



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Брянский государственный
технический университет»
(БГТУ)**

бульвар 50 лет Октября, 7, Брянск, 241035

Тел./факс: (4832) 56-09-05 / 56-29-39

E-mail: rector@tu-bryansk.ru

19.01.24 № 07-17-17-5

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Брянский
государственный технический
университет»



О Т З Ы В

ведущей организации федерального государственного бюджетного общеобразовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет» (БГТУ) на диссертацию Куренкова Алексея Семеновича «Комплексные изменения конструкции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин тяговых электроприводов электровозов переменного тока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки)

Актуальность диссертационной работы

Асинхронные вспомогательные машины с короткозамкнутым ротором типа АНЭ225 электровозов ВЛ85 и НВА55 электровозов 2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К применяются в электроприводах компрессоров и вентиляторов. Эти электрические машины получают питание от системы преобразования однофазного напряжения в трехфазное с использованием вращающихся и конденсаторных расцепителей фаз. На асинхронные вспомогательные машины электровозов, работающих на Восточном полигоне, приходится более двенадцати процентов всех отказов. Кроме того, наблюдается рост числа отказов во времени. Опыт эксплуатации показывает, что снижение безотказности вызвано перегревом статорных обмоток, роторов и подшипников. Безотказность асинхронных вспомогательных машин типа АНЭ225 и НВА55 ниже, чем ранее выпущенных типа АЭ92-4 электровозов ВЛ80. Таким образом, определение состояния асинхронных вспомогательных машин АНЭ225 и НВА55 с разработкой рекомендаций по комплексному изменению их конструкции и обслуживания в целях обеспечения необходимого уровня безотказности является актуальной задачей.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Куренкова Алексея Семеновича выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта РУТ(МИИТ)» на кафедре «Тяговый подвижной состав» и посвящена актуальной проблеме – обоснованию технических решений комплексных изменений конструкции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин тяговых электроприводов электровозов переменного тока.

Диссертация включает в себя введение, четыре раздела, заключение с изложением основных результатов и выводов, трех приложений и библиографический список из 86 наименований. Общий объем диссертации составляет 174 страницы основного текста, включая 67 рисунков, 7 таблиц.

Во введении обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, определяются цель и задачи, определена научная новизна диссертационного исследования, сформулирована его теоретическая и практическая значимость, изложены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о достоверности и апробации результатов исследования.

В первом разделе выполнен анализ безотказности асинхронных вспомогательных машин электровозов Восточного полигона. Установлено существенное различие между отказами основных узлов промышленных асинхронных машин и асинхронных машин привода вспомогательных агрегатов электровозов переменного тока. Выявлено, что безотказность асинхронных вспомогательных машин типа АЭ92-4 электровозов ВЛ80, имеющих защищенную конструкцию корпуса, аксиальную вентиляцию с отверстиями в листах ротора, существенно выше безотказности асинхронных вспомогательных машин типа АНЭ225 электровозов ВЛ85 и НВА55 электровозов 2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К, масса и габариты которых идентичны аналогичным параметрам асинхронных вспомогательных машин АЭ92-4. В электровозах ВЛ80 используются вращающиеся расщепители фаз НБ455А, обеспечивающие меньшую несимметрию фазного напряжения и тока асинхронных вспомогательных машин, в сравнении с расщепителями фаз АНЭ225 электровозов ВЛ85. С наибольшей несимметрией питающего напряжения без вращающегося расщепителя фаз с применением конденсаторного пуска и конденсаторным симметрированием напряжения работают асинхронные вспомогательные машины НВА55 электровозов 2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К. Для обеспечения надёжного пуска асинхронных вспомогательных машин с 2009 года на электровозах установлены фазорасщепители НВА55 без нагрузки на валу. За десять лет эксплуатации безотказность асинхронных вспомогательных машин АНЭ225 электровозов ВЛ85 снизилась в три раза.

Во втором разделе проанализирована конструкция асинхронных вспомогательных машин АНЭ225. Выявлена несимметричность конструкции радиальной вентиляции относительно вертикальной оси двигателя, приводящая к различию аэродинамических сопротивлений воздухопроводов левого и правого вентиляторов. Рассчитаны аэродинамические сопротивления вентиляторов левого и правого. Полное аэродинамическое сопротивление $Z_{\Sigma} = 353$. Автором проведён расчёт асинхронной вспомогательной машины с несимметричной конструкцией радиальной вентиляции при выходной мощности двигателя 38,7 кВт, близкой к мощности 39 кВт, превышение которой приводит к недопустимому перегреву двигателя. Результаты анализа конструкций радиальной вентиляции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин электровозов переменного тока, а также общепромышленных асинхронных машин мощностью 26-55 кВт, проведённого соискателем, показали, что для обеспечения необходимого охлаждения асинхронных вспомогательных машин АНЭ225 и НВА55 с несимметричной конструкцией радиальной вентиляции необходимо уменьшить полное аэродинамическое сопротивление с 353 до 189. Для этого необходимо, по мнению соискателя, симметризовать конструкцию двигателя относительно вертикальной оси, выровнять и уменьшить аэродинамическое сопротивление воздухопроводов левого и правого вентиляторов, увеличить длину корпуса асинхронной вспомогательной машины при сохранении электромагнитной системы двигателя и расстояния между подшипниковыми узлами, увеличить площадь сечения выхода воздуха из двигателя, длину и ширину вентиляционных лопаток, изменить конструкцию подшипниковых узлов с увеличением объема камер для смазки и соответственно увеличением количества смазки. Автор предлагает ввести отверстия для выхода отработанной смазки, перенести маслопроводы для подачи и выхода смазки на корпуса подшипников, применить смазку подшипников с низкой испаряемостью и повышенной вязкостью при низкой температуре воздуха. Предлагается также ввести непрерывный контроль температуры подшипников, роторов, статорных обмоток асинхронных вспомогательных машин.

