

ОТЗЫВ

официального оппонента – на диссертационную работу Зиёева Шухрата Шарофидиновича «**Бортовая система стабилизации температуры охлаждающей жидкости ДВС грузовых автомобилей с применением интеллектуальных технологий**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность темы исследования и ее связь с запросами практики

Автомобильно-дорожный комплекс республики, является основной транспортной артерией, которая осуществляет перевозку людей и грузов в разные концы страны. Кроме того, грузовой транспорт широко используется в горнодобывающей промышленности и в строительстве крупных гидротехнических сооружениях, как например, Рогунская ГЭС. Анализ показывает, что задачи комплексного исследования возмущающего воздействия горных и высокогорных условий Республики Таджикистан, сочетающихся с жарким сухим климатом на условия работы автомобилей и проблемы повышения их эффективности имеет как научное, так и прикладное значение и является актуальной народнохозяйственной задачей.

В современных автомобильных двигателях в полезную работу превращается лишь 23–40% теплоты, выделяющейся в цилиндрах двигателя, остальная теплота уносится отработавшими газами, с охлаждающей жидкостью или воздухом и затрачивается на трение, рассеивание в окружающую среду внешними поверхностями двигателя. Теплота, используемая на выполнение полезной работы, а также ее затраты на указанные виды потерь составляют тепловой баланс двигателя.

Количество теплоты, которое должна отводить система охлаждения, зависит от мощности и режимов работы двигателя. Так как сгорание в двигателе происходит при высоких температурах, достигающих 2100–2300°C, то без принудительного охлаждения такие детали, как цилиндр, поршень и направляющие втулки клапанов, нагревались бы до температуры, значительно

превышающей температуру воспламенения масла. Поэтому для поддержания нормального теплового режима работы узлов и механизмов необходимо непрерывно отводить теплоту от взаимодействующих деталей, не допуская их перегрева. Для этого и служит система охлаждения двигателя.

При перегреве двигателя увеличиваются силы трения и изнашивание деталей, уменьшаются тепловые зазоры, происходит коксование масла с отложением нагара, ухудшается наполнение цилиндров горючей смесью, с очищенным воздухом. Поэтому следует поддерживать тепловой режим двигателя в пределах 85–95 °С независимо от его нагрузки и температуры окружающей среды. Так как, при чрезмерном отводе тепла возникает переохлаждение двигателя, которое вызывает изменение вязкостных свойств масла, что приводит также к увеличению изнашивания деталей и механических потерь на трение, снижению мощности и экономичности двигателя. На автомобильных двигателях наибольшее распространение получили жидкостные системы с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости.

Жидкость, проходящая через радиатор, охлаждается воздухом, подаваемым под напором вентилятором, и потоком воздуха, возникающим при движении автомобиля и регулируемым при помощи жалюзи. Охлажденная жидкость через нижний патрубок радиатора подается снова к насосу и далее в рубашку охлаждения блока и головки цилиндров.

При пуске и работе непрогретого двигателя, когда температура охлаждающей жидкости ниже 72 °С, ее циркуляция происходит по малому кругу. По мере повышения температуры охлаждающей жидкости клапан термостата открывается, и она начинает циркулировать по большому кругу.

При применении дополнительного устройства охлаждения, предложенного автором, теплоноситель подается извне, нагревается у источника тепла и направляется обратно в резервуар, который является аккумулятором холодной воды.

Создана адаптивная система охлаждения двигателя, с улучшенными по сравнению со штатной системой, характеристиками особенно в режимах малой скорости и больших нагрузок на двигатель.

1. Научная новизна, результатов и выводов, сформулированных в диссертации:

Научная новизна основных положений и результатов работы заключаются в следующем:

- разработана математическая модель, описывающая параметры разгонной характеристики двигателя, позволяющая оценивать его текущее состояние в различных режимах эксплуатации;
- разработана и реализована система мониторинга технического состояния показателей работы системы охлаждения ДВС с использованием компьютерных технологий в среде Microsoft Excel for Windows с применением микропроцессорной техники для сбора и обработки данных для системы создано необходимое программное обеспечение;
- в работе применен системный подход, который позволил структурировать систему создания прогнозирующей модели объекта на основе нейросетевой технологии и принятия решений на основе базы правил экспертной системы, с учетом параметров окружающей среды и состояния элементов системы охлаждения ДВС. Такое структурирование системы позволило найти эффективную схему решения поставленной задачи;
- разработано и реализовано устройство дополнительного охлаждения двигателя, показано что существующие штатные элементы системы охлаждения в экстремальных случаях не всегда справляются с задачей стабилизации температуры в заданных пределах. Предложена новая система с дополнительным контуром двухпозиционного управления с применением современных интеллектуальных технологий;

