

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чуриной Николая Валентиновича
на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя
локомотива с минимизацией тока обмотки статора»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Повышение энергетической эффективности тягового электропривода является важной задачей разработчиков подвижного состава железных дорог. Уменьшение потерь мощности при преобразовании энергии может происходить за счет применения новых типов тяговых двигателей и использования энергетически эффективных систем управления тягового электропривода. Синхронные двигатели с постоянными магнитами обладают большим КПД, чем асинхронные двигатели, при этом имеют меньшие массогабаритные показатели. Применение синхронных двигателей с постоянными магнитами в качестве тяговых с системой прямого управления моментом, которая обеспечивает минимум тока обмотки статора, может увеличить энергетическую эффективность тягового электропривода локомотива при улучшении его тяговых характеристик.

Для решения поставленных в диссертационном исследовании задач автором использованы современные методы научного исследования, основанные на положениях теоретических основ электротехники, теории электропривода, теории электрических машин, теории автоматического управления. Теоретические исследования проведены с использованием аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и систем, применялось моделирование на базе компьютерных имитационных моделей. Экспериментальные исследования проведены на разработанном с участием автора лабораторной установке.

Теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработанных математических моделях синхронных двигателей с постоянными магнитами, которые учитывают нелинейные процессы насыщения магнитопровода статора (в зависимости от соотношения продольной и поперечной индуктивности обмотки статора) и потерь мощности в нем; в разработанных математических моделях систем прямого управления моментом, которые отличаются способом коммутации транзисторных ключей автономного инвертора; в полученных уравнениях вычисления задания на потокосцепление статора, обеспечивающих минимум тока обмотки статора; разработанной системе поиска минимума тока обмотки статора, которая является универсальной и не зависит от соотношения продольной и поперечной индуктивностей обмотки статора.

Разработки, предложенные автором, имеют практический потенциал для реализации в тяговом электроприводе маневровых локомотивов.

По автореферату имеется ряд замечаний:

1. из автореферата не ясно, для какого конкретного типа локомотивов предполагается внедрение предложенных систем минимизации тока обмотки статора;
2. почему рассматривается только двигательный режим работы синхронного двигателя с постоянными магнитами?

Указанные замечания не влияют на положительное впечатление от всего диссертационного исследования в целом.

Совокупность полученных соискателем и изложенных в автореферате положений исследования и полученных результатов позволяет сделать вывод о соответствии диссертации Чуприны Н.В. требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Чуприна Николай Валентинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки).

Фадейкин Тимофей Николаевич,
кандидат технических наук,
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы,
ведущий конструктор отдела
«Электрические машины»
ПКБ ЦТ филиала ОАО «РЖД»

 Т.Н. Фадеекин

« 08 » 10 2024 г.

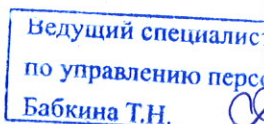
Адрес: 105066, г. Москва, пер. Ольховский, д. 205.
Телефон: +7 (499) 266-26-16; электронная почта: mail@pkbct.ru

Я, Фадейкин Тимофей Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Чуприны Николая Валентиновича, и их дальнейшую обработку.

«08» 10 2024 г.

 Т.Н. Фадеекин

Подпись Руки  Подпись Т.Н. заверено



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чуприны Николая Валентиновича на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя локомотива с минимизацией тока обмотки статора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

В последние десятилетия на отечественном и зарубежном тяговом подвижном составе железных дорог вместо электроприводов с коллекторными тяговыми электродвигателями постоянного тока стали применять электроприводы с бесколлекторными (асинхронными двигателями и синхронными двигателями с постоянными магнитами) двигателями переменного тока. Поэтому диссертация Н.В. Чуприны, направленная на решение задачи повышения энергетической эффективности тяговых электроприводов железнодорожного транспорта с синхронными двигателями с постоянными магнитами, является актуальной.

Цель работы вытекает из ее актуальности и достигнута автором за счет решения задач, которые отличают научная новизна и практическая ценность.

Наибольший интерес представляют следующие научные результаты, полученные автором:

- синтезированы математические модели синхронного двигателя с постоянными магнитами (с учетом потерь мощности в магнитопроводе статора и постоянных магнитах, насыщения магнитопровода статора, температур обмотки и статора, постоянных магнитов) и систем прямого управления моментом;
- на основании статических зависимостей тока обмотки статора и потерь мощностей от потокосцепления статора показано, что изменение значения потокосцепления статора позволяет достичь минимум тока обмотки статора и потерь мощностей при нагрузке меньше номинальной;
- получены системы, обеспечивающие минимум тока обмотки статора синхронных двигателей с постоянными магнитами в различных режимах работы (аналитические формулы определения задания и система поиска минимума тока обмотки статора).

