

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бондаренко Дениса Андреевича
«Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного
двигателя тепловоза», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Использование автоматических систем управления температурой тягового асинхронного двигателя, содержащих частотно-управляемый привод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство, позволяет значительно увеличить ресурс изоляции обмоток тяговых двигателей, обеспечить рациональный тепловой режим при различных режимах работы двигателя и сократить расходы на вспомогательные нужды при движении по легкому профилю или на стоянке по сравнению с системами, где реализовано ручное переключение скорости вращения вентиляторов, как, например, в локомотивах ВЛ10, ВЛ10у, ВЛ11, у которых вентиляторы охлаждения, в большинстве случаев, вращаются с высокой скоростью.

В связи с этим тема диссертации Бондаренко Д.А., посвященная разработке и исследованию автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, позволяющая непрерывно и автоматически изменять температуру наиболее нагретого узла двигателя, является актуальной.

Автор решил ряд теоретических и практических задач для достижения поставленной в диссертации цели, наиболее значимыми из которых являются:

- разработана математическая модель теплового состояния исследуемого асинхронного двигателя, позволяющая определять значения температуры в 53 узлах двигателя в стационарных и нестационарных режимах;

- синтезирован комбинированный автоматический регулятор температуры с астатизмом второго порядка и звеньями обратной связи автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, применение которого позволяет плавно управлять температурой двигателя в широком диапазоне с достаточно стабильными значениями показателей качества управления;

- разработан стенд для моделирования динамических процессов в тяговом приводе локомотивов с электропередачей, который обеспечивает возможность отработки алгоритмов управления.

Научной новизной отличаются разработанные математические модели теплового состояния асинхронного двигателя и автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя, описывающая работу всех звеньев, входящих в её состав, а также полученные автором результаты исследований переходных процессов системы автоматического управления с комбинированным регулятором и ПИ-регулятором.

Проведенные во второй главе исследования нагрева асинхронного двигателя позволили определить наиболее нагретый узел двигателя и использовать одно нелинейное дифференциальное уравнение первого порядка для описания двигателя как элемента системы автоматического управления. Наряду с этим определено, что полученные распределения

температур по длине массива статора и ротора имеют форму несимметричного колокола.

В третьей главе автором предложено использовать два типа автоматических регуляторов в системе автоматического управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза: комбинированный регулятор, состоящий из двух последовательно включенных изодромных звеньев, обеспечивающих структурную устойчивость автоматической системы управления температурой и нулевые ошибки по положению и по скорости, и звеньев обратной связи, обеспечивающих необходимый уровень запасов устойчивости и показателей качества управления и ПИ-регулятор, обеспечивающий настройку на технический оптимум. Сравнительный анализ двух предложенных типов регуляторов на линеаризованных и нелинейных математических моделях системы автоматического управления позволил рекомендовать использование комбинированного регулятора, так как критерии качества процесса управления автоматической системой с таким регулятором в меньшей степени зависят от режимов ее работы.

Адекватность выполненных исследований и разработанных математических моделей подтверждена на разработанном экспериментальном стенде.

Стоит отметить ряд замечаний по автореферату:

1. Чем обоснован выбор тепловой модели асинхронного двигателя, базирующейся на методе эквивалентных тепловых схем?
2. В автореферате диссертации следовало привести сведения о массогабаритных показателях автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя, ее стоимости и размещении на тепловозе.

На основании представленного автореферата можно считать, что диссертация Бондаренко Дениса Андреевича соответствует требованиям п. 9, 10, 11 Положения о присуждении учёных степеней, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

И.о. зав. лабораторией «Электровозы»,
акционерное общество
«Научно-исследовательский институт
железнодорожного транспорта»,
кандидат технических наук по специальности
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация

«08» августа 2018 г.  Худорожко Максим Викторович

Почтовый адрес: 129626, Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10

Телефон: +7(499) 260-41-11

E-Mail: khudorozhko.maksim@vniizht.ru

Подпись Худорожко М.В. заверено

Начальник отдела управления
персоналом АО «ВНИИЖТ»
Даничева Н.А.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бондаренко Дениса Андреевича
«Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного
двигателя тепловоза», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

На большинстве российских тепловозов эксплуатируемого парка частота вращения вентиляторов систем охлаждения тяговых электрических машин, в частности, тяговых электродвигателей, зависит только от частоты вращения вала дизеля как при механическом, так и при электрическом (асинхронном) приводе вентиляторов. Это не позволяет осуществлять эффективное регулирование температуры лимитирующих частей тяговых электродвигателей, которое наряду с требуемой стабилизацией температурного состояния обеспечивало бы рациональные затраты мощности на привод вентиляторов.