- разработанные математические модели, описывающие динамику процессов теплопереноса, реализованные на компьютере и натурные эксперименты в производственных условиях, показали адекватность их реальным процессам;

- полученные научные результаты используются в учебном процессе кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» ТГУ имени акад. М.С. Осими, а также в проектных, экспериментальных и конструкторских работах в предприятиях Открытого акционерного общества «Сохтмони асоси» в г. Рогун;

2. Практическая значимость работы

- предложены математические модели, алгоритмы контроля и управления температурой теплоносителя в различных эксплуатационных режимах работы ДВС, с применением элементов искусственного интеллекта;

- разработана схема системы охлаждения двигателя с использованием дополнительного устройства, которое создает контур охлаждения работающая только при наличии условий нормального функционирования всех элементов системы охлаждения, при обнаружении несоответствия интеллектуальная система предлагает возможные решения по устранению этого недостатка;

- материалы диссертации используются в учебном процессе на кафедре «Автоматизация технологических процессов и производств»;

- разработанная компьютерная систем сбора и обработки данных «Monhar» используется для обработки данных научных исследований в различных отраслях производства, в том числе при проведении лабораторных работ студентами технического профиля;

- компьютерная модель диагностирования технического состояния, применяемая в экспертной и нейросетевой схеме управления системы охлаждения, позволит повысить уровень технической безопасности автомобилей, эксплуатируемых в горных условиях;

- полученные результаты исследований могут быть использованы при разработке элементов искусственного интеллекта, осуществляющих функции контроля и управления системой охлаждения автомобилей в сложных

эксплуатационных условиях, а также функции определения технического состояния элементов системы охлаждения

3. Оценка внутреннего единства и направленности полученных результатов на решение поставленных задач

Для достижения поставленных целей, автором решен сложный комплекс взаимосвязанных задач. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 112 наименований. Основная часть диссертации изложена на 118 страницах. Работа иллюстрирована 60 рисунками и 10 таблицами общий объем работы составляет 155 страниц.

Во введении обоснована актуальность работы, изложены цели и задачи диссертационной работы, методы решения поставленных задач, их актуальность и практическая значимость.

В первой главе обсуждается актуальность работы, личный вклад автора, обоснована актуальность выбранных направлений исследования, рассмотрено состояние и перспективы использования систем охлаждения с дополнительными элементами автоматического и интеллектуального управления. представляет собой аналитический обзор литературы по теме исследования. Приводится анализ литературных источников и патентных поисков.

В работе отмечено, что ряд таджикских и зарубежных ученых внесли свой вклад в решении вопросов повышения эффективности систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания.

Вторая глава посвящена методам исследования температурных режимов дизельного ДВС и разработке математических моделей тепло и массообменных процессов, происходящих в ней.

Представление разгонной характеристики двигателя линейными моделями позволяет оперативно идентифицировать динамические параметры - постоянное времени и коэффициент чувствительности ДВС, на основании которых можно оценить состояние двигателя автомобиля, путем сравнение

этих параметров с их нормативными значениями непосредственно в процессе эксплуатации. Идентификация осуществляется на основании текущих измерений входных и выходных данных объекта с применением технологии интегральной модуляционной функции, разработанной на кафедре.

В работе разработана нечеткая модель топливной системы ДВС с использованием пакета MATLAB/Simulink. Приведены результаты моделирования. В этой модели входные переменные были переданы из MATLAB рабочую среду. Фаззификация была проведена в соответствии с параметрами влияющих на работу топливной системы и типа функции принадлежности.

В третьей главе диссертационного исследования представлены разработка системы управления процессом охлаждения дизельного ДВС на основе нечеткой логики и нейросетевой модели.

