

ОТЗЫВ

официального оппонента

Горелова Валерия Павловича

на диссертационную работу Юрина Валерия Николаевича

«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ УЛУЧШЕНИЯ

ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОЛЯЦИИ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по спе-

циальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

(технические науки)

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского» (МГУ им. адм. Г.И.Невельского). Состоит из списка сокращений и условных обозначений, введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 136 наименований, и трёх приложений. Диссертация изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 82 рисунка и 14 таблиц.

Актуальность темы диссертации

Ресурс судового электрооборудования (ЭО) имеет существенное значение для эффективной работы энергетических установок и эксплуатации судов в целом. Долговечность судового ЭО в значительной степени зависит от состояния его электрической изоляции (ЭИ), следовательно, вопросам её эксплуатации и диагностики состояния должно уделяться повышенное внимание. Необходимость решения задач, связанных с повышением ресурсов ЭО, 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.

Основными составными частями ЭО являются электрические машины (ЭМ), потребляющие ориентировочно около 75 % от всей электроэнергии (ЭЭ), вырабатываемой в мире. Не является исключением и флот. Судовые ЭМ (электродвигатели) потребляют до 90 % ЭЭ, вырабатываемой общесудовыми генераторами.

В процессе эксплуатации ЭМ состояние качественных характеристик их ЭИ под действием внешних факторов или в результате критических ситуаций изменяется, это приводит, как правило, к снижению сопротивления изоляции. При восстановлении характеристик изоляции во многих случаях важным технологическим процессом (ТП) является удаление влаги из изоляционных слоёв. Выполненный анализ показывает, что в настоящее время разработаны и широко распространены методики повышения сопротивления изоляции в заводских условиях, использование которых сопровождается трудоёмкими сопутствующими работами, включающими демонтаж и транспортировку ЭМ. Для крупногабаритных машин затраты на выполнение ремонтных работ значительно возрастают.

Таким образом, решение задачи улучшения качества изоляции ЭМ в судовых условиях без их демонтажа представляется актуальным, оказывающим существенное влияние на судовую энергетическую эффективность и технико-экономическое развитие морской отрасли.

Оценка содержания диссертации

Во введении обоснована актуальность темы восстановления качественных характеристик ЭИ обмоток ЭМ на основании выполненных исследований и существующих результатов, 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, который показывает, что количество отказов ЭМ составляет ориентировочно 48 % от общего количества отказов ЭО. Для обеспечения безаварийной и эффективной экс-

плуатации ЭО необходимо уделять большое внимание вопросам диагностики состояния, техническому обслуживанию (ТО), определению и устранению выявленных дефектов. В частности, своевременно выявленные снижения сопротивления изоляции $R_{из}$ обмоток ЭМ и принятые меры к её восстановлению требуют гораздо меньших средств, чем замена обмоток после выхода их из строя.

При восстановлении ЭИ в частности обмоток судовых ЭМ, имеющих высокие массоразмерные показатели, представляется целесообразным выполнение ремонтных работ без демонтажа машин и выполнения значительного объема сопутствующих работ.

Вторая глава посвящена обзору и анализу технических средств улучшения качественных характеристик изоляции ЭМ. В силу специфических условий, при выполнении работ по повышению сопротивления изоляции $R_{из}$ обмоток ЭМ в судовых условиях, возможно применение конвекционных, токовых и индукционных ТП.

Так как при индукционных ТП индукторы охватывают одновременно несколько ферромагнитных элементов с различными характеристиками, проведено исследование распределения тепловых потерь, результаты которых учитываются при расчетах характеристик индукторов. Определено что большая часть тепловых потерь выделяется в шихтованных частях магнитопроводов.

Третья глава посвящена аналитическим исследованиям, направленным на совершенствование ТП и улучшение качественных характеристик ЭИ судовых ЭМ. В соответствии с поставленными задачами, на основе выполненного анализа к приоритетным следует отнести математическое моделирование, включающее схемы замещения из достаточно изученных элементов, отличающиеся от известных их компоновкой и позволяющие выполнять аналитические исследования процессов выделения тепловых потерь при циклических перемагничиваниях ферромагнитных сердечников.

В четвертой главе описаны экспериментальные исследования процессов в пределах поставленных задач. В соответствии с теорией подобия и моделирования фи-

зические модели воспроизводят исследуемые процессы в магнитопроводах ЭМ с целью определения тепловых потерь как в отдельных частях магнитопроводов, так и в их совокупности при воздействии намагничивающих сил с различными значениями амплитуд, частот и др. при индукционных ТП улучшения качественных характеристик ЭИ обмоток ЭМ. На основе аналитических и экспериментальных исследований автором разработано устройство для эффективного повышения качества ЭИ, которое защищено свидетельством и патентом на полезную модель.

В пятой главе выполнен сравнительный анализ результатов аналитических и экспериментальных исследований.