От величины мощности на вспомогательные нужды тепловоза во многом зависят показатели его энергетической эффективности, такие как КПД и коэффициент полезного использования мощности на тягу. Обеспечение высоких значений этих показателей на современных и перспективных тепловозах с асинхронным тяговым приводом требует проведения научно-исследовательских работ в части рационального управления электроприводами вентиляторов охлаждения.

Экономически рациональным способом управления производительностью вентиляторов систем охлаждения является плавное изменение частоты вращения их привода, для чего необходим непрерывно управляемый в широком диапазоне электропривод. Поэтому тема диссертации, посвященная исследованию автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя, содержащей частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство для плавного управления температурой в широком диапазоне, безусловно, актуальна.

Для достижения поставленной в диссертации цели по разработке автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, обеспечивающей рациональный температурный режим наиболее нагретого узла тягового двигателя, автором решен ряд теоретических и практических задач.

Научной новизной отличается разработанная автором математическая модель теплового состояния исследуемого асинхронного двигателя, позволяющая исследовать температурное поле в 53 узлах двигателя.

Полученные автором во второй главе диссертации результаты исследований позволили использовать одно нелинейное дифференциальное уравнение первого порядка для описания асинхронного тягового электродвигателя как объекта управления тепловым состоянием в составе разрабатываемой автоматической системы.

Автором разработана нелинейная и линеаризованная математические модели системы автоматического управления температурой двигателя, позволяющие исследовать статические и динамические свойства всех ее функциональных элементов.

Результаты сравнительного анализа статических и динамических свойств двух вариантов автоматических регуляторов температуры предложенной автором структуры показали, что комбинированный регулятор имеет преимущества перед ПИ-регулятором и обеспечивает наилучшие показатели качества регулирования автоматической системы в различных режимах ее работы.

Адекватность и работоспособность предложенных автором математических моделей подтверждены на разработанном экспериментальном стенде для моделирования динамических процессов.

Практическая значимость работы заключается в том, что применение автоматической системы управления температурой асинхронного тягового двигателя с плавно изменяемой подачей охлаждающего воздуха позволяет обеспечить рациональную температуру наиболее нагретого узла двигателя при одновременном сокращении затрат мощности на охлаждение и создании предпосылок для более надежной работы тяговых двигателей тепловоза.

По автореферату имеется ряд замечаний:

1. Из автореферата не ясно, как регистрировались значения температур в массиве статора и ротора.
2. В автореферате приведены сравнительные (моделирование и эксперимент) параметры качества управления разработанной автоматической системой только для ПИ-регулятора.

На основании представленного автореферата можно считать, что диссертация Бондаренко Дениса Андреевича соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Заведующий отделом Электрических машин и аппаратов акционерного общества «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава», кандидат технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация


Кашников Геннадий Филиппович
« 19 » 07 2018 г.

Почтовый адрес: 140402, Московская область, г. Коломна, ул. Октябрьской революции, 410,
Телефон: 8 (496)618-82-48, доб. 11-48
E-Mail: vnikti_ema@mail.ru

*Юршико Кашников Г.Ф. заверено.
Славкин специалист по кадрам*



О Т З Ы В

на автореферат диссертации Бондаренко Дениса Андреевича на тему «Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Тема диссертационной работы Бондаренко Д.А. безусловно актуальна, так как направлена на исследование тепловых процессов в асинхронных тяговых электродвигателях тепловозов. Такие двигатели установлены на тепловозах 2ТЭ25А, а в перспективе будут применяться повсеместно на магистральных локомотивах. Они имеют, по сравнению с коллекторными ТЭД, меньшую массу и большую мощность, поэтому проблема управления температурой асинхронных ТЭД и ее поддержания в допустимых пределах имеет большое значение для обеспечения стабильной работы двигателей, особенно в переходных и тяжелонагруженных режимах.

