

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Ежова Алексея Дмитриевича

**«Комплексные методы решения задач контактного теплообмена для энергоэффективного управления тепловыми режимами»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»**

Диссертационная работа Ежова Алексея Дмитриевича посвящена созданию научно-методического аппарата для прогнозирования контактного термического сопротивления (КТС) в соединениях теплонапряжённых конструкций. Для предприятий, специализирующихся на разработке и производстве теплообменного оборудования, авиационных систем кондиционирования и агрегатов управления тепловыми режимами, таких как АО ПКО «Теплообменник», точность определения КТС является не академической абстракцией, а критическим параметром, напрямую влияющим на массогабаритные характеристики, ресурс и надёжность выпускаемых изделий.

Актуальность темы исследования не вызывает сомнений. Как справедливо отмечено в автореферате, существующий разброс расчётных значений КТС, вынуждает конструкторов закладывать необоснованные запасы по массе и габаритам либо, напротив, сталкиваться с непрогнозируемыми перегревами в процессе эксплуатации. Особую ценность работе придаёт направленность на исследование контактов с участием современных композиционных материалов, включая керамоматричные и углепластики. В условиях активного перехода авиационной и космической техники на полимерные и керамические композиты, недостаток достоверных данных о тепловом взаимодействии таких материалов с металлическими элементами конструкции является серьёзным барьером для внедрения перспективных технологий. Таким образом, работа Ежова А.Д., нацеленная на снижение неопределённости расчётов до приемлемого в инженерной практике уровня (погрешность не более 7%), является своевременной и востребованной.

Структура и содержание автореферата позволяют составить полное представление о диссертационной работе. Текст автореферата изложен логично, грамотным научно-техническим языком, материал хорошо структурирован. Автореферат содержит все необходимые разделы, включая общую характеристику работы, изложение основного содержания по главам, заключение и список публикаций автора. Оформление соответствует предъявляемым требованиям.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«19» 05 2026 г.

Сложность и многообразие решаемых задач (от создания цифровых двойников микрорельефа до оптимизации конкретных узлов ГТД и ЖРД) не помешали автору сохранить чёткую логическую связь между экспериментальной, теоретической и прикладной частями исследования.

Научная новизна работы является весомой и многогранной. Следует выделить несколько ключевых результатов, обладающих безусловной научной ценностью:

1. Предложена и верифицирована оригинальная методика построения цифровых двойников микрорельефа поверхности на основе комбинирования методов вершин и локальных экстремумов. Это позволило преодолеть известное противоречие между точностью описания топологии поверхности и вычислительной сложностью модели, что крайне важно для внедрения подобных методик в промышленные расчёты.

2. Обоснована значительная роль лучистого теплообмена в межконтактном зазоре при высоких температурах и низких давлениях (вклад до 46%). Этот результат является принципиально важным уточнением классических моделей и имеет прямое приложение к расчёту систем терморегулирования высотных летательных аппаратов и космических станций.

3. Впервые получены количественные оценки влияния анизотропии свойств композитов на величину КТС. Выявление оптимальных схем армирования для пар «композит-металл» представляет собой готовый инструмент для конструктора, позволяющий управлять тепловыми потоками на стыке разнородных материалов.

4. Создана верифицированная нейросетевая модель прогнозирования КТС, обученная на синтетических данных высокой достоверности. Достигнутая точность (не более 2,5%) и высокое быстродействие делают возможной интеграцию модели в CAD/CAE-системы и цифровые двойники изделий, что отвечает современным трендам цифровизации проектирования.

Достоверность результатов обеспечена комплексным подходом, сочетающим тщательно спланированный натурный эксперимент на двух оригинальных стендах (атмосферном и вакуумном), многопараметрическое конечно-элементное моделирование и верификацию численных моделей по собственным и литературным данным. Высокая степень согласования расчётных и экспериментальных значений (погрешность не более 7%) подтверждает адекватность разработанных методик. Широкая апробация работы на более чем 25 международных и всероссийских конференциях, а также наличие 25 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, и публикаций в журналах, индексируемых в международных базах данных, свидетельствуют о признании научным сообществом достоверности и значимости полученных результатов.

Практическая значимость диссертации для предприятий профиля АО ПКО «Теплообменник» представляется высокой. Предложенные методы и подходы могут быть непосредственно использованы при проектировании и расчётах:

- пластинчато-ребристых и трубчато-ребристых теплообменников, где термическое сопротивление в местах пайки или механического контакта ребра с трубкой во многом определяет эффективность аппарата;
- узлов стыковки теплообменных секций с несущими элементами планера летательного аппарата, где необходимо точно прогнозировать тепловые потоки для предотвращения локальных перегревов конструкции;
- систем охлаждения электронного оборудования, где контактное сопротивление между тепловыделяющим элементом и теплоотводом является критическим фактором.

Конкретные конструктивные решения, разработанные в диссертации для камеры сгорания ЖРД и замка лопатки ГТД, демонстрируют работоспособность методологии и служат убедительным доказательством возможности её масштабирования на другие технические объекты.

Положения, выносимые на защиту, сформулированы чётко и конкретно. Они отражают суть научного вклада автора: от методологии построения цифрового двойника микрорельефа до практических конструкторских решений. Каждое из шести положений, перечисленных в автореферате, логически вытекает из содержания работы и подкреплено соответствующими результатами.

Тема диссертации и её содержание полностью соответствуют паспорту научной специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

По содержанию автореферата возникли следующие **замечания и вопросы**:

1. В автореферате приводятся данные о влиянии циклического нагружения на КТС для изотропных материалов. В то же время, для композитов, где эффекты термоциклирования могут приводить к расслоениям и изменению микрогеометрии контакта, подобных оценок не представлено. Было бы интересно узнать мнение автора о применимости полученных результатов для прогнозирования ресурса композитных соединений при длительной эксплуатации.

2. При обсуждении практической значимости для теплообменного оборудования упоминается потенциальное повышение КПД на 5–7% и снижение массы на 12–15%. Однако, в автореферате не раскрыто, на каком типе теплообменного аппарата и при каких граничных условиях были получены эти оценки. Хотелось бы получить уточнение этого вопроса, поскольку для инженерной практики важен не только относительный, но и абсолютный выигрыш в характеристиках конкретного изделия.

Высказанные замечания носят дискуссионный и уточняющий характер, не затрагивают сути основных научных результатов и не снижают общей высокой положительной оценки диссертационной работы.

Заключение

Судя по автореферату, диссертационная работа Ежова Алексея Дмитриевича «Комплексные методы решения задач контактного теплообмена для энергоэффективного управления тепловыми режимами» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена крупная научная проблема, имеющая важное народно-хозяйственное значение.

Работа в полной мере соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней (пп. 9–14), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор, **Ежов Алексей Дмитриевич**, заслуживает присуждения искомой учёной степени доктора технических наук по специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

**Первый заместитель главного конструктора
АО ПКО «Теплообменник»
Начальник опытного конструкторского бюро
кандидат технических наук**

« » мая 2026 г.

АО ПКО «Теплообменник»
603952, г. Нижний Новгород, пр. Ленина, д. 93, БОКС-58
Телефон: (831) 259 99 68
E-Mail: post@teplobmennik.ru



Суворов А.В.