



ИНН 7418006770, КПП 742401001, ОГРН 1027401101530, ОКТМО 75752000, ОКПО 00493563, р/сч. 03214643000000016900
ОКУ № 5 УГУ Банка России // УФК по Челябинской области г. Челябинск к/с 40102810645370000062, БИК 017501500
(ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ п/с 20696Х13670)

ПОЛУЧЕНО
ОГУ Вх
«02» 03 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Ректор федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Южно-Уральский
государственный аграрный университет»
кандидат экономических наук, доцент
Черепухина Светлана Васильевна



«28» февраля 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Михайлова Александра Дмитриевича на тему: «Методика совершенствования технического обслуживания интеркуллеров автотранспортных средств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

1. Актуальность темы диссертации

Ключевыми тенденциями развития автотранспортных средств (АТС) в последние десятилетия являются интенсификация производственных показателей и минимизация экологического воздействия. Увеличение массового наполнения цилиндров двигателя при сохранении неизменного рабочего объема достигается путем повышения плотности воздушного заряда за счет предварительного сжатия и последующего охлаждения.

Основным техническим узлом, реализующим процесс теплоотвода от наддувочного воздуха, выступает воздухо-воздушный теплообменный аппарат (интеркулер), обеспечивающий передачу тепловой энергии от сжатого в турбокомпрессоре потока непосредственно в окружающую среду. Эффективность функционирования данного аппарата определяется состоянием его теплообменных поверхностей, требующих отсутствия загрязнений как на внутренней, так и на наружной стороне.

В ходе эксплуатации силовой установки наблюдается снижение коэффициента теплопередачи теплообменника вследствие формирования слоев отложений. Наличие загрязнений создает дополнительное термическое сопротивление, что препятствует эффективному теплообмену и, как следствие, негативно отражается на выходной мощности, топливной экономичности и общих показателях надежности двигателя.

Для нейтрализации указанных факторов необходима разработка научно обоснованных мероприятий по поддержанию заданных эксплуатационных параметров системы охлаждения. На текущий момент анализ специализированной литературы и нормативно-технической документации свидетельствует о недостаточной теоретической и практической проработке данной проблемы. Вышеизложенное обуславливает актуальность проведённого диссертационного исследования, направленного на совершенствование процессов технической эксплуатации АТС.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Обоснованность результатов исследования обусловлена грамотным выбором исходных положений, глубоким анализом рассматриваемой проблемы и использованием рациональной методологии. В аналитических исследованиях применялись признанные научные методы. Содержание экспериментальной составляющей работы демонстрирует грамотное сочетание известных методов проведения эксперимента с инновационными подходами, предложенными автором исходя из специфики исследуемого объекта.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций диссертации подтверждена: апробированными методами исследования, репрезентативными объёмами статистических и экспериментальных данных, корректным планированием эксперимента, а также согласованностью теоретических расчётов с результатами моделирования и данными предшествующих исследований.

Теоретические исследования опираются на анализ научной и нормативно-технической литературы, технологической документации, документов правового характера, статистических данных и результатов экспериментальных исследований. Обоснованность и достоверность положений, выводов и рекомендаций диссертации обеспечивается:

- в ходе проведения исследований применены общепризнанные фундаментальные положения естественных наук, методы математического анализа и моделирования, теории вероятностей и статистики, современные методы обработки и анализа данных, полученных по результатам моделирования и экспериментальных исследований;

- данные экспериментальных исследований получены на репрезентативных выборках исследуемых объектов. Объём выборок, оценка точности полученных данных и результатов моделирования произведены на основе положений теории вероятностей и математической статистики;

- достоверность выдвинутых автором научных положений, результатов моделирования и анализа результатов экспериментальных исследований обеспечиваются использованием фундаментальных положений естественных наук, логично выстроенной методической базой, применением современных программных продуктов и информационных систем. Достоверность полученных

результатов подтверждается их соответствием с результатами других авторов.

Аналитические исследования выполнены на основе результатов эксперимента, проведённого с использованием разработанного автором диагностического оборудования для автотранспортных средств с охладителями наддувочного воздуха, эксплуатируемых на территории Оренбургской области.