Приведенные выше научные результаты определяют научную новизну диссертационного исследования.

Интерес также представляют разработанная с участием автора лабораторная установка, позволяющая исследовать работу электропривода с системой прямого управления моментом асинхронного двигателя.

Практическая значимость работы подтверждена внедрением в обособленном подразделении ООО «ТМХ Инжиниринг» в г. Брянске «Конструкторское бюро «Локомотивы», АО «Управляющая компания «БМЗ» и ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет».

В автореферате приведены сведения об апробации результатов исследования и список работ по теме диссертации, включающий 17 наименований, в том числе 6 статей в изданиях, рекомендуемых ВАК, 2 статьи в изданиях, включенных в международные базы цитирования (Scopus), 1 патент на полезную модель.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- в автореферате отсутствуют параметры или рекомендации по определению параметров системы поиска минимума тока обмотки статора;

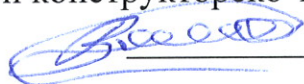
- на структурной схеме системы прямого управления моментом (Рисунок 2 автореферата) в качестве входных параметров, среди прочих, приведены фазные напряжения $U_{s1} - U_{s3}$. Прорабатывалось ли автором как в реальном преобразователе, а не на модели, измерять эти напряжения и есть ли отечественные датчики, обладающие необходимыми частотными характеристиками;

- в настоящее время перспективными видами синхронных машин, помимо двигателей с постоянными магнитами, являются реактивные двигатели и вентильно-индукторные двигатели. Из автореферата не понятно почему автор предлагает для использования в качестве тяговых только синхронные двигатели с постоянными магнитами.

Указанные замечания носят редакционный характер, не снижают теоретической и практической значимости диссертационного исследования и не влияют на общую положительную оценку выполненной работы.

На основании автореферата можно сделать вывод о том, что диссертация «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя локомотива с минимизацией тока обмотки статора» выполнена на актуальную тему, содержит научную новизну и практическую значимость, соответствует паспорту заявленной специальности и требованиям, предъявляемым к диссертациям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации 24.09.2013г №842, а её автор Чуприна Николай Валентинович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. – «Электротехнические комплексы и системы».

Волохов Григорий Михайлович, доктор технических наук, главный научный эксперт АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава»



Г.М. Волохов

140402, Московская область, г. Коломна, ул. Октябрьской революции, 410.
Тел.: (496) 618-82-18 доб. 11-12; E-mail: volokhov-gm@vnikti.com

Бенькович Никита Игоревич, кандидат технических наук, заведующий отделом надежности и диагностики АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава»

Н.И. Бенькович

140402, Московская область, г. Коломна, ул. Октябрьской революции, 410.
Тел.: (496) 618-82-18 доб. 11-60; E-mail: benkovich@vnikti.com

Я, Волохов Григорий Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Чуприны Николая Валентиновича, и их дальнейшую обработку.

«10» 10 2024 г.



Г.М. Волохов

Я, Бенькович Никита Игоревич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Чуприны Николая Валентиновича, и их дальнейшую обработку.

«10» 10 2024 г.



Н.И. Бенькович

Дорогие Г.М. Волохов и
Н.И. Бенькович заверю

Начальник ОУП
А.В. Козацкая

подпись



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чуприны Николая Валентиновича
на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя
локомотива с минимизацией тока обмотки статора»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Электропривод переменного тока активно применяется в различных отраслях промышленности, в том числе он используется и на железнодорожном транспорте. Наиболее полно удовлетворить требования, предъявляемые к тяговому электроприводу, позволяет применение в его силовом канале полупроводникового преобразователя энергии (преобразователя частоты). Таким образом, тема диссертационного исследования, направленная на повышение энергетической эффективности тягового электропривода локомотива с синхронным двигателем с постоянными магнитами за счет обеспечения системой прямого управления моментом минимума тока обмотки статора, является актуальной.

К основным результатам работы, отличающимся научной новизной и практической значимостью, можно отнести следующее.

