

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

Некрасова Глеба Игоревича

**на тему: «Повышение эффективности системы охлаждения тепловозного дизеля с использованием индивидуального привода водяных насосов»,
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных
дорог, тяга поездов и электрификация»**

1.Актуальность диссертационной работы

В последние годы развитие тепловозной тяги на отечественных и зарубежных железных дорогах идет в направлении повышения надежности, экономичности и экологической безопасности тепловозов, в том числе снижения эксплуатационного расхода топлива тепловозными дизелями. Для решения этой задачи перспективным является уменьшение расхода энергии на привод вспомогательных систем тепловозного дизеля.

Актуальность диссертационной работы состоит в том, что автором поставлена и решена важная научно-техническая задача повышения эффективности системы охлаждения тепловозного дизеля с учетом эксплуатационных режимов. В ходе решения этой задачи автором предложены: математическая модель распределения потока теплоносителя по фронту радиаторов, алгоритмы работы системы охлаждения в эксплуатации, позволяющие обеспечивать температурный режим работы дизеля с одновременным снижением затрат энергии на привод насосов. Предложена математическая модель, позволяющая оценивать расход топлива тепловозным дизелем на привод насосов системы охлаждения.

Полученные результаты имеет определяющее значение для дальнейшего совершенствования железнодорожного транспорта Российской Федерации.

2. Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения с основными результатами и выводами, списка цитированной литературы из 107 наименований, приложения, содержит 128 страниц основного текста, 52 рисунка и 12 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, четко сформулированы объект и предмет исследований, цель и задачи исследований. Приведены научная новизна и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту. Представлена информация по апробации и публикации результатов исследования.

В первом разделе приведен обзор отечественных и зарубежных публикаций по направлению исследования, результаты патентно-информационных исследований с анализом имеющихся конструкторских решений по патентам, относящимся к вопросам автоматического поддержания температуры теплоносителя в системах охлаждения транспортных ДВС. По результатам исследований сформулированы общие требования, предъявляемые к системе охлаждения дизеля.

Во втором разделе разработана математическая модель системы охлаждения тепловозного дизеля, позволяющая определять потери давления во фронте радиаторов, оценивать распределение скоростей теплоносителя по фронту радиаторов при различных способах соединения секций. Приведены результаты вычислительного эксперимента, выполненного для разных схем расположения секций радиатора, представлены полученные поля распределения температур в зависимости от условий окружающей среды и производительности водяного насоса.

В третьем разделе приведены результаты сравнительных испытаний тепловозных секций радиаторов. Выбраны предпочтительные секции по показателю тепловой эффективности и наименьшему аэродинамическому сопротивлению. При сравнении полученных результатов моделирования

распределения температур с результатами испытаний секций была подтверждена корректность результатов моделирования, погрешность составила 3 %.

В четвертом разделе предложена компоновка оборудования системы охлаждения при индивидуальном приводе насосов. Разработаны: алгоритм работы индивидуального привода водяных насосов для горячего и холодного контуров, алгоритм подпрограммы поддержания температуры воды на входе в дизель в рабочем диапазоне режимов. Предложенная компоновка оборудования и разработанные алгоритмы расширяют функциональные возможности и эффективность работы системы охлаждения тепловозного дизеля.

В пятом разделе приведены результаты оценки эффективности системы охлаждения тепловозного дизеля в эксплуатации. Приведена технико-экономическая оценка применения индивидуального привода водяных насосов. Ожидаемый экономический эффект от применения индивидуального привода водяных насосов составляет 12,7 млн. руб. на одну секцию тепловоза серии ТЭП70БС в год.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы, так как при решении поставленных в работе задач принят комплексный подход, включающий в себя анализ и обобщение материалов научно-технической и справочной литературы, применение предложенных методов расчета гидравлических сетей и параметров работы системы охлаждения.

4. Достоверность полученных автором результатов

Результаты теоретических исследований сопоставлялись с результатами сравнительных испытаний секций радиаторов различных серий и заводов-

изготовителей на испытательном стенде АО «ВНИИЖТ», погрешность составила 3 %.

5. Научная новизна полученных соискателем результатов

Научная новизна полученных соискателем результатов заключается в том, что:

- для совмещения характеристики подвода и отвода тепла от системы охлаждения во всем диапазоне режимов работы тепловозных дизелей разработан алгоритм управления индивидуальным приводом водяных насосов;
- разработана методика определения минимальной требуемой производительности водяного насоса, исключающей замерзание воды в секциях радиаторов системе охлаждения;
- разработана методика определения параметров системы охлаждения в эксплуатации в зависимости от типа привода водяных насосов;
- разработана математическая модель, позволяющая оценивать расход топлива тепловозным дизелем на привод насосов системы охлаждения.

6. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость проведенных исследований заключается в разработке уточненной математической модели распределения потоков теплоносителя в фронте радиаторов горячего и холодного контуров, позволяющей оценить минимально необходимую производительность водяных насосов, обеспечивающую температурный режим работы дизеля с одновременным снижением затрат энергии на привод насосов, алгоритм работы индивидуального привода водяных насосов для горячего и холодного контуров, алгоритм подпрограммы поддержания температуры воды на входе в дизель в рабочем диапазоне режимов и математической модели системы охлаждения,

позволяющей оценить требуемый расход топлива тепловозом для привода системы охлаждения в эксплуатации.

Практическая значимость проведенных исследований заключается в предложенной системе охлаждения тепловозного дизеля с автономным индивидуальным приводом насосов, с нелинейной зависимостью производительности водяных насосов от угловой скорости вращения коленчатого вала дизеля, позволяющая обеспечивать циркуляцию теплоносителя после остановки дизеля.

7.Замечания по диссертации

В качестве замечаний по диссертации необходимо отметить следующие:

1.Первый раздел диссертации перегружен описанием устройств и их работы.

2.Во втором разделе при разработке математической модели «число секций принято равным минимально необходимому числу для описания поведения теплоносителя... », как это согласуется с необходимостью выбора количества секций радиаторов в системе охлаждения дизеля.

3. В диссертации не рассмотрено влияние неравномерности воздушного потока, проходящего через фронт радиаторов на результаты анализа.

4. На рисунке 51 не показано изменение температуры воды при включении вентилятора, однако далее в расчетах работы вентиляторов фигурирует.

5.В диссертации не приведены технические характеристики силового оборудования, электронных блоков управления и метрологические характеристики средств измерения.

6. В тексте диссертации допущены отдельные неточности и опечатки на стр. 65, 89, 125, 145-152.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку работы в целом.

8. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

В автореферате изложено основное содержание разделов диссертации. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

9. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Рукописи диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011, а также требованиям п. 25 «Положения о присуждении ученых степеней».

Содержание диссертации соответствует заявленной научной специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

10. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Материалы диссертационного исследования полно раскрывают выполненную работу и оформлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми п. 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года.

Диссертационная работа Некрасова Глеба Игоревича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая задача – повышение эффективности системы охлаждения тепловозного дизеля с использованием индивидуального привода водяных насосов. В диссертации изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие улучшить удельные показатели работы тепловозов, имеющие определяющее значение для дальнейшего развития железнодорожного транспорта Российской Федерации.

В целом по актуальности, научной новизне, объёму выполненных теоретических и экспериментальных исследований, полученным результатам,

имеющим большое значение для развития железнодорожного транспорта Российской Федерации, представленная работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Некрасов Глеб Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент,
Носырев Дмитрий Яковлевич,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Локомотивы»
ФГБОУ ВО СамГУПС



Д.Я. Носырев

Подпись д.т.н., профессора
Носырева Д.Я. заверяю

Проректор по научной работе и инновациям,
к.т.н., доцент



М.А. Гаранин

«28» декабря 2020 г.

Справочные данные,

Носырев Дмитрий Яковлевич, доктор технических наук,
специальность 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация», профессор, профессор кафедры «Локомотивы» ФГБОУ ВО СамГУПС.

Адрес университета 443066, г. Самара, ул. Свободы, д.2 В

Телефон кафедры: 8-846-255-68-58

e-mail: lok@samgups.ru

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

Некрасова Глеба Игоревича

**на тему: «Повышение эффективности системы охлаждения тепловозного дизеля с использованием индивидуального привода водяных насосов»
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»**

Актуальность проблемы

Транспортное машиностроение непрерывно развивается в области повышения эффективности работы подвижного состава. Это предполагает применение новых современных технологий и подходов к конструированию и проектированию локомотивов, а также к их модернизации, включая отдельные узлы и системы. Возможными путями, приводящими к повышению экономичности и надежности подвижного состава, являются совершенствование системы охлаждения дизеля тепловоза, оптимизация температур теплоносителей, сокращение времени непроизводительной работы дизеля, минимизация количества ремонтов и обслуживаний узлов.

Современные тепловозы оборудованы системами управления температурой теплоносителя, которые поддерживают требуемые параметры системы охлаждения с помощью регулирования производительности мотор-вентиляторов. В диссертации Некрасова Г.И. предлагается оборудовать тепловоз индивидуальным приводом водяного насоса, не зависящим от оборотов коленчатого вала дизеля, что позволит иметь дополнительную возможность регулирования параметров работы системы охлаждения.