Работа имеет выраженный поисковый характер, для неё просматривается как теоретическое, так и практическое значение.

Во 2-й и 3-й главах, соискателем разработана математическая модель теплового состояния асинхронного ТЭД в стационарном и нестационарном режимах, исследованы статические и динамические свойства асинхронного ТЭД как объекта управления температурой. Предусмотрено применение частотно-управляемого электропривода вентилятора охлаждения как исполнительного устройства. В результате построена автоматическая система управления температурой асинхронного ТЭД тепловоза и синтезирован регулятор температуры.

В 4-й экспериментальной главе диссертации дано описание конструкции стенда для моделирования динамических процессов в тяговом приводе локомотивов с электрической передачей мощности. Стенд реализует физическую модель тягового электропривода с управляемым охлаждением, в качестве нагрузки применено устройство, позволяющее имитировать величину нажатия колеса на рельс и массу поезда. Картина распределения температур получена при помощи портативного тепловизора. Проведены исследования, подтверждающие результаты, полученные во второй и третьей главах.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Работа выполнена в Брянском государственном техническом университете, однако в автореферате нет сведений о реальных тепловых режимах работы асинхронных ТЭД тепловозов 2ТЭ25А, которые выпущены Брянским же машиностроительным заводом и находятся в эксплуатации около 10 лет.

2. По всей видимости, разработанная автором методика может быть адаптирована и для коллекторных ТЭД, применяемых на тепловозах 2(3)ТЭ25КМ, что свидетельствовало бы о ее универсальности.

Несмотря на сделанные замечания, работа Бондаренко Д.А. заслуживает высокой оценки. Автор показал высокий уровень теоретической, экспериментальной и методологической подготовки, использовал современные экспериментальные методики, а также применил на практике результаты исследования. Основные положения диссертации опубликованы в научных изданиях, в том числе пять – в изданиях, рекомендованных ВАК, получены два патента. Кроме того, работа докладывалась и обсуждалась на конференциях различных уровней.

На основании вышеизложенного, можно заключить, что представленная к защите диссертация полностью отвечает требованиям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения по управлению температурными режимами работы тягового асинхронного двигателя тепловоза, что имеет существенное значение для совершенствования тягового подвижного состава. Автор работы, Бондаренко Денис Андреевич, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Профессор кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет
путей сообщения», доктор технических наук,
профессор

Зарифьян Александр Александрович

Россия, 344038, г. Ростов-на-Дону,
пл. Ростовского стрелкового полка Народного ополчения, д. 2,
тел: +7 863 2726466
e-mail: zarifian_aa@mail.ru

Подпись Зарифьян А.А.

УДОСТОВЕРЯЮ

Начальник управления делами
ФГБОУ ВО РГУПС

« 17 » 07 2018



Т.М. Канина

Специальность: 05.22.07 - Подвижной состав
железных дорог, тяга поездов и электрификация

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Бондаренко Дениса Андреевича, выполненной на тему: «Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза» диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность выбранной темы диссертационной работы обуславливается резким ростом потерь тягового асинхронного двигателя (ТАД) при увеличении его температуры, а также изменения КПД двигателя в диапазоне от 89 до 77 % при изменении температуры его обмоток от 0 до 160 °С. Это в свою очередь приводит к изменению жесткости механической характеристики ТАД. Таким образом, возникает необходимость учета влияния температуры ТАД в передачах мощности тепловозов. В связи с вышеизложенным, разработка автоматической системы управления температурой (АСУТ) ТАД, содержащей частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство для плавного управления температурой в широком диапазоне, актуальна.

Научная новизна работы заключается в разработке математической модели АСУТ ТАД, в решении задачи синтеза автоматического регулятора с астатизмом второго порядка и звеньями обратной связи управления температурой для линеаризованной модели АСУТ ТАД, в стенде, содержащем физическую модель ТАД и систему его охлаждения.

Результаты исследований реализованы при выполнении научно-исследовательской работы № 1.02.09 (06/47) «Разработка конструкций, математическое моделирование и испытание узлов транспортных машин» в 2014 – 2015 г. на кафедре «Подвижной состав железных дорог» Брянского государственного технического университета, а также в научном проекте Фонда содействия инновациям № 4701ГУ1/2014 (2014 г.).