В этой части работы представлен системный подход к охлаждению двигателя и предлагается новая надежная модель управления, основанная на использовании дополнительного отбора тепла от системы охлаждения при контроле параметров окружающей среды, состояния компонентов системы охлаждения и возможности прогнозирования режима теплопередачи. Схема управления системой охлаждения с применением нечеткого контроллера, реализованного с помощью пакетов программ MATLAB/Simulink и Fuzzy Logic Toolbox.

В четвертой главе рассматривается применение технологии искусственного интеллекта к решению задачи стабилизации температурного режима системы охлаждения ДВС. Для автоматического принятия решения системой с учетом технического состояния элементов системы охлаждения, а также свойств окружающей среды предложена система стабилизации температуры теплоносителя с прогнозирующей нейросетевой моделью и нечетким контроллером принятия решения. Приведены математические зависимости расхода охлаждающей жидкости с учетом дополнительного контура охлаждения. Исследования проводились на стенде, разработанный

автором на кафедре «Автоматизация технологических процессов и производств». Приведены результаты экспериментов, проведенных на стенде.

Приводится описание Бортовой системы контроля, диагностики и управления, которая состоит из двух частей. Первая часть — это система сбора и обработки информации «MONHAR», задачей которого является сбор данных с датчиков и приборов и предварительная их обработка. Вторая часть состоит из комплекса программ, задачей которого является сравнение полученных данных с эталонными или допустимыми пределами, установленными Госстандартом и принятие решений, интеллектуальной системой на основании на этих данных.

Выводы и заключения обоснованы и соответствуют содержаниям глав диссертации и научным публикациям.

Соответствие работы избранной специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Исходя из анализа тематики выполненных исследований, поставленных и решенных автором задач, касающихся разработки бортовой системы стабилизации температуры охлаждающей жидкости ДВС грузовых автомобилей с применением интеллектуальных технологий по своему содержанию глав диссертации и научным публикациям соответствует п.3, п.4, п.7 и п.9 паспорта научной специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Степень достоверности результатов и обоснованности выводов исследования

Достоверность научных положений, полученных результатов и выводов подтверждается корректным использованием теории тепло и массопереноса, достоверностью полученных результатов исследований с использованием современных технологий искусственного интеллекта и принятия экспертных

решений. Применением современных апробированных методов, средств измерений и регистрации исследуемых показателей работы двигателя;

Апробация работы и подтверждение опубликования ее основных положений и результатов.

Основные материалы и результаты исследований работы докладывались и обсуждались на международных конференциях и научных семинарах. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе 7 работ в рецензируемых изданиях из перечня, рекомендованных ВАК при президенте Республики Таджикистан, а также 4 работ в прочих научных изданиях, получен 1 малый патент РТ.

Автореферат диссертации и публикации полностью отражают содержание и научные результаты, полученные автором в диссертационной работе.

4. Основные замечания по работе

В некоторых страницах работы встречаются сокращения, которые не приняты на практике, например, ДДВС (стр. 22, 30, 40, 47, 69, 72, 131).

В главе 4 на стр. 77 приведен рисунок 4.1, в котором используется нейросетевая система управления с применением блока нечеткой логики формирующий прогнозирующую модель, определяющий параметры ПИД регулятора, управляющего исполнительным механизмом, приводящий насос в контуре дополнительного охлаждения описан поверхностно, необходимо было дать функциональное описание работы схемы.

В главе 4 на стр. 80 в описании формулы (4.12) вместо «расход охлаждающей жидкости» нужно было написать «расход охлаждаемой жидкости», так как они имеют разные физические величины.

На стр.86 приведена структурная схема управления температурой двигателя внутреннего сгорания, которая имеет только математическое описание, использованных блоков, желательно было бы привести их функциональное назначение.

В работе имеются отдельные стилистические погрешности, допущены отдельные неточности и опечатки. Например, стр. 11, стр. 25, стр. 39, стр. 103, на стр. 104.

5. Общее заключение о соответствии диссертационной работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям

В целом результаты научных исследований и выводы, полученные Зиёевым Ш.Ш., свидетельствуют о том, что соискателем выполнена достаточно актуальная и современная работа, направленная на решение важной практической задачи оптимизации режимов эксплуатации грузовых автомобилей в сложных горных условиях. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и имеет существенное значение для улучшения технических и экономических показателей двигателей внутреннего сгорания.