В связи с этим актуальность темы соискателя, связанная с модернизацией системы охлаждения дизеля с целью повышения эффективности работы тепловоза, не может вызывать сомнений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы, так как при решении поставленных в работе задач принят комплексный подход, включающий в себя обобщение, анализ материалов научно-технической и справочной литературы, применение методов расчета гидравлических сетей и параметров работы системы охлаждения.

Достоверность и новизна, полученных результатов

Достоверность результатов подтверждается удовлетворительным совпадением результатов моделирования с результатами сравнительных стендовых испытаний секций радиаторов различных серий и заводов-изготовителей.

Научная новизна полученных соискателем результатов включает анализ существующих конструкций и схем систем автоматического управления температурой теплоносителей транспортного исполнения. Выявлены недостатки существующих систем и сформулированы требования к модернизации системы охлаждения дизеля тепловоза.

Автором разработана методика определения минимальной требуемой производительности водяного насоса при неработающем двигателе, обеспечивающая не замерзание воды в системе охлаждения при различных температурах атмосферного воздуха.

В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований предложено техническое решение индивидуального привода водяных насосов в системе охлаждения, разработана методика определения параметров модернизированной системы охлаждения в эксплуатации, а также разработан алгоритм управления индивидуальным приводом водяных насосов, включающий модернизацию системы автоматического регулирования температур.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретической значимостью проведенных исследований является

1) разработанная автором уточненная математическая модель распределения потоков воды в фронте радиаторов, позволяющая оценить температуру теплоносителя в каждой секции радиатора, установленной в фронте радиаторов, и, соответственно, определить минимально необходимую производительность водяного насоса;

2) математическая модель системы охлаждения, позволяющая оценить затрачиваемую мощность на привод системы охлаждения, с различными типами приводов водяных насосов и вентиляторов системы охлаждения а так же с различными алгоритмами управления температурой теплоносителя, и количество топлива расходуемого тепловозом в зависимости от температурного режима двигателя в эксплуатации.

Практической значимостью проведенных исследований является предложенные алгоритмы управления индивидуальным приводом водяных насосов, позволяющих обеспечивать циркуляцию теплоносителя после остановки дизеля.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

В первом разделе диссертации проводился анализ работы существующих систем охлаждения транспортных двигателей, а также были сформулированы основные требования к системе охлаждения тепловоза с индивидуальным приводом водяного насоса.

Во втором разделе приведена математическая модель, позволяющая оценить минимально необходимую производительность водяных насосов в зависимости от изменения условий окружающей среды. Данная математическая модель является уточненной общеизвестной моделью расчета систем охлаждения тепловозов.

В третьем разделе проведены стендовые теплотехнические испытания различных серий секций радиаторов. Приведены результаты сопоставления моделирования и результатов испытаний. Расхождение полученных результатов составило в среднем 3,04 %.

В четвертом разделе описаны алгоритмы управления индивидуальным приводом «горячего» и «холодного» контуров, позволяющие обеспечить требования, сформулированные в первом разделе, предъявляемые к системе охлаждения с индивидуальным приводом водяных насосов.

В пятом разделе произведена технико-экономическая оценка применения индивидуального привода водяных насосов. Оценка строится на изменении расхода топлива в эксплуатации, описываемого разработанной моделью, и изменении стоимости обслуживания локомотива, рассчитываемое по утвержденной типовой методике, разработанной АО «ВНИИЖТ».

Диссертация Некрасова Г.И. является завершенной научной работой, состоит из 158 страниц основного текста, 52 рисунков, 12 таблиц и одного приложения. Список использованных источников включает 107 наименований. Содержание диссертации соответствует заявленной научной специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация». Разделы диссертации соответствуют разделам 1 и 4 паспорта специальности.

Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Достоинством работы диссертанта является предложенная уточненная математическая модель системы охлаждения дизеля тепловоза с учетом распределения потоков охлаждающей жидкости в фронте радиаторов. Учитывая различные способы компоновки секций радиатора в шахте холодильника (П-образный и Z-образный) автором учтены различные варианты циркуляции теплоносителя и различные условия эксплуатации тепловоза.

Анализ большой группы патентов в области регулирования потоков теплоносителей систем охлаждения в транспорте свидетельствует о глубокой

проработке вопроса и учитывает в работе современные тенденции к решению данной проблемы.