Достоверность работы подтверждается удовлетворительной сходимостью результатов расчетов с данными экспериментальных испытаний, проведенных на разработанном стенде физического моделирования.

В качестве замечания по диссертационной работе стоит отметить, что по состоянию парка ОАО «РЖД» на сегодняшний день, всего 55 тепловозов оборудовано тяговыми асинхронными двигателями. Таким образом, автору стоило бы учитывать мировой опыт эксплуатации тепловозной тяги с асинхронными ТАД (США и Канада – 40 % от общего парка; Китай – 84 % от общего парка и т.д.).

При этом выявленное замечание не снижает ценность выполненной работы.

В целом, автореферат диссертации достаточно полно отражает объем исследований, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой приведены научно обоснованные методики, позволяющие разработать и внедрить автоматическую систему управления температурой тяговых асинхронных двигателей тепловозов. По объему и содержанию рассматриваемая работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бондаренко Денис Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Попов Юрий Иванович,
г. Москва, пер. Ольховский, 205,
Тел.: (499) 262-73-62, факс: (499) 262-12-10,
E-mail: mail@pkbct.ru,
Директор Проектно–конструкторского бюро
локомотивного хозяйства филиала ОАО «РЖД»

Дата 01.08.18



Ю.И.Попов

Подпись Попова Юрия Ивановича заверяю

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бондаренко Дениса Андреевича
«Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного
двигателя тепловоза», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Представленный на отзыв автореферат диссертации посвящен актуальной проблеме разработки автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза. Большое внимание уделяется экономии энергии, расходуемой на вспомогательные нужды, а именно, на привод вентилятора охлаждения тягового двигателя. Из автореферата следует, что основной целью работы является совершенствование системы автоматического управления температурой, содержащей частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство, позволяющей плавно изменять температуру тягового асинхронного двигателя в широком диапазоне. В автореферате достаточно полно отражена работа, выполненная автором диссертации по вопросам, относящимся к данной области исследований. Это подтверждается приведенным в автореферате перечнем публикаций.

Одним из важных научных достижений работы является разработка стационарной и динамической математических моделей теплового состояния исследуемого асинхронного двигателя, позволяющих определять значение температуры в основных конструктивных узлах двигателя. Разработка и реализация столь сложной модели говорит о высокой квалификации автора. Наряду с этим автором синтезированы два регулятора температуры, один из которых подразумевает комбинированное включение корректирующих звеньев и обеспечивает структурную устойчивость АСУТ, нулевые ошибки по положению и по скорости, а также необходимый уровень запасов устойчивости и показателей качества управления. Второй тип регулятора представляет собой ПИ-регулятор и обеспечивает настройку на технический оптимум. Автором разработан физический стенд для моделирования динамических процессов в тяговом приводе локомотивов с электропередачей, представлены результаты стендовых испытаний разработанной системы автоматического управления температурой и их сравнение с теоретическими исследованиями. Хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных подтверждает достоверность теоретических исследований.

Отмечая высокий уровень и очевидную значимость проведенных исследований, следует отметить и ряд замечаний по автореферату, не снижающих ценности диссертации:

1) из материалов автореферата не понятно, как проводилось технико-экономическое обоснование, с каким объектом проводилось сравнение;

2) не указаны основные допущения при разработке математической модели теплового состояния исследуемого асинхронного двигателя;

3) на с 19 автореферата (в таблице 1) указываются такие параметры как «Перерегулирование» и «Крутизна переднего фронта». Что такое «перерегулирование» и «крутизна»? Для чего определялись значения этих параметров?

В целом содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что представленная к защите диссертационная работа Бондаренко Дениса Андреевича «Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза» выполнена на высоком теоретическом уровне, имеет практическую значимость, полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденное постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Профессор кафедры «Электрическая тяга» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), доктор технических наук,
профессор

Буйносов Александр Петрович

Подпись Буйносова А.П. заверяю:

17.07.2018 г



U. A. Buiunov

Адрес: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова 66

тел. (343) 221-24-70, 319-59-32

e-mail: abuinov@usurt.ru, byunosov@mail.ru

Научная специальность:

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Бондаренко Дениса Андреевича

«Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа Бондаренко Д.А. посвящена решению актуальной проблемы – разработке автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, содержащей частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство для плавного управления температурой в широком диапазоне.

