



Акционерное общество «КОМПОЗИТ»



Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область,
Россия, 141070
Телеграф БЕРЕЗА

тел. (495) 513-20-28, 513-23-29
канцелярия 513-22-56, факс (495) 516-06-17
e-mail: info@kompozit-mv.ru

ОКПО 56897835, ОГРН 1025002043813, ИНН / КПП 5018078448 / 501801001

22.12.2025 исх. № 02-1222-02

на № _____ от _____

В отдел Ученого и диссертационных
советов

МАИ

125993, г. Москва, Волоколамское
шоссе, д.4.

В ответ на Ваш запрос от 14.11.2025 исх. № 035-10-203а/30 направляю
отзыв на автореферат диссертации Котовича Ильи Всеволодовича.

Приложение:

1. Отзыв на автореферат на 3 листах в 2 экз.

Заместитель генерального директора

И.А. Тимофеев

**на автореферат диссертации Котовича Ильи Всеволодовича на тему:
«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»

Представленная работа посвящена критически важной и актуальной проблеме современного авиационного и ракетно-космического машиностроения – снижению массы конструкций без ущерба для их прочности и жесткости. Широкое внедрение трехслойных сэндвич-панелей, особенно с сотовым наполнителем, является ключевым направлением в создании легких и прочных конструкций планера, включая перспективные беспилотные летательные аппараты.

Особую значимость работе придает фокус на нерегулярные (градиентные) сотовые структуры, производство которых стало экономически и технологически оправданным с развитием аддитивных технологий. Традиционные методы расчета, предполагающие однородность наполнителя, недостоверно описывают реальные конструкции, имеющие локальные неоднородности (зоны концентрации напряжений, технологические дефекты, преднамеренные изменения геометрии). Разработка эффективной методики анализа НДС таких панелей является насущной инженерной задачей, решение которой позволит перейти от избыточных запасов прочности к точному, оптимизированному проектированию.

Научная новизна работы сформулирована четко и убедительно. К основным новым результатам стоит отнести:

- разработку нового подхода к расчету НДС трехслойных панелей с нерегулярной структурой наполнителя, основанного на модели Тимошенко–Рейсснера с переменными сдвиговыми жесткостями, учитывающими локальную геометрию ячеек;

- адаптацию метода малых возмущений и представления решения в виде двойных рядов Фурье для решения системы дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Это позволяет получить численно-аналитическое решение, являющееся компромиссом между точностью прямого МКЭ-моделирования каждой ячейки (крайне ресурсоемкого) и упрощенными методами;

- создание итерационного алгоритма и программного комплекса (реализованного в LabVIEW) не только для анализа, но и для рационального проектирования геометрии наполнителя по критерию равномерного использования прочности.

Практическая значимость работы чрезвычайно высока, а разработанная методика и программный инструмент позволяют:

- на ранних этапах проектирования быстро оценивать НДС панелей сложной структуры, что ускоряет итерационный процесс оптимизации;

- целенаправленно проектировать градиентные сотовые структуры, максимально эффективно использующие материал, особенно применительно к деталям, изготавливаемым методом 3D-печати;

- снижать материалоемкость и массу ответственных конструкций летательных аппаратов, что напрямую влияет на ключевые летно-технические характеристики. Заявленное снижение массы на (8 – 12) % при сохранении несущей способности является существенным практическим результатом;

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«25» 12 2025 г.

- верификация методики комплексом экспериментов (статические испытания, DIC) и детальным конечно-элементным анализом подтверждает ее адекватность и готовность к внедрению в инженерную практику.

Автореферат структурно выдержан, содержит все необходимые разделы в соответствии с установленными требованиями. Текст изложен четким научным языком, с достаточным количеством формул, иллюстраций и таблиц, облегчающих понимание сути работы. Библиографический список объемён (180 источников) и отражает высокую степень изученности темы.

Диссертационное исследование, судя по автореферату, полностью соответствует ключевым критериям Положения ВАК. Самостоятельность и личный вклад соискателя, детально отражённые в соответствующем разделе, проявляются в его участии во всех этапах работы – от постановки задачи и разработки модели до создания программного обеспечения, проведения экспериментов и анализа данных, что подтверждается соответствующими публикациями. Обоснованная выше научная новизна и значимость работы отвечают предъявляемым требованиям. Соответствует норме и публикационная активность автора и апробация результатов, которые были представлены на ряде авторитетных всероссийских и международных конференций. Наконец, работа обеспечена необходимым количеством публикаций в изданиях из Перечня ВАК и в журналах, индексируемых в международной базе данных Scopus, а также подкреплена свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Тема диссертации напрямую и в полной мере соответствует паспорту специальности 2.5.14 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов». Исследование сфокусировано на обеспечении прочности несущих поверхностей летательных аппаратов посредством разработки нового инженерного метода, предназначенного для расчёта напряжённо-деформированного состояния трёхслойных панелей.

Замечания и недостатки

Несмотря на высокую оценку работы, следует отметить некоторые моменты, требующие уточнения или являющиеся областями для дальнейшего развития:

- ограниченность постановки задачи – математическая модель предполагает изменение жесткостей только по одной координате (X). Хотя это упрощение позволило получить изящное решение, в реальных конструкциях нерегулярность носит преимущественно двумерный характер. При этом автор справедливо указывает это как направление дальнейших исследований;

- верификация для динамических нагрузок – работа сосредоточена на статическом нагружении. Для объектов авиационной техники критически важным является поведение под действием вибрационных, ударных и циклических нагрузок. Отсутствие этой части в автореферате несколько сужает непосредственную применимость методики для всего спектра задач прочности.

- детали технологической реализации – в разделе, посвященном аддитивным технологиям, можно было бы ожидать более глубокого анализа влияния конкретных технологических параметров 3D-печати (ориентация в камере построения, режимы спекания/полимеризации) на итоговые механические свойства ячейки и их учет в модели. Сделан первый важный шаг, но эта связь «технология/свойство ячейки/макросвойство панели» требует дальнейшей проработки.

- практическая апробация на крупногабаритных конструкциях – экспериментальная часть, судя по автореферату, выполнена на лабораторных образцах. Было бы ценно увидеть планы или результаты апробации методики на проектировании полноразмерного элемента планера.

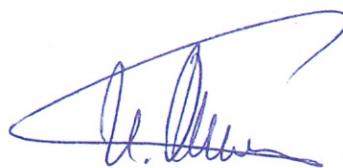
Указанные замечания носят рекомендательный характер в части дальнейшего развития темы и не снижают общей высокой оценки проведенного исследования.

Заключение

Автореферат диссертации Котович И.В. представляет собой законченную, актуальную и глубокую научно-квалификационную работу. В исследовании предложен оригинальный, научно обоснованный и практически значимый метод решения важной инженерной задачи. Работа выполнена на высоком научно-методическом уровне, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявленным к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Котович Илья Всеволодович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Согласен на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Котовича И.В. и на их дальнейшую обработку.

Заместитель генерального директора
АО «Композит», кандидат технических наук



И.А. Тимофеев

141070, Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область, Россия, АО «Композит».
тел. (495) 513-20-28, 513-23-29, факс (495) 516-06-17, e-mail: info@kompozit-mv.ru

Подпись И.А. Тимофеева заверяю:

Начальник отдела кадров *Зинаида Ф. Бигорова*
АО «Композит»

