

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

ФГБОУ ВО ИрГУПС

Чернышевского ул., 15, Иркутск, 664074

Тел.: (3952) 63-83-11, факс (3952) 38-77-46. E-mail: mail@irgups.ru,
<http://www.irgups.ru>

№ _____ на _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Иркутский
государственный университет путей
сообщения», доктор технических
наук, профессор



_____ А. П. Хоменко



_____ 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ИрГУПС) на диссертацию Юрина Валерия Николаевича «Повышение эффективности средств улучшения характеристик изоляции судового электрооборудования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы (технические науки)

1 Актуальность темы диссертационного исследования

К основным целям и задачам, определяющим современную стратегическую политику государства в области морской отрасли, относится повышение безопасности морских перевозок и эффективности деятельности флота.

Достижение поставленных целей и решение задач возможно при наличии технически совершенного и безаварийно работающего судового оборудования. Неоспоримые преимущества использования в судовой энергетике электрической энергии привели к широкому внедрению на судах электрических машин (ЭМ), являющихся основными составными частями электрифицированных механизмов – электроприводов. Суммарное число ЭМ (генераторов и электродвигателей) на одном судне достигает сотни единиц.

Повышение ресурса судового электрооборудования (ЭО), включая ЭМ, имеет большое значение для эффективной работы судовых энергетических установок и эксплуатации судов в целом. Необходимость решения задач, связанных с повышением ресурсов, отражена в государственной программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.12.2010 № 2446-р.

Эксплуатация судового ЭО происходит в сложных условиях, связанных с высокой влажностью, изменениями температур в широких диапазонах, агрессивностью окружающей среды, повышенной вибрацией и др.

В процессе эксплуатации судовых ЭМ, под действием внешних факторов или в результате нештатных ситуаций, как правило, ухудшаются качественные характеристики их электрической изоляции (ЭИ), что приводит к необходимости принятия неотложных и эффективных мер к ее восстановлению. Во многих случаях, важным технологическим процессом (ТП) является удаление из изоляционных слоев влаги.

Для судовых ЭМ на стадии потребления «жизненного цикла» выбор варианта улучшения качественных характеристик их ЭИ определяется техническими возможностями и определенными требованиями к соблюдению ТП. В настоящее время разработаны и широко распространены методики повышения сопротивления ЭИ $R_{из}$ в заводских условиях, сопровождающиеся относительно трудоемкими сопутствующими работами, включающими демонтаж ЭМ, их транспортировку и другие операции. Поскольку ЭМ относятся к основным составным частям судовых электроэнергетических систем, разработанные и реализованные научно-технические мероприятия, направленные на повышение качества их ЭИ в судовых условиях без их демонтажа и большей части сопутствующих работ могут оказать существенное влияние на судовую энергетическую эффективность.

Таким образом, решение актуальной задачи улучшения качества ЭИ ЭМ в судовых условиях становится вынужденной необходимостью и оказывает существенное влияние на технико-экономическое развитие морской отрасли.

2 Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из списка сокращений и условных обозначений, введения, пяти глав, заключения, библиографического списка, включающего 136 наименований. Работа изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 82 рисунка и 14 таблиц.

Во введении отражено современное состояние научных исследований и приведены практические результаты в области оценки состояния и восстановления качественных характеристик ЭИ ЭМ. Обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, изложены сведения о значимости работы. Описаны методы исследований, приведены основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе выполнен анализ опыта технической эксплуатации (ТЭ) ЭО. Установлено, что количество отказов по устройствам управления со-

ставляет ориентировочно 52 %, а по силовому оборудованию – около 48 %. Согласно полученным в результате анализа данным по наиболее массово эксплуатируемым в различных отраслях асинхронным двигателям (АД) (85...95) % отказов происходит из-за повреждения обмоток, (2...5) % – из-за повреждения подшипников. Остальные (3...10) % отказов относятся к прочим. Неисправности АД, связанные с понижением сопротивления ЭИ $R_{из}$ обмоток ниже допустимых норм, составляют до 40 %, с пробоями ЭИ на корпус – около 24 % от общего числа отказов.