Одним из резервов повышения мощности, расходуемый локомотивом на тягу, является сокращение затрат энергии на вспомогательные нужды. Автоматизация систем охлаждения тяговых двигателей, применяемых на тяговом подвижном составе, позволит снизить расход воздуха, охлаждающего тяговый двигатель, в зависимости от температуры наружного воздуха, уменьшить потери на вспомогательные нужды, которые в настоящее время могут составлять до 16% от мощности энергетической установки тепловоза, а также позволит увеличить тяговые свойства тепловоза.

Научная новизна заключается в разработке математической модели СУТ ТАД, описывающая работу всех звеньев, входящих в ее состав, а так же решена задача синтеза автоматического регулятора с астатизмом второго порядка и звеньями обратной связи управления температурой для линеаризованной модели АСУТ ТАД.

При сравнении переходных процессов АСУТ ТАД с КР и ПИ-регулятором, параметры которого были выбраны методом технического оптимума, автор делает вывод о целесообразном применении КР, обеспечивающего лучшие показатели качества процесса управления на линеаризованной и нелинейной моделях. Проверка работы АСУТ ТАД с КР для нелинейной модели также подтверждает целесообразность его применения в связи с лучшими значениями показателей качества процесса управления.

Достоверность полученных результатов подтверждена путем сходимости результатов теоретического моделирования и экспериментальных исследований.

Практическая ценность работы составляет разработанный физический стенд, на базе которого возможно проводить широкий спектр экспериментальных исследований температурных режимов двигателя.

Между тем следует отметить, следующее замечание:

1. В автореферате неясно, прорабатывалась ли практическая сторона вопросы внедрения предложенных алгоритмов на действующем подвижном составе. И в связи с этим неясно, определялось ли стоимости жизненного цикла при внедрении предлагаемой системы автоматического управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза.

В целом приведенные в автореферате материалы свидетельствуют, что диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, содержит новые научные результаты и имеет практическую ценность. По теме диссертации имеется необходимое количество публикаций в источниках, рекомендуемых ВАК.

Представленная диссертационная работа соответствует требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Бондаренко Денис Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Заведующего кафедрой "Наземные транспортно-технологические средства" СамГУПС,
кандидат технических наук, доцент
Тел: +7-917-952-83-89 (Свечников А.А.)
E-mail: andrei_sanych68@mail.ru (Свечников А.А.)
Специальность: 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог; тяга поездов и электрификация

Андрей Александрович Свечников

Адрес: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Самарский государственный университет путей сообщения, 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, 2 В.

Подпись к.т.н., доцента А.А. Свечникова, заверяю
Учёный секретарь Учёного совета СамГУПС

В. В. Ляшенко

6 августа 2018 года



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бондаренко Дениса Андреевича «Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы исследований.

Существенные усилия в последние годы направлены на расширение возможностей диагностики повреждений тяговых асинхронных двигателей, а также на создание методов их защиты. Одним из распространённых видов повреждений тяговых асинхронных двигателей являются тепловые перегрузки, которые значительно сокращают их срок эксплуатации. Перегрев тягового двигателя приводит к более интенсивному старению изоляции, а в некоторых случаях и выходу из строя ключевых конструктивных элементов двигателя: изоляции обмотки статора и ротора, стержней ротора, сердечника статора.

Кроме того, одним из резервов повышения экономичности тепловоза и увеличения его силы тяги является сокращение затрат мощности на вспомогательные нужды (насосы, компрессор, вентиляторы охлаждения и т. д.), которые составляют 8÷17% и более от общей мощности тепловоза. В связи с чем тема диссертации, направленная на разработку автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, позволяющая непрерывно и автоматически изменять температуру наиболее нагретого узла двигателя, является актуальной.

Научная новизна работы состоит в том, что:

- разработана математическая модель автоматической системы управления температурой, описывающая работу всех звеньев, входящих в её состав;
- решена задача синтеза автоматического регулятора с астатизмом второго порядка и звеньями обратной связи управления температурой для линеаризованной модели системы автоматического управления;
- разработан и изготовлен стенд, содержащий физическую модель тягового асинхронного двигателя и систему его охлаждения.

Теоретическая и практическая значимость.

