

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Д. т.н., проф. В.В. Ушаков



2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Бокарева Александра Игоревича

«Повышение эффективности индивидуального регулируемого электропривода автотранспортного средства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 - «Колесные и гусеничные машины»

1. Актуальность темы исследования.

На сегодняшний день автомобильный транспорт является одним из основных потребителей углеводородных источников энергии, что формирует общую проблему повышения эффективности автотранспортных средств.

Одним из трендов мирового автомобилестроения является применение комбинированных энергетических установок с электрическими трансмиссиями. Наиболее распространенный тип электрической трансмиссии – индивидуальный регулируемый электропривод с электронным управлением через «CAN» интерфейс. Одним из препятствий на сегодняшний день для широкого применения электрических трансмиссий является отсутствие обоснованных и отработанных технических требований к трансмиссиям такого типа. Направление разработки и совершенствования электрических трансмиссий находится на стадии активного развития.

Тенденция использования индивидуального регулируемого электропривода заставляет решать задачи эффективной реализации электрической энергии. На данный момент уровень технического совершенства области электромашиностроения достиг высоких результатов, однако их использование в автомобилестроении является недостаточным. Максимальная эффективность может быть достигнута за счет адаптации системы управления к условиям работы электропривода ведущих колес автотранспортных средств на эффективную реализацию энергии. Таким образом, становится актуальной задача индивидуального управления отдельными приводами колес в зависимости от дорожных условий движения.

2. Научная новизна исследования

В качестве основных результатов работы, относящихся к научной новизне, в диссертации вынесены следующие положения:

1. Разработка алгоритма работы противобуксовочной системы за счет управления величиной тока двухконтурного индивидуального регулируемого электропривода для регулирования крутящих моментов на ведущих колесах без реактивного воздействия рабочей тормозной системы.
2. Разработка методики сравнительной оценки эффективности электропривода автотранспортного средства с использованием систем виртуально-физических испытаний.
3. Разработка типового городского дорожного цикла в комбинации с вероятностным распределением типов дорожных покрытий для оценки алгоритмов управления индивидуальным регулируемым электроприводом автотранспортного средства.

3. Достоверность научных положений, результатов и выводов

Достоверность основных положений, изложенных в диссертации, основана на использовании основных положений теории автомобилей,

методов математического моделирования и вычислительной математики. Степень достоверности результатов эксперимента обуславливается использованием тарированных, поверенных и аттестованных комплексов, измерительных приборов и оборудования.

4. Практическая ценность исследования

В качестве основных результатов работы, относящихся к практической ценности исследования, в диссертации вынесены следующие положения:

1) Реализация системы виртуально-физических испытаний, которая предусматривает совместное использование комплекса математических моделей и стендового оборудования ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» для испытания электромашин.

2) Реализация экспериментального исследования характеристик эффективности индивидуального регулируемого электропривода автотранспортного средства с использованием технологий программно-аппаратного моделирования «HILS» (hardware in the loop simulation).

3) Разработка отладочного программного обеспечения нагрузочных преобразователей и комплекта тяговых электроприводов, позволяющего откалибровать системы тяговых преобразователей перед испытаниями и контролировать характеристики электропривода в ходе испытаний.

5. Общее содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, общих выводов и рекомендаций, заключения и списка использованных источников. Объём диссертационной работы изложен на 158 страницах машинописного текста, включающих 90 рисунков, 18 таблиц и списка использованных источников из 106 наименований.

В первой главе обозначена проблема исследования - недостаточный опыт в области адаптации системы управления электропривода на

эффективную реализацию энергии на ведущих колесах в условиях различного коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием. В рамках данной проблемы проведены следующие исследования:

- проведён анализ компоновочных схем автотранспортных средств с электрической трансмиссией;
- проведен анализ существующих подходов при разработке систем распределения потоков мощности между ведущими колёсами;
- проведён анализ технических решений повышения эффективности электроприводов;
- проведён анализ состояния теоретических и практических исследований в области разработки алгоритмов работы противобуксовочной системы на автомобилях с индивидуальным регулируемым электроприводом.

На основании проведённой аналитической работы обоснован метод исследования, заключающийся в использовании виртуально-физических систем, обозначен объект исследования, составлена цель диссертационного исследования и в соответствии с целью работы определен перечень основных задач исследования.