Получена эквивалентная схема замещения, дифференциальные уравнения синхронного двигателя с постоянными магнитами (для различного соотношения индуктивностей по осям d и q). Математическая модель двигателя позволяет учитывать потери мощности в стали статора, влияние температуры обмотки статора, стали статора и постоянных магнитов на переходные и статические характеристики.

Показано, что ток обмотки статора зависит от потокосцепления статора и при изменении значения потокосцепления статора в ненормальных режимах работы можно добиться существенного уменьшения значения тока обмотки статора.

На основании параметров эквивалентной схемы в системе прямого управления моментом были выведены уравнения задания на потокосцепление статора, позволяющие достичь минимум тока для двигателей с магнитной симметрией и несимметрией.

Синтезирована система поиска минимума тока обмотки статора, представлен ее алгоритм работы и структурная схема. Данная система является универсальной для различных двигателей переменного тока.

Практическая реализация положений, представленных в диссертационном исследовании, позволит улучшить энергетическую эффективность подвижного состава, приводимого в движение тяговым электроприводом переменного тока, за счет применения системы прямого управления моментом, которая обеспечивает минимум тока обмотки статора при помощи определения соответствующего значения потокосцепления статора. Использование синхронных двигателей с постоянными магнитами в качестве тяговых также повысит КПД электрической передачи как в зоне постоянства момента, так и в зоне постоянства мощности.

В диссертации применялись современные методы научного исследования, базирующиеся на теоретической электротехнике, электроприводе, теории автоматического управления. Адекватность математических моделей двигателей

и системы прямого управления подтверждена при помощи лабораторной установки, разработанной с участием автора.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. при описании математической модели двигателя не указаны принятые допущения и упрощения;
2. не указаны критерии, по которым выбирались условия компьютерного моделирования при проверке работоспособности разработанных систем.

Указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы, которая является законченным исследованием, имеющим научную новизну и практическую значимость. Данные замечания носят дискуссионный характер и не снижают научно-практической ценности работы.

Считаю, что диссертация Чуприны Н.В. на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя локомотива с минимизацией тока обмотки статора» является законченной научно-квалификационной работой, отличающейся научной новизной и имеющей большое практическое значение. Совокупность полученных соискателем и изложенных в автореферате положений работы и полученных результатов позволяет сделать вывод о соответствии диссертации Чуприны Н.В. требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в части, относящейся к кандидатским диссертациям. Соискатель Чуприна Николай Валентинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Буйносов Александр Петрович,
доктор технических наук, профессор
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация
профессор кафедры «Электрическая тяга»
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
университет путей сообщения»

 А.П. Буйносов

«11» 10 2024 г.

Адрес: 344038, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66;
Телефон: +7 (343) 221-24-70, электронная почта: abuinosov@usurt.ru

Я, Буйносов Александр Петрович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Чуприны Николая Валентиновича, и их дальнейшую обработку.

«11» 10 2024 г.  А.П. Буйносов


Специалист по кадрам  М.А. Кондрашкина

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чуприны Николая Валентиновича
на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного
двигателя локомотива с минимизацией тока обмотки статора»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертации обусловлена преимуществами тягового электропривода переменного тока с синхронными двигателями с постоянными магнитами. Техническая реализация новых и перспективных тяговых электроприводов локомотивов требует исследований, направленных на выбор рациональной структуры электропривода, обеспечивающей минимальные потери мощности в силовом канале (за счет использования синхронных двигателей с постоянными магнитами, системы управления как двигателями, так и автономными инверторами напряжения), определяющей рациональные значения потокосцепления статора, обеспечивающие минимум тока, в зависимости от текущих значений механических параметров двигателя и др.

Автором получены результаты, отличающиеся следующей научной новизной:

- разработана математическая модель синхронного двигателя с постоянными магнитами во вращающейся системе координат синхронно с ротором двигателя. Данная модель позволяет учитывать потери мощности в магнитопроводе статора, насыщение магнитопровода, влияние температуры отдельных узлов двигателя на его электрические и механические параметры;

- показано, что зависимость тока обмотки статора от потокосцепления статора носит экстремальный характер, который проявляется в большей степени для двигателей с магнитной несимметрией ротора;

- получены формулы задания на потокосцепление статора в системе прямого управления моментом (которые зависят от параметров эквивалентной схемы замещения синхронного двигателя с постоянными магнитами), позволяющие получить минимум тока обмотки статора;

- разработана математическая модель системы поиска минимума тока обмотки статора, которая не зависит от структуры ротора.