При восстановлении ЭИ обмоток ЭМ в ряде случаев представляется целесообразным выполнение ремонтных работ без демонтажа, в частности, ЭМ, имеющих высокие массо-размерные показатели в судовых условиях.

Вторая глава посвящена обзору и анализу технических средств и ТП улучшения качественных характеристик ЭИ ЭМ, позволяющему сделать вывод о том, что для судовых условий к наиболее эффективным и универсальным по технологичности (равномерности нагрева, направлению градиента температуры, качеству, экономичности, электрической безопасности и др.) следует отнести индукционные ТП повышения качества ЭИ обмоток ЭМ, при которых индукторы охватывают одновременно несколько ферромагнитных элементов с различными характеристиками. При этом необходимы исследования распределения тепловых потерь, которые учитываются при расчетах характеристик индукторов. В результате исследований определено, что при соизмеримых массо-размерных показателях шихтованных и сплошных частей магнитопроводов в комбинированных системах большая часть тепловых потерь выделяется в шихтованных частях. С целью оценки потерь в статорах ЭМ при индукционных ТП улучшения качественных характеристик ЭИ необходимы исследования явлений гистерезисов и вихревых токов в шихтованных и сплошных частях магнитопроводов.

В третьей главе рассмотрены вопросы аналитических исследований, направленных на совершенствование ТП улучшения качественных характеристик ЭИ обмоток ЭМ. К приоритетным следует отнести исследования процессов выделения тепловых потерь при циклических перемагничиваниях ферромагнитных сердечников. Исходя из поставленных задач получена динамическая модель статоров ЭМ при действии намагничивающих сил широкого спектра частот и разработана схема моделирования, на основании которых выполнены расчеты и анализ распределения потерь в комбинированных магнитопроводах.

В четвёртой главе приведено описание разработанной и изготовленной экспериментальной установки, позволяющей выполнять научные исследования сложных неоднородных магнитных систем. Представлена физическая модель статора ЭМ. Описаны выполненные экспериментальные исследования процессов в частях магнитопроводов и их совокупности в следствии воздействия намагничивающих сил с различными значениями амплитуд, частот и др. при индукционных ТП. Представлены графические зависимости, полученные по результатам исследований. Разработаны устройства для повышения качества ЭИ обмоток ЭМ, защищенные свидетельством и патентом на полезную модель.

В пятой главе выполнен сравнительный анализ результатов аналитических и экспериментальных исследований, позволяющий сделать вывод об их удовлетворительной сходимости и приемлемой адекватности представленных разработанных моделей реальным объектам и процесса в пределах поставленных задач.

По результатам совокупности выполненных исследований предложена методика ТП улучшения качественных характеристик ЭИ обмоток ЭМ.

Заключение содержит основные результаты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных на основании обобщенного мониторинга эксплуатации, системного анализа, синтеза и сравнительных оценок, направленных на решение задачи повышения качественных характеристик ЭИ обмоток, относящихся к определяющим факторам эффективности ТЭ судовых ЭМ.

3 Основные научные результаты и их новизна

К основным научным результатам диссертационной работы относится следующее:

- обоснована для улучшения качественных характеристик ЭИ судовых ЭМ целесообразность применения индукционных ТП, отличающихся от известных использованием для питания индукторов регулируемых источников несинусоидальных напряжений;

- разработана математическая модель, позволяющая оценивать потери в элементах магнитопроводов, обусловленные спектром гармоник несинусоидальных напряжений;

- разработана методика и алгоритмы, позволяющие обеспечивать приемлемые ТП улучшения качества ЭИ обмоток ЭМ на основе разработанных и изготовленных устройств, защищенных свидетельством и патентом на полезную модель.