Во второй главе:

- описана разработка математической модели движения автомобиля с тремя степенями свободы;
- приведено описание принципа работы алгоритма управления электроприводом;
- приведено описание принципа работы алгоритма противобуксовочной системы, построенного по способу регулирования непосредственно крутящих моментов колес;
- приведено описание методики построения исследования эффективности алгоритмов управления индивидуальным регулируемым

электроприводом с использованием систем виртуально-физических испытаний;

- приведено описание разработанного режима движения автотранспортного средства для исследования эффективности алгоритмов управления индивидуальным регулируемым электроприводом;
- приведены иллюстрации математических моделей, разработанных в пакете «SIMULINK» программного комплекса «MATLAB».

В третьей главе, согласно разработанной методике объективного исследования эффективности алгоритмов управления индивидуальным регулируемым электроприводом и разработанному режиму движения, реализовано теоретическое исследование и описаны результаты виртуальных испытаний по оценке эффективности алгоритмов управления индивидуальным регулируемым электроприводом автомобиля.

В четвёртой главе, согласно знаниям о методе исследования и основных положений методики исследования алгоритмов:

- разработана система виртуально-физических испытаний с использованием технологий программно-аппаратного моделирования «HILS» (hardware in the loop simulation);
- приведено описание разработанного стендового аналога тягового привода ведущих колёс автотранспортного средства;
- приведено описание перечня измерительных параметров, датчиков и измерительной аппаратуры.

В пятой главе, согласно разработанной методике объективного исследования эффективности алгоритмов управления индивидуальным регулируемым электроприводом и разработанному режиму движения, описаны результаты виртуально-физических испытаний по исследованию эффективности алгоритмов управления индивидуальным регулируемым электроприводом автомобиля.

6. Замечания по диссертационной работе

1. В диссертационной работе рекуперативные режимы работы электропривода оставлены без внимания, что делает выводы и рекомендации диссертанта недостаточными для полноценной оценки эффективности системы электроприводов.
2. В диссертационной работе не рассмотрено влияние разработанного алгоритма противобуксовочной системы при совокупной работе с существующими системами курсовой устойчивости. Данная задача является актуальной с точки зрения повышения эффективности работы разработанной диссидентом противобуксовочной системы.
3. В разделе 2.4 диссертационной работы, изложенный материал по разработке алгоритма управления электроприводом перенасыщен формулировками сложной конфигурации, что затрудняет восприятие и анализ представленной информации.
4. В диссертационной работе рассматривается универсальная система, применимая для оценки эффективности электропривода, предназначенного для автомобилей категории В и D в соответствии с классификацией по Европейской Конвенции. Однако исследование эффективности алгоритмов проведено только для конкретного примера автотранспортного средства, соответствующего классу В. Из диссертационной работы не ясно правомерны ли полученные результаты для автотранспортных средств с другими массо-габаритными параметрами.

Рассматриваемая диссертация А.И. Бокарева является завершённой научно-квалификационной работой, диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Бокарев Александр Игоревич - заслуживает присуждения ученой

степени кандидата технических наук, а ее автор – Бокарев Александр Игоревич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 - Колесные и гусеничные машины.

Диссертация и отзыв рассмотрены, а отзыв единогласно утвержден на объединённом заседании кафедр «Автомобили» и «Электротехника и электрооборудование» от «05 » июня 2018 г., протокол № 7

Зав. кафедрой автомобили МАДИ д.т.н.,
профессор

А.М. Иванов

Справочные данные:

Иванов Андрей Михайлович,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Автомобили»,

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский автомобильно-
дорожный государственный технический
университет (МАДИ)»,

125319, Москва, Ленинградский проспект,
64.

8 (499) 155-03-84, ivanov-am@madi.ru

Зав. кафедрой « Электротехника и
электрооборудование», д.т.н., профессор

В.Е. Ютт

Справочные данные:

Владимир Евсеевич Ютт,
Зав. кафедрой «Электротехника и
электрооборудование», доктор
технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ,
академик Академии электротехнических
наук РФ, почетный работник высшей
школы.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский автомобильно-
дорожный государственный технический
университет (МАДИ)»,
125319, Москва, Ленинградский проспект,
64.
8 (499) 155-03-84, ioutt@mail.ru