Диссертационная работа вполне отвечает требованиям согласно Приложению 2 к Пункту 40 Постановления Правительства Республики Таджикистан «О порядке присуждения ученых степеней» № 267 от 30 июня 2021 года. Её автор Зиёев Шухрат Шарофидинович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий отделом
математического моделирования
динамических процессов Центра
инновационного развития науки и
новых технологий НАН Таджикистана



Илолов Мамадшо

Подпись д.ф.-м.н., профессора Илолова М. заверяю:
Инспектор по кадрам



Сангинова С.

Дата: « 27 » мая 2024 г.

С отзвлом ознакомлен 28.05.2024 Илолов

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Зиёева Шухрата Шарофидиновича на тему: **«Бортовая система стабилизации температуры охлаждающей жидкости ДВС грузовых автомобилей с применением интеллектуальных технологий»** на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11- «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность темы исследования

Надёжность и долговечность автомобиля во многом зависит от технического состояния двигателя внутреннего сгорания (ДВС). При этом одним из факторов, отрицательно влияющий на качество и долговечность ДВС является отклонение температуры охлаждающей жидкости от ее номинального значения. Автомобильные системы терморегулирования могут улучшить регулирование температуры охлаждающей жидкости в переходных и установившихся режимах работы. Несмотря на удовлетворительную производительность, которую может обеспечить обычная автомобильная система охлаждения, эти системы в критических условиях эксплуатации (разреженность воздуха, повышенная температура окружающей среды, крутые подъемы, и. т. д.) не может эффективно обеспечить стабильный температурный режим работы двигателя и уменьшить расхода топлива, паразитные потери и выбросы из выхлопной трубы.

В настоящее время различные компьютерные устройства успешно используются практически во всех технически сложных устройствах для упрощения взаимодействия с пользователем, реализации сложных рабочих процедур и т.д. То есть технические устройства в таких транспортных отраслях, как автомобильный, железнодорожный, морской и других, не являются исключением.

Современные автомобили оснащаются различными электронными устройствами, в том числе объединенными в единый комплекс, так называемыми бортовыми системами, которые одновременно могут решать различные задачи контроля и диагностики ее узлов.

Развитие бортового оборудования автомобилей идет по двум направлениям: дальнейшее совершенствование существующих процессов, а также разработка и создание совершенно новых электрических, электронных устройств. Уровень развития современной микроэлектроники, возможности

элементной базы позволяют осуществлять управление и диагностики сложными системами в режиме реального времени. Разработке одной из таких бортовых систем посвящена данная работа, которая в различной степени может осуществлять прямой контроль над всеми элементами системы охлаждения автомобиля. Это дает возможность автоматизировать процессы управление и оперативно-диагностический контроль состояния системы охлаждения и предоставить водителю возможность сконцентрироваться непосредственно на процессе вождения. Такая перенастройка функций между системами контроля, управления режимами автомобиля и водителем, уменьшает информационную нагрузку по контролю за состоянием автомобиля, тем самым повышает безопасность вождения. При этом повышается точность автоматического управления агрегатами автомобиля и автотранспорта, что благоприятно сказывается на его энергоэффективности и увеличивает ресурс за счет снижения влияния случайных максимальных нагрузок.

На основании вышеизложенного, представленную диссертационную работу, направленную на разработку интеллектуальных методов и программных средств бортовых систем управления и принятия решений стабилизации температуры охлаждающей жидкости ДВС в критических условиях эксплуатации грузовых автомобилей, можно считать актуальной. Эта особенно важно для грузовых машин, эксплуатируемых в горных условиях Таджикистана.

Основные результаты диссертационного исследования, их научная новизна, теоретическая и практическая значимость

Одним из главных условий, определяющих нормальную работу двигателя внутреннего сгорания, является обеспечение его оптимального теплового состояния. Под оптимальным тепловым состоянием понимается такое температурное состояние деталей цилиндровой и поршневой групп, которое отвечает наиболее выгодному сочетанию теплового процесса, высокой надежности и износостойчивости деталей двигателя, при этом предполагаются минимальные энергетические затраты на поддержание процесса охлаждения.