С практической точки зрения реализация полученных автором диссертации результатов позволит получить энергетически эффективный тяговый электропривод локомотива с системой прямого управления тяговым синхронным двигателем с постоянными магнитами; уменьшить потери мощности во всех режимах работы тягового электропривода за счет вычисления или поиска рационального значения потокосцепления статора.

Теоретические исследования в диссертации проведены с использованием аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и систем, использовались моделирование на базе компьютерных имитационных моделей. Экспериментальные исследования были выполнены на разработанной с участием автора лабораторной установке.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. из автореферата не ясно, было ли учтено перекрестное насыщение (влияние тока по оси d на индуктивность по оси q и наоборот)?

2. алгоритм поисковой системы, обеспечивающей минимум тока обмотки статора, представленный на стр. 17 автореферата, нагляднее представить в математическом виде или в виде блок-схемы (алгоритма), чем описывать его словами.

Данные замечания носят дискуссионный характер и не снижают научно-практической ценности работы.

Диссертация выполнена на достаточно высоком теоретическом уровне, обладает научной новизной и полностью соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленным Положением о присуждении ученых степеней РФ, а ее автор Чуприна Николай Валентинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Брель Виктор Валерьевич,
кандидат технических наук, доцент
05.09.03 – Электротехнические комплексы
и системы, заведующий кафедрой
«Автоматизированный электропривод»
УО «Гомельский государственный технический
университет им. П.О. Сухого»



В.В. Брель

« 14 » октября 2024 г.

Адрес: 246029, Республика Беларусь, г. Гомель, пр-т. Октября, д. 48.

Телефон: (+375 029)377-68-94;

Электронная почта: brel@gstu.by.

Я, Брель Виктор Валерьевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Чуприны Николая Валентиновича, и их дальнейшую обработку.

« 14 » октября 2024 г.



В.В. Брель





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЮЖНО-
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОПРИВОД, МЕХАТРОНИКА И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА»

454080, Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 87, 3бв корпус, ауд. 819, тел (+7-351) 267-93-21

Исх. № 329-33-177 от «28» октября 2024 г.

email: dudkinmm@susu.ru
www.aep.susu.ru

В диссертационный совет по защите докторских и
кандидатских диссертаций Д 40.2.002.11 Субханвердиев К.С.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Чуприна Николая Валентиновича на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя локомотива с минимизацией тока обмотки статора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

Мы положительно оцениваем представленную работу в силу следующих обстоятельств:

- 1) Автором успешно решена задача по минимизации тока статора синхронного двигателя с постоянными магнитами с помощью синтезированной системы поиска минимума тока обмотки статора;
- 2) В реферате в сжатой форме, но очень глубоко и обоснованно представлена актуальность работы и сформулирована ее цель;
- 3) Автор удачно сочетает «высокие» математические приемы современных методов управления электромеханических преобразователей (когда необходимо предоставить особенности реализации и математической системы прямого управления моментом в зависимости от способа коммутации двухуровневого автономного инвертора напряжения). Хорошо отработаны и эффективны практические навыки работы со сложными электротехническими системами (когда необходимо проанализировать энергетические характеристики электропривода с системой прямого управления моментом асинхронного двигателя);
- 4) Реферат написан ясным, литературно грамотным языком;
- 5) В работе удачно выдерживаются пропорции между аналитикой, математическим моделированием и экспериментом.

Дискуссионные положения и замечания

1. В работе проведено лабораторное исследование классической системы прямого управления моментом асинхронного двигателя, однако не проведены исследования над синхронным двигателем с постоянными магнитами. Работа направлена на исследование конкретно этого типа двигателя и полученную синтезированную систему управления нужно апробировать на синхронном двигателе с постоянными магнитами опытным образом.
2. В работе рассматривается моделирование электропривода на частотах вращения $\omega = 0,5\omega_n$ и выше. Проводились ли исследования работы электропривода при низких (ползучих) частотах вращения?
3. В тексте автореферата указывается, что для компьютерного моделирования использованы два синхронных двигателя с постоянными магнитами ($L_{sd} = L_{sq}$ и $L_{sd} < L_{sq}$). Проводились ли исследования, где выявлено более эффективная разница между $L_{sd} < L_{sq}$ при которой достигается максимальное снижение электрических потерь?

