

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 актуальной проблеме повышения точности прогнозирования тепловых режимов в ответственных узлах современных энергоустановок за счет учета контактного термического сопротивления (КТС). В условиях ужесточения требований к энергоэффективности, надежности и ресурсу оборудования в нефтегазовой, энергетической и аэрокосмической отраслях, традиционные методы расчета теплообмена в контактных соединениях становятся недостаточными.

Тема исследования представляется чрезвычайно актуальной, поскольку неопределенность в расчетах КТС по известным методикам может достигать высоких значений, что делает затруднительным достоверное прогнозирование тепловых режимов на этапе проектирования конструкций. Разработка универсальной методологии, позволяющей снизить эту неопределенность до уровня $\leq 7\%$, является своевременным ответом на вызовы современного машиностроения и энергетики.

Научная новизна работы заключается в создании комплексного, физически обоснованного подхода к моделированию и прогнозированию контактного термического сопротивления, базирующегося на цифровом двойнике микрорельефа поверхности, конечно-элементном моделировании с учетом анизотропии и лучистого теплообмена, машинном обучении и экспериментальной верификации модели.

К основным научным результатам, отраженным в автореферате, относятся:

1. Предложен новый метод построения виртуальных моделей микротопографии поверхностей, основанный на совместном использовании двух фильтрующих алгоритмов (метода вершин и метода локальных экстремумов). Такой подход позволяет устранить ограничения традиционных методик, обеспечивая высокую точность описания геометрии при оптимальных вычислительных затратах.

2. Разработана обобщенная теоретическая модель контактного теплообмена, объединяющая механику контакта шероховатых тел с задачами теплопередачи, где учтены эффекты излучения и анизотропия теплофизических характеристик материалов.

3. Выполнено исследование комплексного воздействия анизотропии композитных материалов и микрогеометрии контактной пары на величину контактного термического сопротивления. Впервые определены

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«14» 05 2016 г.

рациональные схемы армирования углеродных композитов, позволяющие существенно снизить термическое сопротивление соединения.

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждаются использованием фундаментальных законов теплофизики, верификацией конечно-элементных моделей на аналитических зависимостях и собственных экспериментальных данных, полученных на оригинальных установках с погрешностью измерений не более 7%.

Практическая значимость работы подтверждена успешной оптимизацией контактных узлов в двух значимых объектах техники:

- Для камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя малой тяги с композитной оболочкой предложена конструкция узла стыковки с изменяемым углом сопряжения.

- Для замкового соединения керамической лопатки и металлического диска газотурбинного двигателя выполнена оценка теплонапряженного состояния с учетом анизотропии свойств композита.

Разработанные методики могут найти применение в нефтегазовой отрасли при проектировании теплообменного оборудования, узлов трубопроводной арматуры, работающей в экстремальных температурных условиях, а также при создании систем терморегулирования для арктического оборудования.

Несмотря на высокий уровень выполнения работы, имеется ряд замечаний по тексту автореферата:

1. Детализация методики экспериментальной верификации. В автореферате недостаточно подробно описана методика сличения результатов численного моделирования с экспериментальными данными для пар материалов, характерных для нефтегазового оборудования (например, различные марки сталей, работающие в агрессивных средах). Рекомендуется добавить информацию о возможности адаптации разработанной методики для условий, характерных для нефтегазовой отрасли.

2. Вопросы сеточной независимости расчетов. В тексте автореферата отсутствует информация о результатах исследования представленных численных решений на сеточную независимость. Для задач контактного теплообмена, где важна точность описания микрогеометрии, этот аспект имеет критическое значение. Рекомендуется указать, проводился ли анализ сходимости решений при измельчении сетки.

3. Примеры практического применения. В тексте автореферата приведено ограниченное количество примеров практического применения разработанной комплексной методики за пределами аэрокосмической отрасли. Учитывая универсальный характер разработанных методов, целесообразно было бы уделить больше внимания возможностям их применения в энергетике, нефтегазовом машиностроении и других смежных областях.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы А.Д. Ежова и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов.

На основании изложенного можно сделать следующий вывод: судя по автореферату, диссертационная работа Ежова Алексея Дмитриевича на тему «Комплексные методы решения задач контактного теплообмена для энергоэффективного управления тепловыми режимами» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая вносит существенный вклад в область теплофизики и теоретической теплотехники, и полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 75 печатных работах, из них 25 статей в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК. Материалы диссертации доложены на многочисленных отечественных и международных конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Ежов Алексей Дмитриевич заслуживает присуждения искомой степени доктора технических наук по специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Я, Антипов Борис Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы, связанные с защитой диссертации Ежова Алексея Дмитриевича на тему: «Комплексные методы решения задач контактного теплообмена для энергоэффективного управления тепловыми режимами», и их дальнейшую обработку.

**Профессор кафедры термодинамики
и тепловых двигателей РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина, д.т.н.,
доцент**


07.04.2026.

Антипов Борис Николаевич

Почтовый адрес организации:

119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1

Тел. 8(499)507-88-88, e-mail: com@gubkin.ru

Подпись Антипова Б.Н. удостоверяю