Наиболее важными результатами диссертационной работы, отражающими ее научную новизну, являются следующие:

1. Предложен метод автоматического управления температурой теплоносителя системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания на основе нечеткого логического вывода. Результаты разработки системы управления проверены математическим моделированием в среде MATLAB/Simulink/Fuzzy Logic Toolbox.
2. Разработана система автоматической стабилизации температуры охлаждающей жидкости ДВС с использованием дополнительного охладителя, где в качестве управляющего устройства предложен нечеткий регулятор, функционирующей на основе правил, разработанной экспертной системой.
3. Разработано программное обеспечение и интерфейс бортовой системы контроля и управления реализованное на микроконтроллере Arduino Mega 8 для сбора и обработки данных в режиме реального времени поступающих от основных узлов ДВС.
4. Разработан учебно-исследовательский стенд для проведения экспериментальных исследований для изучения технических и динамических характеристик ДВС.
5. Предложена система, на основе нейронной сети, позволяющая стабилизировать температуры охлаждающей жидкости с учётом прогноза изменения ее динамики во времени.

Степень научной новизны работы достаточна для кандидатской диссертации. Реализация предложенных автором алгоритмов и технических решений, а также математического обеспечения обработки результатов экспериментов, отражены в положениях научной новизны, которые, в свою очередь, согласованы с вопросами, выносимыми на защиту.

В целом, результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, можно охарактеризовать как новые, научно обоснованные результаты, вносящие вклад в развитие функциональности бортовых систем грузовых автомобилей.

Разработанные автором модель, методы и алгоритмы доведены до реализации в составе программного комплекса и использованы для решения практической задачи. Также результаты диссертационного исследования нашли применение в учебном процессе Таджикского технического университета имени М.С. Осими. Все это позволяет говорить о практической значимости диссертационной работы.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Результаты диссертационного исследования имеют достаточную апробацию и были представлены и обсуждены на международных конференциях и научных семинарах. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе 7 работ в рецензируемых изданиях из числа рекомендованных ВАК при президенте Республики Таджикистан 2 работы опубликованы за рубежом, а также 4 работ в других научных изданиях, получен 1 малый патент РТ.

Диссертация представляет собой законченный научный труд, достаточно хорошо структурирована, материалы изложены в логической последовательности, грамотно и компетентно и соответствует уровню кандидатской диссертации.

Основные замечания по работе

- В некоторых страницах диссертационной работы и автореферате встречаются стилистические и грамматические ошибки.
- В работе мало уделено внимание на разницу тепловых процессов, протекающих в двигателях внутреннего сгорания с бензиновым и дизельным топливами.
- В структурной схеме рис.1.1., стр.14 диссертации отсутствует блок совместного использования воздушной и жидкостного охлаждения для стабилизации температуры ДВС.
- На стр.20 диссертации приведена структурная схема автоматической системы стабилизации охлаждающей жидкости двигателя с дизельным топливом, где принцип работы регулирующего органа раскрыта недостаточно.

Заключение

Диссертационная работа Зиёева Шухрата Шарофидиновича на тему: «Бортовая система стабилизации температуры охлаждающей жидкости двигателей внутреннего сгорания грузовых автомобилей с применением интеллектуальных технологий» представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно - обоснованные технические решения по разработке бортовой системы стабилизации температуры охлаждающей жидкости для двигателя внутреннего сгорания грузовых автомобилей,

эксплуатируемых в тяжелых климатических и нагрузочных условиях. Эти системы имеют важное народно-хозяйственное значения особенно, для грузовых автомобилей используемых при строительстве крупных инженерных сооружений.

Диссертационная работа Зиёева Ш.Ш., по актуальности, новизне и практической значимости, а также по объему выполненных исследований отвечает требованиям приведенным в приложении 2 к пункту 40, Постановления Правительства Республики Таджикистан «О порядке присуждения ученых степеней» № 267 от 30 июня 2021 года, а её автор Зиёев Шухрат Шарофидинович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11-Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Официальный оппонент

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Информатики и
информационных технологий
Российско -Таджикского
(Славянского) Университета

Кабиров М. М.

Подпись к.ф.-м.н., доцента Кабилова М. М.
заверяю:

Начальник Управления кадров РТСУ



Рахимов А.А.

Дата: « 24 » 05 2024 г.

С отзывом ознакомлен 25.05.2024 Зияев