизоляционные свойства, а также технологичность при 3D-печати. Приведены результаты работ по оптимизации геометрии трехслойных панелей иностранными авторами.

Во второй главе представлен разработанный метод расчета напряженно-деформированного состояния трёхслойных панелей с нерегулярной сотовой структурой оригинальная математическая модель на основе теории Рейсснера и метода малых возмущений. Получены аналитические выражения для напряжений, реализована численная процедура и алгоритм рационального выбора геометрии структуры заполнителя.

Третья глава посвящена верификации модели: сравнение с конечно-элементным анализом и экспериментальными данными подтвердило высокую точность предложенного подхода по прогибам. Оптимизированные конструкции показали снижение массы без потери несущей способности.

В четвёртой главе представлены результаты экспериментальных испытаний образцов с титановым и аддитивным заполнителем. Подтверждено, что трёхслойные панели с нерегулярной сотовой структурой позволяют эффективно снижать массу при сохранении прочности, что открывает перспективы их применения в авиации и космонавтике.

В заключении обобщены основные научные и практические результаты, намечены направления дальнейших исследований.

В целом, Котовичем Ильей Всеволодовичем успешно решены задачи и реализованы планы исследований, которые были сформулированы перед началом работы над диссертацией. Диссертантом грамотно использован комплексный подход, сочетающий современные методы численного моделирования (в ANSYS, Siemens NX) с масштабным циклом натурных экспериментов. Это позволило не только разработать теоретические модели, но и строго верифицировать их, что обеспечивает высокую достоверность полученных результатов.

Котович И.В. проявил большую самостоятельность и инициативу. Им лично спроектированы и собраны экспериментальные оснастки для исследования НДС, разработаны методики испытаний, проведён полный цикл экспериментальных работ, включая изготовление образцов, их нагружение и анализ результатов.

Котовичем Ильей Всеволодовичем опубликовано 16 печатных работ, 2 из которых в издании, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи – в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, а также в сборниках тезисов докладов конференций. Кроме того, аспирант выступал на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

При обучении в аспирантуре, Котович Илья Всеволодович достаточно активно проявил себя в культурной, общественной и спортивной жизни студенческого сообщества, включая проведение практических занятий, лабораторных работ и выполнение иной образовательной деятельности со студентами. Котовичу И.В. удалось внедрить свои научно-технические наработки в конструкции беспилотных летательных аппаратов, применяемых в научно-технических конкурсах соревнованиях по авиамоделированию и стать неоднократным чемпионом и призером этих мероприятий. За свои достижения, в 2025 году, Котович И.В. был удостоен звания мастер спорта России по авиамодельному спорту.

В целом, Котовича Илью Всеволодовича можно охарактеризовать, как сложившегося научного работника в сфере проектирования и прочностного расчёта летательных аппаратов и квалифицированного инженера-конструктора с глубокими познаниями в области моделирования и численного расчета.

Котович И.В. обладает значительными познаниями в области расчета трехслойных конструкций, а также способен самостоятельно проводить исследования в области прочности многослойных конструкций, в том числе изготовленных с применением аддитивных технологий, включая изготовление образцов, проведение экспериментов и моделирование сложных процессов с использованием прикладных программ.

Закключение. Диссертация Котовича И.В. «Метод расчета напряженно-деформированного состояния трёхслойных панелей с нерегулярной сотовой структурой для обеспечения прочности несущих поверхностей объектов авиационной техники» является самостоятельно выполненным, законченным научным трудом, изложена корректно и вместе с тем доступным для инженерно-технических работников языком, выполнена на актуальную тему, полностью соответствует требованиям положения ВАК РФ предъявляемым к кандидатской диссертации, а ее автор достоин искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14. - «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Научный руководитель:

Доцент, кандидат технических наук,
доцент кафедры 204, МАИ (НИУ)

Ежов Алексей Дмитриевич

10.06.2025

Подпись Ежова А.Д. заверяю:

Директор

Дирекции Института №2



В.П. Монахова