Результаты выполненных исследований могут использоваться при разработке автоматических систем управления температурой тягового асинхронного двигателя, содержащей частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство для плавного управления температурой в широком диапазоне. Разработаны математические модели стационарных и тепловых процессов исследуемого тягового асинхронного двигателя, позволяющие регистрировать значения температур его основных конструктивных узлов.

Проведенные исследования позволяют заключить, что наибольшая температура исследуемого двигателя достигается в пазовой части обмотки статора на расстоянии $2/3$ длины со стороны подачи охлаждающего воздуха, поэтому управление охлаждением достаточно выполнить по этому узлу, нагрев которого можно представить нелинейным однородным дифференциальным уравнением первого порядка.

Автором предложено использование комбинированного регулятора, состоящего из двух последовательно включенных изотропных звеньев и звеньев обратной связи, который обеспечивает лучшие показатели качества процесса управления на линеаризованной и нелинейной моделях.

Методы исследований, достоверность и обоснованность результатов.

Автором проведены теоретические исследования с использованием аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и систем. Моделирование работы электропривода и автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя проведено в среде MatLab – Simulink. Разработан и изготовлен экспериментальный стенд, обеспечивающий возможность отработки полученных алгоритмов управления и подтверждающий корректность результатов и выводов, полученных при теоретических исследованиях.

В целом работа Бондаренко Д. А. выполнена на достаточно высоком научном уровне, а результаты, отражённые в её автореферате, имеют высокую практическую ценность для развития железнодорожного транспорта. Вместе с тем следует отметить и замечания по автореферату:

- из автореферата не понятно, какая методика использовалась при проведении экспериментальных исследований на разработанном стенде физического моделирования;
- нет сведений о предполагаемых массогабаритных показателях автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя и ее размещении на тепловозе.

Представленные замечания не снижают общей положительной оценки работы, а её автор, Бондаренко Д. А., заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Начальник отдела автоведения и диагностики подвижного состава, департамента конструкторских разработок и исследований общества с ограниченной ответственностью «Уральские локомотивы», кандидат технических наук, специальность: 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Почтовый адрес: 624090
Свердловская обл. г. Верхняя Пышма,
ул. Парковая 36
телефон: (34368) 97-7-55
доб. 63-46
E-Mail: mail@ulkm.ru

27.07.2018

Рогожникова Ольга Владимировна

Подпись Рогожниковой О.В. заверяю Первый заместитель генерального директора по технической политике общества с ограниченной ответственностью «Уральские локомотивы»



Брексон В.В.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бондаренко Дениса Андреевича «Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Снижение затрат на тягу поездов является одной из основных задач работников железнодорожного транспорта и транспортной науки. Представленная диссертация посвящена решению важной задачи – повышению эксплуатационной эффективности тягового подвижного состава путем разработки и внедрения энергосберегающих технологий. Тематика диссертации перекликается с различными целевыми программами Правительства РФ и ОАО «РЖД» по совершенствованию системы потребления энергии на тягу поездов и снижению непроизводительных потерь.

Научная новизна и актуальность работы заключается в следующем: использованы современные методы теории электрических машин и теории автоматического управления для исследования эффективности работы и определения значения критериев качества процесса управления температурой тяговых двигателей подвижного состава.

Теоретическая и практическая значимость работы подтверждается разработкой и определением параметров всех звеньев системы автоматического управления, включающей в себя два варианта реализации регулятора температуры: комбинированный регулятор, состоящий из последовательно включенных двух изодромных звеньев, обеспечивающих астатизм второго порядка и структурную устойчивость системы автоматического управления тягового асинхронного двигателя, а также звеньев обратной связи, обеспечивающих необходимый уровень запаса устойчивости и показателей качества процесса управления, и ПИ-регулятора, обеспечивающего настройку системы на технический оптимум. Анализ полученных автором данных позволил выработать рекомендацию по применению именно комбинированного регулятора, обеспечивающего лучшие показатели качества процесса управления на линеаризованной и нелинейной моделях. Проведенные теоретические исследования были апробированы на разработанном стенде физического моделирования, который обеспечивает возможность отработки разработанных алгоритмов управления.

Выполненные в диссертации исследования позволяют решить задачи по исследованию статических и динамических свойств тягового асинхронного двигателя как объекта управления температурой и частотно-управляемого электропривода вентилятора охлаждения как исполнительного устройства; автоматической системы управления

температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, в которой применен электропривод вентилятора охлаждения с преобразователем частоты как исполнительным устройством.