Заключение

Представленная работа свидетельствует о серьезном научном потенциале соискателя; диссертация полностью соответствует требованиям ВАК; соискатель Чуприна Николай Валентинович заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

д.т.н., профессор кафедры ЭПММЮУрГУ

Дудкин Максим
Михайлович

Подпись М.М. Дудкина удостоверяю

Нач. службы делопроизводства ЮУрГУ

Н.Е. Циулина



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чуприны Николая Валентиновича
на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя локомотива с минимизацией тока обмотки статора»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

В настоящее время наблюдается активное внедрение и исследование новых типов электрических машин в тяговый электропривод. Это происходит в связи с приближением к пределу возможностей использования традиционных двигателей постоянного тока и асинхронных двигателей по массогабаритным и энергетическим показателям качества. Современные системы управления этими двигателями обеспечивают близкое к максимальному значение КПД преобразования электроэнергии в механическую энергию практически во всем диапазоне изменения моментов сопротивления и частот вращения как в режиме с постоянством максимального момента, так и в режиме с постоянством мощности.

В связи с этим актуальность приобретает исследование электроприводов с синхронными двигателями переменного тока. Применение синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) имеет очевидные преимущества не только перед двигателями постоянного тока, но и асинхронными двигателями. Первые результаты применения СДПМ на тяговом подвижном составе показали, что электроприводы с СДПМ превосходят электроприводы с асинхронными двигателями по КПД, удельной мощности и условиям охлаждения.

Автором получены результаты, отличающиеся следующей научной новизной:

– разработаны математические модели с СДПМ во вращающейся системе координат синхронно с ротором двигателя и систем прямого управления моментом с различными типами коммутации АИН. Математическая модель двигателя учитывает потери мощности в магнитопроводе статора, насыщение магнитопровода статора (в зависимости от типа намагниченности), влияние температуры элементов двигателя на энергетические характеристики;

– представлено, что зависимость тока обмотки статора от потокосцепления статора имеет ярко выраженный минимум, который больше проявляется для двигателей с магнитной несимметрией;

– выведены уравнения задания на потокосцепление статора в системе прямого управления моментом, позволяющие получить минимум тока обмотки статора; разработана математическая модель системы поиска минимума тока обмотки статора, которая не зависит от типа магнитной системы ротора.

С практической точки зрения использование разработанных автором исследования решений позволит получить энергетически эффективный тяговый электропривод локомотива с СДПМ, который обеспечивает минимум тока обмотки статора в системе прямого управления моментом.

Теоретические исследования в диссертации проведены с использованием аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений, применялось компьютерное моделирование. Экспериментальные исследования были выполнены на разработанной с участием автора лабораторной установке.

По автореферату имеются следующие замечания.

1. На стр. 14 автореферата указано, что полученные на лабораторной установке результаты подтверждают адекватность разработанных математических моделей. В автореферате отсутствует информация о погрешности совпадения результатов и об основных характеристиках информационно-измерительной системы.

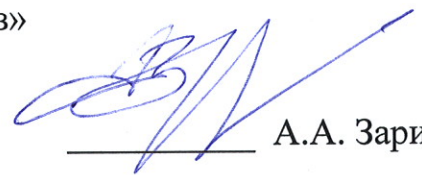
2. Автором рассматривается три варианта реализации систем прямого управления моментом; в заключении указывается, что система поиска минимума тока может быть рекомендована для применения во всех трех вариантах, а система формирования задания по аналитическим выражениям только в системах, содержащих два контура регулирования потокосцепления и момента. Непонятно, есть ли какая разница между этими системами кроме способа коммутации полупроводниковых элементов автономного инвертора напряжения.

Данные замечания носят дискуссионный характер и не снижают научно-практической ценности работы.

Диссертация выполнена на достаточно высоком теоретическом уровне, обладает научной новизной и полностью соответствует критериям, которым

должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленным Положением о присуждении ученых степеней РФ, а ее автор Чуприна Николай Валентинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Зарифьян Александр Александрович,
доктор технических наук (05.22.07 – Подвижной состав
железных дорог, тяга поездов и электрификация),
профессор,
профессор кафедры «Тяговый подвижной состав»
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный
университет путей сообщения»



А.А. Зарифьян

«30» 10 2024 г.

Адрес: 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского стрелкового полка Народного ополчения, д. 2.

Телефон: +7 (863) 272-64-66, e-mail: zarifan_aa@mail.ru.