Приемлемая сходимость полученных результатов позволяет сделать вывод об адекватности представленных разработанных моделей исследуемым объектам и процессам в соответствии с поставленными задачами.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационной работе. Показано, что выполненные в диссертации исследования и разработки направлены на решение актуальной научно-технической задачи повышения эффективности ТП улучшения качества изоляции ЭМ за счёт использования предложенной методики индукционного ТП для улучшения характеристик изоляции обмоток ЭМ. Внедрение разработанных и технически реализованных на основе выполненных исследований мероприятий и изделий улучшает технико-экономические показатели судовых ЭМ, комплексно повышающие эффективность ТЭ судового ЭО.

Приложения содержат дополнительные графические материалы и акты внедрения.

Научная новизна проведённых исследований и полученных результатов

1 Обоснована целесообразность применения индукционного ТП повышения качества ЭИ ЭМ, основанного на использовании для питания индуктора регулируемого источника несинусоидального напряжения.

2 Разработана математическая модель, позволяющая оценивать потери, возникающие в элементах магнитопроводов.

3 Разработана методика и алгоритмы, позволяющие на основе разработанных и изготовленных устройств обеспечивать приемлемые ТП улучшения качества ЭИ обмоток ЭМ на основе разработанных и изготовленных устройств.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений,
выводов, рекомендаций и заключений**

Основывается на согласованности научных выводов и результатов экспериментов. Научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертационной работе Юрина В.Н., по мнению оппонента, достаточно обоснованы. В диссертации использованы методы, соответствующие объекту и предмету исследования. Теоретические основы представленных результатов заложены в тех трудах известных отечественных и зарубежных учёных, которые посвящены электрическим машинам и их надежности.

Достоверность подтверждается предлагаемым физическим представлением явлений намагничивания элементов статоров ЭМ и распределения потерь в них, удовлетворительным совпадением результатов, полученных предлагаемым моделированием, с результатами экспериментальных исследований, полученными при физическом моделировании.

Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Теоретическая значимость работы заключается в развитии представления распределения потерь в элементах комбинированных магнитных систем при действии несинусоидальных намагничивающих сил и разделения потерь на вихревые токи и гистерезис.

Практической ценностью работы является обоснование целесообразности применения индукционного метода для повышения эффективности ТП улучшения качества изоляции ЭМ, разработка методики и алгоритмов ТП. Внедрение результатов

диссертации в практику восстановления характеристик изоляции ЭМ в судовых условиях обеспечивает решение важной научно-технической задачи, имеющей существенное значение для судовой электроэнергетики.

Полученные результаты научного исследования рекомендованы к использованию и внедрены на судоремонтных предприятиях «Балхаш-Электра», «Владивостокское электромеханическое ремонтное предприятие», «Корвет-ДВ», СК «Первомайское» г. Владивостока, используются в научных исследованиях и учебном процессе Морского государственного университета (МГУ) им. Г.И. Невельского.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Полученные соискателем результаты соответствуют пунктам паспорта научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» (технические науки):

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 Обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем.

3 Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления.

4 Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях.

5 Разработка безопасной и эффективной эксплуатации, утилизации и ликвидации электротехнических комплексов и систем после выработки ими положенного ресурса.

Публикации

Список основных работ по теме диссертации содержит 28 наименований, в том числе 5 статей в рецензируемых научных журналах и изданиях перечня Высшей аттестационной комиссии (ВАК) РФ, одна монография, свидетельство на полезную модель и патент на полезную модель.

Замечания по диссертационной работе

1 В главе 1 диссертации случаются повторения известных внешних факторов, влияющих на технические характеристики ЭИ.

2 При моделировании шихтованных частей магнитопроводов отмечается, что потери на вихревые токи можно оценивать аналогично оценке потерь в массивных станинах, что представляется не достаточно корректным.

3 В описании экспериментальной установки для исследований электромагнитных процессов в физических моделях (п. 4.2) указан микропроцессорный программируемый измеритель–регулятор, который в большей степени необходим для исследования тепловых процессов и контроля температур.

4 Использование для полупроводниковых регуляторов тиристорной элементной базы не достаточно обосновано

5 В тексте работы отсутствуют необходимые сведения о запатентованных устройствах.

Указанные замечания носят преимущественно рекомендательный для дальнейших исследований характер и не изменяют общее положительное впечатление о научных положениях и рекомендациях, предложенных в диссертации.

Общая характеристика и оценка диссертационной работы

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, связанную с решением актуальной задачи повышения эффективности средств улучшения характеристик изоляции судового ЭО в судовых условиях.

Выносимые на защиту результаты выполненных исследований прошли достаточную апробацию. Их внедрение оказывает существенное влияние на технико-экономическое развитие морской отрасли.

Автореферат диссертации полностью отражает содержание диссертации.

Учитывая актуальность выполненного исследования, его научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что представленная диссертационная работа «Повышение эффективности средств улучшения характеристик изоляции судового электрооборудования» отвечает критериям (9–11), которые изложены в Положении о присуждении учёных степеней, утверждённом постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, Юрин Валерий Николаевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,

профессор кафедры «Электроэнергетические системы и электротехника»,

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Сибирский государственный университет водного транспорта»



Горелов Валерий

Павлович

30 октября 2017 г.

630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33,

тел. 8 (383) 222-64-68; e-mail: nsawt_ese@mail.ru

Подпись *Гаврилова Е.Ю.* заверяю
документовед Гаврилова Е.Ю.