Научная новизна исследований заключается в разработке:

- математической модели теплового потока, отводимого охладителем наддувочного воздуха турбированного двигателя внутреннего сгорания в окружающую среду, отличающейся учётом влияния эксплуатационных загрязнений, формируемых на поверхностях теплообмена;

- методики экспериментального определения теплового потока, отводимого воздушно-воздушным охладителем наддувочного воздуха в атмосферу, отличающейся возможностью оценки влияния толщины и теплопроводности загрязнений, сформированных на его наружных и внутренних поверхностях, на величину отводимого теплового потока;

- методики определения плановой периодичности замены воздушно-воздушного охладителя наддувочного воздуха, отличающейся учётом изменения его теплотехнических характеристик в эксплуатации.

Разработанные автором теоретические положения являются основой математической модели, позволяющей получить зависимости теплового потока, отводимого охладителем наддувочного воздуха, от его конструктивных и эксплуатационных параметров, в частности от теплопроводности и толщины слоёв загрязнений, формируемых в процессе эксплуатации на наружных и внутренних поверхностях охлаждения.

Для экспериментального подтверждения разработанной теории, а также для получения данных, необходимых для практического моделирования тепловых процессов, разработано и изготовлено уникальное диагностическое оборудование, обеспечивающее имитацию условий работы исследуемого охладителя и практическое измерение отводимых тепловых потоков.

На основе сопоставления данных о динамике формирования слоёв загрязнений на стенках охладителя и влияния свойств данных слоёв на величину отводимого теплового потока, при помощи разработанной математической модели построена трёхмерная поверхность, описывающая зависимость степени охлаждения наддувочного воздуха от наработки охладителя и температуры воздуха на входе в охладитель.

На основе полученных данных разработана методика определения величины теплового потока, отводимого охладителем наддувочного воздуха в атмосферу, с учётом толщины и теплопроводности слоёв загрязнений, формируемых на наружных и внутренних поверхностях в процессе эксплуатации.

Данные, полученные при помощи указанной методики, послужили основой для разработки рекомендаций по дополнению отдельных операций технического обслуживания автотранспортных средств, обеспечивающих, заданную

тепловую эффективность воздухо-воздушных охладителей наддувочного воздуха.

Таким образом, достигнута цель исследования - разработана методика, позволяющая обеспечить повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе совершенствования технического обслуживания охладителей наддувочного воздуха.

3. Значимость полученных результатов для науки и практики

Значимость полученных научных результатов состоит в том, что они вносят весомый вклад в развитие методической базы исследований и разработок в области повышения эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе совершенствования регламента технического обслуживания.

Практическая ценность результатов диссертационного исследования состоит в разработке методики, позволяющей определить теплотехнические характеристики охладителя наддувочного воздуха с учётом толщины и теплопроводности загрязнений, сформированных на его наружных и внутренних поверхностях во время эксплуатации. Полученные данные могут быть использованы в качестве основы для разработки организационно-технологических решений, направленных на формирование заданного уровня теплотехнических характеристик воздухо-воздушных охладителей наддувочного воздуха.

Личный вклад автора заключается в разработке математической модели теплового потока, отводимого охладителем наддувочного воздуха турбированного двигателя внутреннего сгорания в окружающую среду, в разработке методики и оборудования для экспериментального определения теплотехнических характеристик воздухо-воздушных охладителей, в проведении экспериментальных исследований и статистической обработке данных. Сформулированы ключевые выводы и защищаемые положения, а также подготовлены научные публикации по тематике исследования.

Разработанная методика позволяет дополнить существующие регламенты технического обслуживания автотранспортных средств операциями по обслуживанию и плановой замене охладителей наддувочного воздуха, что обеспечивает необходимую тепловую эффективность данного узла и способствует повышению эффективности эксплуатации автотранспортных средств.

4. Публикации основных результатов исследований, реализация результатов работы

Основные положения и результаты диссертации опубликованы в десяти печатных работах, в числе которых 2 статьи – в рецензируемых научных изданиях, 1 – в издании, индексируемом в международной базе Scopus.

Материалы диссертационной работы докладывались и были одобрены на: XIII и XIV международных научно-практических конференциях «Прогрессив-

ные технологии в транспортных системах» (г. Оренбург, 2017, 2019 г.г.); Международной научно-методической конференции «Университетский комплекс как региональный центр образования науки и культуры» (г. Оренбург, 2019 г.); XV международной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах: Евразийское сотрудничество» (г. Оренбург, 2020 г.); XIX и XX всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Прогрессивные технологии в транспортных системах» (г. Оренбург, 2024, 2025 г.г.).

