



Открытое акционерное общество
**«Научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт информатизации, автоматизации и связи
на железнодорожном транспорте»**

ОАО «НИИАС»

ул. Нижегородская, 27, стр. 1, Москва, Россия, 109029; тел. (499) 262-5320, факс (499) 262-7443; e-mail: info@vniias.ru
ОКПО 82462078; ОГРН 1077758841555; ИНН/КПП 7709752846/770901001

21.09.2016 № 5440

На № _____ от _____

Утверждаю:



Первый заместитель Генерального директора
Открытого акционерного общества «Научно-
исследовательский и проектно-
конструкторский институт информатизации,
автоматизации и связи на железнодорожном
транспорте» (ОАО «НИИАС»),
доктор технических наук,
профессор,
Розенберг Ефим Наумович
«21 » 09 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Фадейкина Тимофея
Николаевича на тему: «Исследование тяговых электроприводов с
асинхронными двигателями для подвижного состава железных дорог с
целью повышения их энергетической эффективности», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы исследования

На железных дорогах Российской Федерации в настоящее время эксплуатируется тяговый подвижной состав, оборудованный, в основном, тяговыми электродвигателями постоянного (пульсирующего) тока. Такой подвижной состав обладает относительно низкой эксплуатационной

надёжностью и энергоэффективностью. Последняя характеристика является особенно проблемной в современных экономических условиях, когда стоимость электрической энергии непрерывно растет. В полной мере это относится к проблеме энергопотребления в тяговом электроснабжении электрифицированных железных дорог.

На железных дорогах передовых зарубежных стран, а в последние годы и на железных дорогах России, эксплуатируемый тяговый подвижной состав стали заменять на более совершенный с точки зрения эксплуатационной надёжности и энергоэффективности тяговый подвижной состав, оборудованным тяговыми двигателями трёхфазного переменного тока и статическими (полупроводниковыми) преобразователями электроэнергии.

Эти преобразователи имеют различные структурные схемы, но наиболее рациональной является многозвенная структура, состоящая из входного, промежуточного и выходного звеньев. При этом нагрузкой выходного звена являются тяговый двигатель.

Такие преобразователи применяют на подвижном составе достаточно широко и их характеристики и показатели достаточно подробно описаны в имеющихся публикациях.

В то же время выходные звенья преобразовательных структур, нагруженные тяговыми двигателями, изучены недостаточно подробно, что в определённой степени сдерживает их внедрение на транспортных средствах перспективных тяговых электроприводов, обладающих высокими энергетическими показателями.

Решению задачи повышения энергоэффективности выходных и промежуточных звеньев преобразовательных структур тяговых электроприводов с асинхронными исполнительными двигателями и посвящена рассматриваемая диссертация, тема которой является безусловно актуальной.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы из 113 наименований. Структура диссертации и её содержание находятся в логическом единстве и соответствуют поставленным задачам исследования. Выносимые соискателем на защиту положения, сформулированные в диссертации выводы и предложения, а также результаты исследования являются новыми.

Во введении сформулированы цель и задачи исследования, определена ее научная новизна и практическая ценность, описаны используемые в работе методы исследования.

В первой главе выполнен обзор тяговых электроприводов с асинхронными двигателями, предложена обобщённая структура электрической части тягового электропривода, включающая выходной модуль, состоящий из автономного инвертора напряжения и асинхронного тягового двигателя. Характеристики выходного модуля в значительной мере определяют энергоэффективность тягового электропривода.

Вторая глава посвящена исследованию и расчёту потерь мощности в конденсаторах фильтров промежуточных звеньев преобразователей тяговых электроприводов электроподвижного состава.

Автор удачно применяет при расчётах отработанную схему замещения конденсатора, предложенную проф. В.В. Ермуратским. Сравнительный расчёт потерь мощности в фильтрах, укомплектованных из конденсаторов, изготовленных различными производителями, позволил автору обоснованно сформулировать рекомендации по комплектующим элементам таких фильтров.

В третьей главе выполнен анализ энергоэффективности выходных модулей тяговых электроприводов перспективного подвижного состава. При этом проведен расчет потерь мощности в силовой цепи автономных инверторов, выполненной на современных IGBT – модулях

Потери мощности в асинхронном тяговом двигателе рассчитаны применительно к широко известной Т-образной схеме замещения двигателя, в которой автор учёл потери, обусловленные высшими гармоническими составляющими напряжения, приложенного к тяговым двигателям.

Выполненный в главе анализ энергоэффективности выходных модулей позволил рекомендовать для перспективного подвижного состава модуль, автономный инвертор которой выполнен на базе трёхуровневого инвертора напряжения с широтно – импульсной модуляцией.

Четвёртая глава посвящена сравнительной оценке способов повышения энергоэффективности тяговых электроприводов перспективных транспортных средств за счёт применения в их выходных модулях автономных инверторов напряжения разных типов с различными алгоритмами формирования выходного напряжения. При проведении данного исследования была использована «Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем», разработанной ОАО «Российские железные дороги».

В заключении выполненной работы сформулированы основные выводы.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации

Содержание диссертации соответствует заявленной научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы. Разделы диссертации соответствуют следующим разделам паспорта специальности:

1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.
2. Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, разработка алгоритмов эффективного управления.

Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Рукопись автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.011 – 2011 и требованиям п.25 Положения о присуждении учёных степеней.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

- с использованием метода гармонического анализа выполнено сравнительное исследование качества выходных напряжений и токов автономных инверторов напряжения с различными алгоритмами формирования выходного напряжения;
- проведён сравнительный анализ потерь мощности и КПД в модулях "автономный инвертор напряжения – асинхронный тяговый двигатель", выполненный с использованием современных вычислительных средств и программных пакетов;
- классическая Т-образная схема замещения асинхронного двигателя дополнена блоками, позволяющими учесть несинусоидальность приложенного к нему напряжения;
- на основании рассчитанного в работе расхода электроэнергии на тягу поездов за единицу времени тяговыми электроприводами с различными типами автономных инверторов напряжения сформулированы рекомендации по выбору энергосберегающей структуры выходного модуля.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность результатов работы обоснована теоретически и подтверждена использованием в работе проверенных в работе методов исследования, а также удовлетворительным совпадением полученных в диссертации результатов по определению потерь мощности в автономных инверторах напряжения и асинхронных тяговых двигателях и их КПД с аналогичными результатами, полученными в ВЭлНИИ, СГУПС, а также опубликованными в работах других авторов, занимающихся исследованием и разработкой тяговых электроприводов с автономными инверторами напряжения и асинхронными тяговыми двигателями.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Теоретическая значимость работы заключается в том, что в результате выполненных автором расчетов потерь энергии в выходных модулях тяговых электроприводов, содержащих двух – и трёхуровневые автономные инверторы напряжения с разными алгоритмами управления, определены коэффициенты полезного действия этих модулей и показано, что для обеспечения высокой энергоэффективности перспективного тягового подвижного состава с асинхронными тяговыми двигателями наиболее целесообразно применять в выходных модулях тяговых электроприводов трёхуровневые инверторы напряжения с широтно-импульсной модуляцией.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что её рекомендации могут быть использованы при разработке и создании статических

преобразователей электроэнергии с автономными инверторами напряжения для тяговых электроприводов перспективного подвижного состава.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

В диссертации проведены исследования энергоэффективности выходных модулей тяговых электроприводов железнодорожных транспортных средств, определены потери мощности в фильтрах, применяемых в статических преобразователях электроэнергии этих приводов, и разработаны рекомендации по повышению энергоэффективности выходных модулей. Данные результаты рекомендуется использовать в учебном процессе в МГУПС при изучении дисциплины "Электронные преобразователи для электроподвижного состава".

Новизна полученных результатов

Научная новизна работы состоит в разработке обобщённой структуры электрической части тягового электропривода подвижного состава, при использовании которой, могут быть установлены общие закономерности в процессах передачи электроэнергии от источника электроэнергии к тяговому двигателю, в том числе, и при несинусоидальной форме напряжения, прикладываемого к тяговому двигателю.

Впервые выполнен сравнительный анализ потерь мощности в модулях "автономный инвертор напряжения - асинхронный тяговый двигатель" для различных видов инверторов и алгоритмов формирования выходного напряжения.

Замечания и пожелания по диссертационной работе

1. Автор указывает во введении, что в качестве тяговых двигателей на подвижном составе различного назначения могут применяться асинхронные, синхронные и индукторные двигатели. Однако в первой главе при разработке обобщённой структуры электрической части тягового электропривода рассматривается только схема асинхронного двигателя. Было бы интересно показать, как изменится структура преобразователя электроэнергии в случае применения синхронных и индукторных тяговых двигателей.

2. Из текста диссертации не ясно, почему автор не использует для оценки энергоэффективности выходного модуля "энергетический коэффициент полезного действия"?

3. Во второй главе при расчёте потерь мощности в фильтрах промежуточных звеньев преобразовательных структур электроприводов автор рассматривает только конденсаторные фильтры. Полезно было бы рассмотреть возможность применения также и активных фильтров.

4. В третьей главе полезно было указать, инверторы каких уровней могут применяться на перспективном подвижном составе с тяговыми двигателями переменного тока, в то время как автор в диссертации ограничился рассмотрением только трёхуровневыми инверторами.

5. В четвёртой главе сравнительная энергоэффективность различных выходных модулей оценена без привязки движения локомотива к участку с конкретным профилем. Следовало пояснить обоснованность такой оценки.

Указанные замечания и пожелания не снижают общей высокой оценки рассматриваемой диссертации.

Заключение по диссертации о соответствии её требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» по пунктам 9 и 10.

В соответствии с требованиями пункта 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации содержатся рекомендации по использованию полученных научных выводов и технических решений, приведено сравнение их эффективности с известными решениями.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук

Диссертация Фадейкина Тимофея Николаевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и рекомендации по повышению энергоэффективности, в частности, коэффициента полезного действия электроприводов тягового подвижного состава, имеющие существенное значение для дальнейшего совершенствования электрооборудования транспортных средств Российской Федерации, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Заключение рассмотрено на совместном заседании «Отделения разработки систем управления и обеспечения безопасности движения поездов» и «Центра обучения» института, протокол №2, 21.09.2016 г.

Заключение подготовлено:

1. Кисельгоф Геннадий Карпович

начальник Отделения разработки систем управления и обеспечения безопасности движения поездов ОАО «НИИАС»



Г. К. Кисельгоф

19.09.2016 г.

2. Астрахан Владимир Ильич

руководитель Центра обучения ОАО «НИИАС»

кандидат технических наук, старший научный сотрудник по специальности
«Автоматическое управление и регулирование на железнодорожном транспорте»



Астрахан В. И.

19.09.2016 г.