Научные положения, выводы и рекомендации, приведенные в диссертационной работе, могут быть использованы в исследовательских, проектных и учебных организациях железнодорожного профиля при изучении и проектировании управляемых электроприводов вентиляторов охлаждения тяговых электрических машин.

При изучении автореферата Бондаренко Д.А. возникли следующие замечания:

1. Текст автореферата избыточен аббревиатурами;
2. Из описания автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя следует, что это нелинейная система, в связи с чем встает вопрос об ее устойчивости при различных задающих и возмущающих воздействиях. В связи с чем в автореферате следовало бы отобразить значения запасов устойчивости.

В целом, на основании представленного автореферата, диссертация Бондаренко Дениса Андреевича отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней и соответствует специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Главный конструктор обособленного подразделения ООО «ТМХ Инжиниринг» в г. Новочеркасске

12.07.2018

Телефон: 8(8635)215-315

E-Mail: op_nsk@tmh-eng.ru

Почтовый адрес: 346413, г. Новочеркасск, ул. Машиностроителей, д. 3,



А. Жмак

УТВЕРЖДАЮ

Директор инженерного центра,
акционерное общество
«Управляющая компания
«Брянский машиностроительный
завод» (АО «УК «БМЗ»)

Кравченко О. В.
« 12 » 2018 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бондаренко Дениса Андреевича
«Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного
двигателя тепловоза», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.09.03 –
«Электротехнические комплексы и системы»

Диссертация посвящена актуальной теме – разработке автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза с исполнительным устройством в виде частотно-управляемого электропривода вентилятора охлаждения.

Наиболее важные результаты получены автором в области разработки математической модели теплового состояния исследуемого тягового асинхронного двигателя и алгоритмов управления его температурой в имитационной модели автоматической системы управления. Разработанная тепловая модель двигателя позволяет определять температуру в основных конструктивных узлах двигателя в стационарных и динамических режимах. При этом теоретические результаты показывают хорошую сходимость с экспериментальными данными, полученными на разработанном физическом стенде, содержащем модель тягового асинхронного двигателя мощностью 14кВт и систему охлаждения, включающую в себя частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения и сам вентилятор.

На базе синтезированных дифференциальных уравнений и передаточных функций элементов автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя автором разработаны математические модели нелинейной и линеаризованной системы автоматического управления, которые обеспечивают требуемые показатели

качества управления переходными процессами и позволяют плавно управлять температурой объекта управления в заданном диапазоне.

Наряду с этим автором была выполнена сравнительная оценка двух типов регуляторов: комбинированного регулятора и ПИ-регулятора. Установлено, что при синтезе автоматической системы управления температурой рекомендуется использовать комбинированный регулятор, состоящий из двух последовательно включенных изодромных звеньев и звеньев обратной связи. Кроме того, был определен технико-экономический эффект от применения разработанной автоматической системы управления, который показал, что при среднем удельном расходе топлива $0,208 \text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$ экономия топлива в случае применения электропривода с частотно-управляемым асинхронным двигателем составит 11300 кг в год на систему охлаждения тяговых электродвигателей по сравнению с релейной системой управления.

Стоит отметить, что автором не отмечены основные допущения, которыми он пользовался при разработке математической модели теплового состояния тягового асинхронного двигателя. Кроме того, из автореферата диссертации не ясно почему кривые охлаждения узлов двигателя в поперечном сечении приведены для значения тока статора $0,5I_{\text{ном}}$? Целесообразнее было бы привести эти показатели при значении тока статора, близком к номинальному.

Указанные замечания не оказывают влияния на общую ценность работы. Автореферат корректно отражает проведенные исследования и соответствует требованиям ВАК, а его автор, Бондаренко Денис Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Должность, акционерное общество

«Управляющая компания «Брянский машиностроительный завод»
(АО «УК «БМЗ»)

кандидат технических наук, научная специальность

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог,

тяга поездов и электрификация

« 10 » 07 2018 г.  Синицын Владимир Владимирович

Почтовый адрес: 241015, Россия, г. Брянск, ул. Ульянова, 26,

Телефон: 8 (4832) 36-01-31

E-Mail: hr@ukbmz.ru