Результаты работы внедрены в производственный процесс на сервисном предприятии ООО «Орентранс-КамАЗ», в учебный процесс ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» при подготовке специалистов автотранспортной отрасли.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Предложенные в диссертационной работе математическая модель теплового потока, отводимого охладителем наддувочного воздуха в окружающую среду, методика и оборудование для экспериментального определения теплотехнических характеристик воздухо-воздушных теплообменных устройств, методика определения периодичности обслуживания и плановой замены воздухо-воздушного охладителя наддувочного воздуха рекомендуются к использованию:

- в научных организациях – для исследования тепловых процессов при взаимодействии двух разнородных сред, разделённых тонкой многослойной перегородкой;

- в образовательных учреждениях – при подготовке специалистов транспортной отрасли по направлениям подготовки 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства;

- в автотранспортных предприятиях – при разработке технологической документации, организации и проведении работ по техническому обслуживанию автотранспортных средств;

- в проектных организациях и на автомобилестроительных предприятиях – при проектировании и производстве автомобильных теплообменных устройств и систем охлаждения наддувочного воздуха.

6. Содержание диссертации и ее завершенность

Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованных источников из 133 наименований и приложения, изложенных на 129 страницах машинописного текста, включая 36 рисунков и 8 таблиц.

Содержание рассматриваемых в работе вопросов соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта:

- пункт 12 «Закономерности изменения технического состояния автомобилей, их агрегатов и систем, технологического оборудования предприятий, совершенствование на их основе систем технического обслуживания и ремонта, определение нормативов технической эксплуатации»;

- пункт 15 «Технологические процессы и организация технического обслуживания, ремонта; методы диагностирования технического состояния автомобилей, агрегатов и материалов».

Во введении аргументирован выбор направления исследования, представлена общая структура диссертации и дано краткое изложение её содержания.

В первом разделе представлен детальный анализ существующих научных публикаций по теме исследования. В результате изучения литературных источников автором рассмотрены:

- специфика эксплуатации и рабочие условия охладителей наддувочного воздуха автотранспортных средств, оснащённых турбированными двигателями, включая их технико-эксплуатационные характеристики;

- применяемые на практике способы и инструменты диагностики теплообменных устройств;

- теоретические модели, объясняющие процессы теплового обмена между однородными и разнородными средами.

Проведённый анализ позволил выявить проблему, заключающуюся в недостаточной проработанности вопросов обеспечения заданных тепловых характеристик охладителей наддувочного воздуха, подверженных образованию в эксплуатации загрязнений на наружных и внутренних поверхностях. Проведённый анализ позволил обосновать актуальность исследования, сформулировать его цель и задачи.

Во втором разделе изложены теоретические основы диссертационного исследования, включающие описание процессов теплообмена при динамическом взаимодействии теплоносителей, расчётные формулы для определения термического сопротивления многослойной стенки теплообменного устройства и отводимого теплового потока и математическую модель тепловых процессов, протекающих при эксплуатации теплообменных устройств.

В третьем разделе изложена экспериментальная составляющая диссертационного исследования. Описана программа проведения экспериментов, представлено разработанное при участии автора диагностическое оборудование, раскрыт метод разрушающего контроля образцов теплообменных устройств. Кроме того, выполнен расчёт необходимого объёма выборки объектов исследования и приведена методика, позволяющая оценить точность и достоверность полученных данных.

В четвертом разделе изложены результаты комплексного исследования

тепловых процессов в воздухо-воздушных теплообменных устройствах. Проведён детальный анализ базовых тепловых параметров воздухо-воздушных теплообменных устройств, выполнена оценка теплофизических характеристик эксплуатационных загрязнений, образующихся на наружных и внутренних поверхностях охладителей наддувочного воздуха, представлены результаты измерения толщины наружных и внутренних загрязняющих отложений. Полученные данные послужили основой для оценки достоверности разработанной математической модели.

В пятом разделе приведены результаты анализа экономической целесообразности практического применения предлагаемых мероприятий по совершенствованию технического обслуживания автотранспортных средств. Сформулированы векторы последующих научных изысканий, развивающих тематику исследования.

Заключение обобщает главные научные и прикладные результаты проведённого исследования и содержит сформулированные по ним выводы.