Автором также предложено применение индивидуального привода водяных насосов как средство обеспечения циркуляции теплоносителя после остановки тепловозного дизеля, приводящее к сокращению непроизводительных затрат топлива тепловозом. В результате применения уточненной математической модели получены поля температур охлаждающей жидкости на выходе из лимитирующей радиаторной секции в зависимости от температуры окружающего воздуха и производительности водяного насоса, из которых возможно определение минимально допустимой производительности водяного насоса для обеспечения работоспособности системы охлаждения без переохлаждения теплоносителя.

Согласно полученным автором результатам экономический эффект от применения индивидуального привода водяных насосов на локомотиве серии ТЭП70БС в год составляет 12,7 млн руб.

При общей положительной оценке диссертационной работы Некрасова Г.И. имеются некоторые замечания:

1) Допущены опечатки в приложении А в названии таблицы А1 и нумерации формул А1, А2, А3, А4, А11, А27, А35. По тексту также присутствуют опечатки.

2) Стр. 63, указано, что недостатками систем охлаждения транспортных двигателей отечественного производства (напр. Камаз, ЯМЗ, ...) является использование в качестве теплоносителя смеси дистиллированной воды и пропиленгликоля, но не уточнено в чем именно состоят недостатки.

3) Стр. 86, полученная итоговая погрешность результатов моделирования по сравнению с результатами испытаний секции Р62.131.000 – 3,04 % сравнивается с допуском в 15 % снижения теплорассеивающей способности охлаждающего устройства тепловоза в эксплуатации по ГОСТ 31187-2011. Данное сравнение не дает оценки об удовлетворительности модели. Однако, приведенные во 2й главе аналитические зависимости позволяют говорить об адекватности модели.

4) Описанная математическая модель распределения потоков жидкости для системы охлаждения в которой не учитывается число вентиляторов холодильной камеры, и, соответственно, распределение скоростей воздуха по фронту радиаторов, а также степень загрязнения секций холодильника.

5) В алгоритмах работы системы охлаждения не рассмотрена возможность самодиагностирования системы на предмет отказа датчиков и элементов системы охлаждения, а также отсутствует возможность передачи данных о состоянии системы охлаждения в микропроцессорную систему управления тепловозом.

6) Не учтено влияние увеличения объема ТООР в связи с добавлением оборудования для работы индивидуального привода насосов (электроприводы насосов, блок управления, датчики и пр.), а также срок их службы и наработка на отказ.

7) Алгоритм работы индивидуального привода насоса при неработающем двигателе не учитывает необходимость контроля заряда аккумуляторных батарей тепловоза. Если предполагается другой источник питания, то он не указан.

8) Во время эксплуатации тепловоза величины тепловыделений в охлаждающую жидкость (от масла, от дизеля, от наддувочного воздуха) могут отличаться значительно. Алгоритм определения оптимальной производительности насоса не диагностирует эти изменения.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают ценности выполненных теоретических и экспериментальных исследований. Диссертацию в рамках поставленных и решенных задач можно считать законченной научной работой.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

В автореферате изложено основное содержание разделов диссертации. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации

Соответствие диссертации и автореферата требования ГОСТ

Рукописи диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011, а также требованиям п. 25 «Положения о присуждении ученых степеней».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертация Некрасова Г.И. на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной проблемы. Результаты работы могут позволить улучшить эксплуатационные характеристики тепловозов, сократить непроизводительные затраты топлива и увеличить надежность подвижного состава путем обеспечения независимой циркуляции теплоносителя насосом с индивидуальным приводом.

Представленные в диссертации положения научно обоснованы, позволяют улучшить удельные показатели работы локомотива и имеют важное значение для создания новых серий подвижного состава и развития железнодорожного транспорта.

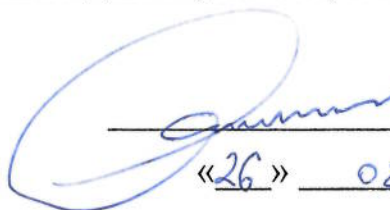
Считаю, что диссертационная работа «Повышение эффективности системы охлаждения тепловозного дизеля с использованием индивидуального привода водяных насосов» соответствует требованиям п. 9 «Положения о

присуждении ученых степеней», а ее автор Некрасов Глеб Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент,

Горин Антон Владимирович, кандидат технических наук, по специальности 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация», главный специалист управления научно-исследовательских работ, акционерное общество «Трансмашхолдинг», 119048, г. Москва, ул. Ефремова, дом 10
e-mail: goravluck@gmail.com

Тел. : (495) 744 7093 (0.5406)



А.В. Горин

«26» 02 2020 г.

Подпись Горина А.В. удостоверен

Ведущий специалист



И.А. Погов