Я, Зарифьян Александр Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Чуприны Николая Валентиновича, и их дальнейшую обработку.

«30» 10 2024 г.



А.А. Зарифьян

Подпись Зарифьян А.А.

УДОСТОВЕРЯЮ

Начальник управления делами
ФГБОУ ВО РГУПС

«30» октября 2024 г.




Т.М. Канина

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чуприны Николая Валентиновича
на тему «Система прямого управления моментом тягового синхронного двигателя
локомотива с минимизацией тока обмотки статора»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Альтернативным вариантом асинхронному двигателю является синхронный двигатель с постоянными магнитами (СДПМ), который позволяет развивать более высокие моменты, чем асинхронный двигатель, при схожих массогабаритных показателях, что является бесспорным преимуществом при его использовании в качестве тягового двигателя. Первые примеры такого использования СДПМ на тяговом подвижном составе показали его высокую эффективность как при решении основной тяговой задачи, так и при преобразовании электрической энергии в механическую. В связи с этим актуальным становится исследование и синтез систем прямого управления моментом СДПМ, содержащих замкнутые контуры регулирования момента и потокосцепления статора.

Целью диссертации является разработка и исследование системы прямого управления моментом, которая обеспечивает минимум тока обмотки статора синхронных двигателей с постоянными магнитами с различными типами магнитной системы ротора. Для достижения поставленной цели использованы методы теории электропривода, теории автоматического управления и компьютерного моделирования.

Теоретические исследования проведены с использованием аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и систем, применялось моделирование на базе компьютерных имитационных моделей. Экспериментальные исследования проведены на разработанном с участием автора лабораторной установке.

Теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработанной математической модели СДПМ на базе эквивалентной схемы замещения в координатных осях dq , учитывающей потери в стали статора, постоянных магнитах ротора, насыщение магнитной цепи и влияние температуры обмоток статора и магнитов ротора. Приведены статические зависимости тока обмотки статора и суммарных потерь мощности от потокосцепления статора для двух типов магнитной системы ротора СДПМ. Для системы прямого управления моментом синтезирована адаптивная система поиска и поддержания минимального значения тока статора СДПМ, нечувствительная к изменениям параметров эквивалентной схемы замещения. Получены результаты компьютерного моделирования разработанной системы, подтвердившие ее адекватность и работоспособность.

Установлено, что уменьшение потокосцепления статора при снижении нагрузки приводит к значительному уменьшению тока статора и суммарных потерь мощности, причем этот эффект в наибольшей степени проявляется для СДПМ с магнитной несимметрией по осям dq . Установлена незначительная разница в значениях потокосцепления статора, обеспечивающих минимумы тока статора и суммарных потерь мощности. Применение синтезированной системы

управления позволяет изменять потокосцепление статора таким образом, чтобы обеспечить работу СДПМ с минимальным значением тока, работа контуров момента и частоты вращения СДПМ при этом не нарушается и определяется типом и параметрами их регуляторов.

По автореферату имеется ряд замечаний:

1. в автореферате не приведены все параметры двигателя в номинальном режиме работы, что затрудняет интерпретацию результатов моделирования (рис. 5 – 7);

2. введение тестового сигнала треугольной формы в задание на потокосцепление статора неизбежно приведет не только к увеличению времени переходного процесса, но и к увеличению колебаний всех электромагнитных и электромеханических параметров двигателя. В автореферате отсутствует количественное сравнение результатов применения разработанных систем.

Указанные замечания не влияют на положительное впечатление от всего диссертационного исследования в целом.

Совокупность полученных соискателем и изложенных в автореферате положений исследования и полученных результатов позволяет сделать вывод о соответствии диссертации Чуприны Н.В. требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Чуприна Николай Валентинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Мещеряков Виктор Николаевич,
доктор технических наук, профессор,
05.09.03 – Электротехнические комплексы
и системы, заведующий кафедрой
«Автоматизированный электропривод и
робототехника»
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный
технический университет»

 В.Н. Мещеряков

«08» ноября 2024 г.

Адрес: 398055, г. Липецк, ул. Московская, д.30

Телефон: (4727) 32-80-56, электронная почта: mailbox@stu.lipetsk.ru

Я, Мещеряков Виктор Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Чуприны Николая Валентиновича, и их дальнейшую обработку.

«08» ноября 2024 г.



 В.Н. Мещеряков

Подпись удостоверяю
Специалист ОК ЛГТУ 