4 Практическая ценность результатов диссертационной работы

Заключается в:

- полученных результатах исследований распределения потерь в сложных магнитных системах, дающих основания корректно выбирать схемы расположения индукторов;

- предложенных схемах замещения и компьютерной модели системы «индуктор – статор ЭМ» (И–СЭМ), учитывающих явления гистерезиса на основной гармонической составляющей и вихревых токов на основной и высших гармониках, и позволяющих прогнозировать мощности потерь в элементах статоров ЭМ;

- разработанных устройствах, позволяющих обеспечивать адекватные ТП улучшения качества изоляции ЭМ.

5 Апробация и публикации результатов диссертационной работы

Подтверждена полученными результатами аналитических исследований и физических моделирований, сравнительным анализом, наличием свидетельства и патента на полезную модель, актами внедрения.

Основные результаты диссертационного исследования были представлены и обсуждались на международных, всероссийских и региональных научно-технических конференциях.

Отдельные результаты исследований внедрены в ТП повышения качества ЭИ обмоток ЭМ на судоремонтных предприятиях Дальневосточного региона, используются в научно-исследовательском и учебном процессах Морского государственного университета (МГУ) им. адм. Г.И. Невельского.

Представленная работа в полном объеме докладывалась на кафедрах «Теоретические основы электротехники» и «Электрооборудование и автоматика судов» МГУ им. адм. Г.И. Невельского.

Основное содержание работы отражено в 28 публикациях, включая пять статей в рецензируемых научных журналах перечня высшей аттестационной комиссии (ВАК), монографию, свидетельство и патент на полезную модель.

6 Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Представленный автореферат отражает основные положения диссертационной работы и не превышает рекомендованный для кандидатских диссертаций объем.

7 Замечания по содержанию диссертационной работы

Необходимо обратить внимание на некоторые недостатки в рассматриваемой диссертационной работе:

- из содержания диссертации не представляется возможным определить зависимость эффективности ТП повышения качественных характеристик ЭИ обмоток ЭМ от расположения индукторов;
- неубедительно представлено использование микропроцессорных программируемых измеритель-регуляторов;
- в таблице 4.2 приведено теоретическое распределение амплитуд гармоник при использовании полупроводниковых (нелинейных) регуляторов, однако в действительности гармонический состав намагничивающих сил, создающих тепловые потери, имеет отличия от представленного, обусловленные влияниями нелинейностей и переходных процессов;
- вызывают сомнения утверждения автора о преимуществе использования индукционных ТП по сравнению с токовыми, в частности для улучшения характеристик ЭИ обмоток ЭМ средней мощности при незначительном увлажнении изоляций;
- размеры воздушных зазоров магнитопроводов комбинированных физических моделей и реальных статоров имеют различия, а из содержания работы не понятно, как это учитывалось.

Указанные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку работы, ее научную и практическую ценность, и носят уточняющий, рекомендательный характер.

8 Заключение

Диссертация «Повышение эффективности средств улучшения характеристик изоляции судового электрооборудования» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Полученные на основе проведенных исследований научные результаты имеют существенное теоретическое и практическое значение для судовой энергетики. Актуальность диссертационной работы, научная новизна, практическая значимость, структура, содержание и публикации, включая автореферат, соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, изложенным в Положении о присуждении учёных степеней, утверждённом постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, пунктам 1-5 паспорта научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы (технические науки).

Автор диссертации Юрин Валерий Николаевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы (технические науки).

Отзыв составлен на основании заключения кафедры «Электроподвижной состав» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ИрГУПС) по результатам рассмотрения и обсуждения диссертации на заседании кафедры «23» октября 2017 г., протокол № 3.

Заведующий кафедрой
«Электроподвижной состав»,
доктор технических наук
по специальности 05.09.03 –
Электротехнические
комплексы и системы, доцент

Мельниченко Олег Валерьевич

Доцент кафедры
«Электроподвижной состав»,
кандидат технических наук
по специальности 05.22.07 –
Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация

Дульский Евгений Юрьевич

Подписи О.В. Мельниченко, Е.Ю. Дульского заверяю

Подпись *Мельниченко О.В.*
ЗАВЕРЯЮ: *Дульской Е.Ю.*
Начальник общего отдела ИрГУПС
Подпись *Дульской Е.Ю.*
« 23 » 10 20 17.