Диссертационное исследование полностью соответствует заявленной теме. Все поставленные задачи последовательно раскрыты в работе. Ключевые научные положения разработаны, обоснованы и опубликованы в научных изданиях. Автореферат достоверно и исчерпывающе передаёт основное содержание диссертации. Работа характеризуется целостностью и лаконичностью подачи материала. В итоге диссертация представляет собой завершённое научное исследование.

7. Вопросы, замечания и пожелания по работе

По представленной работе имеются следующие вопросы, замечания и пожелания:

1. В процессе выполнения литературного обзора автором практически не рассмотрены труды зарубежных исследователей, хотя очевидно, что за рубежом накоплен богатый опыт эксплуатации двигателей с турбонаддувом и существуют научные работы в области обеспечения эффективного охлаждения наддувочного воздуха;

2. В контексте разрабатываемой тематики предполагается выполнение как наружной, так и внутренней мойки поверхностей теплообменных устройств, однако в первой части диссертации не выполнен обзор известных методов мойки или очистки, не рассмотрены их достоинства и недостатки.

3. Формирование эксплуатационных загрязнений на поверхностях охлаждающих устройств происходит неравномерно. Как правило, существуют участки разной степени загрязнённости. Из текстов автореферата и диссертации непонятно, каким образом учтена данная неравномерность.

4. Для проведения экспериментальных исследований автором произведён отбор охладителей наддувочного воздуха модели 43085, эксплуатируемых на автомобилях семейства КамАЗ, при этом не указано, на каких моделях транс-

портных средств эксплуатировались данные теплообменные устройства. Учёт данного фактора, на наш взгляд, имеет важное значение, так как от модели транспортного средства зависят условия его эксплуатации, которые в свою очередь определяют теплофизические свойства формируемых загрязнений.

5. Следует отметить необходимость уточнения термина «предельно изношенное состояние» применительно к рассматриваемому типу теплообменников. Необходимо конкретизировать, по каким параметрам предлагается фиксировать достижение данного состояния.

6. В описании конструкции стенда автор упоминает об использовании двух датчиков массового расхода воздуха от автомобиля ГАЗ (с максимальным расходом 650 кг/ч) и от автомобиля КамАЗ (с максимальным расходом 3000 кг/ч). Учитывая существенную разницу в их диапазонах измерений, возникает вопрос о структуре измерительного комплекса. Следует пояснить, для каких именно режимов работы двигателя или этапов эксперимента предназначен каждый из указанных датчиков, и как обеспечивается переключение между ними. Рекомендуется конкретизировать этот момент для устранения неоднозначности толкования методики эксперимента и пояснить, где и какой датчик используется.

7. В случае неисправности топливной системы, степень загрязнения может заметно отличаться от загрязнения при исправной системе топливоподачи. Износ ЦПГ может заметно влиять на выброс масла, который также может существенно оказывать влияние на интенсивность загрязнения интеркулеров.

8. По тексту работы возникает вопрос, касающийся диагностики интеркулера: каким образом, предлагается дифференцировать снижение его пропускной способности (вызванное, например, загрязнениями) и механическое замятие (деформацию) пластин? Данное уточнение необходимо, т.к. эти неисправности требуют принципиально разных подходов к ремонту или обслуживанию, и их ошибочная идентификация может привести к некорректным выводам о причинах потери мощности двигателя.

Данные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

9. Заключение по работе

Диссертационная работа Михайлова Александра Дмитриевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую совокупность новых научно обоснованных технических решений, имеющих существенное значение для развития теории и практики эксплуатации автомобильного транспорта. Научные результаты работы ориентированы на повышение эксплуатационной эффективности автотранспортных средств посредством совершенствования методического обеспечения и технологии технического обслуживания систем охлаждения наддувочного воздуха.

На основе вышеизложенного считаем, что диссертация Михайлова Александра Дмитриевича на тему: «Методика совершенствования технического обслуживания интеркуллеров автотранспортных средств», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, носит завершённый характер и соответствует требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Михайлов Александр Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта.

Диссертационная работа Михайлова А.Д. рассмотрена на расширенном заседании кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности» 25 февраля 2026 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», кандидат технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), доцент


 Старунов Александр Владимирович

профессор кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», доктор технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), профессор


 Гриценко Александр Владимирович

457103, Челябинская область, г. Троицк, ул. им. Ю.А. Гагарина, дом 13
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет». Тел.: 8 (351) 265-55-98, 8 (351) 265-56-01; e-mail: alex_starunov68@mail.ru, alexgrits13@mail.ru

27.02.2026 г.