Проведённый автором диссертации анализ статистических данных об отказах асинхронных вспомогательных машин АНЭ225 электровозов ВЛ85 и НВА55 электровозов 2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К показал, что наибольший параметр отказов наблюдается у приводных двигателей компрессоров. Наибольшее повышение температуры статорных обмоток имеет место при затяжных пусках компрессоров из-за снижения напряжения контактной сети ниже допустимого значения, повышенного момента сопротивления в зимний период эксплуатации, повреждения симметрирующих конденсаторов. Отмечено, что время пуска компрессоров после длительного отстоя электровоза в зимний период времени существенно возрастает. Установлено, что с увеличением времени пуска компрессоров значительно возрастает температура всех узлов асинхронных вспомогательных машин. Это приводит к выплавлению алюминиевых обмоток роторов, что подтверждается анализом отказов асинхронных вспомогательных машин электровозов северного направления Восточного полигона.

В третьем разделе диссертации на основании статистических данных об отказах АВМ АНЭ225 электровозов Восточного полигона установлена применимость марковских цепей для формирования модели функционирования асинхронной вспомогательной машины. Разработана семиэлементная модель функционирования асинхронной вспомогательной машины, включающая «электрическое питание», «электрические цепи», «статор», ротор», «вал», «подшипниковый узел», «среда».

В системе «Асинхронная вспомогательная машина» имеет место последовательное соединение семи элементов. Снижение надежности одного элемента приводит к снижению надежности всей системы. Соискателем выполнен расчет характеристик надежности функционирования системы «Асинхронная вспомогательная машина». Анализ полученных данных показывает, что определяющее влияние на надежность системы оказывают элементы: «подшипниковый узел» - 33,9 %; «статор» - 21,8 %; «ротор» - 17,9 % отказов системы.

Автором рассмотрены зависимости изменения относительных параметров потоков отказов АВМ НВА55 электровозов 2ЭС5К, 3ЭС5К депо Хабаровск, эксплуатируемых на направлении Карымская-Находка (Владивосток) и депо Вихоревка, работающих на направлении Тайшет-Таксимо Восточного полигона от среднемесячной температуры воздуха в 2016 году. Установлено, что в летний период относительный параметр потока отказов асинхронных вспомогательных машин электровозов депо Вихоревка превышает аналогичный параметр безотказности асинхронных вспомогательных машин электровозов депо Хабаровск в 2,45 раза, в то время, как в зимний период он увеличивается в 9,1 раза. Проведено также сравнительное исследование безотказности асинхронных машин АЭ92-4 привода вспомогательных агрегатов электровозов ВЛ80Р депо Боготол и АНЭ225 электровозов ВЛ85 депо Нижнеудинск при равных температурных условиях. Оба парка электровозов работали в грузовом движении. Установлено, что параметры статоров, роторов и подшипниковых узлов вспомогательных машин АНЭ225 электровозов ВЛ85, соответственно, в 4,2; 6,1 и 9,6 раз превышают аналогичные показатели машин АЭ92-4 электровозов ВЛ80Р.

Выявлены причины, приводящие к ухудшению параметров безотказности.

В четвертом разделе автор приводит рекомендации по комплексным изменениям конструкции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин:

- Выравнивание и уменьшение аэродинамического сопротивления двигателя, увеличение размеров вентиляционных лопаток вентиляторов.
- Увеличение объёмов подшипниковых камер для соответствующего увеличения количества смазки, установка маслопроводов для заправки смазки и её удаления, обеспечивая тем самым обновление смазки без разборки асинхронного двигателя и контроль наличия смазки.
- Непрерывный контроль температуры статорных обмоток, роторов, подшипников асинхронных вспомогательных машин с применением специального разработанного устройства.

- Периодическое определение мощности асинхронных вспомогательных машин и интенсивности их охлаждения.

- Введение в эксплуатацию предложенного алгоритма включения разгрузочных клапанов приводов высокоскоростных тормозных компрессоров электровозов.

- Уменьшение момента сопротивления вращению валов компрессоров путём подогрева масла в картере компрессора при длительном отстое электровозов в зимний период времени с применением ленточных нагревательных кабелей.

- Контроль увлажнённости и степени износа изоляции статорных обмоток асинхронных вспомогательных машин с применением предложенного комплекса специальных устройств

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки)

Содержание диссертации Куренкова Алексея Семёновича соответствует заявленной научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки). Разделы диссертаций соответствуют области исследований паспорта специальности по следующим пунктам:

-п.1 «Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава и систем тягового электроснабжения, повышение их эксплуатационной надежности и работоспособности. Системы электроснабжения железных дорог, промышленного железнодорожного транспорта, рельсового городского транспорта и метрополитенов. Методы и средства снижения энергетических потерь, обеспечения энергетической безопасности тяги поездов и электроснабжения железных дорог.»

-п.2 «Системы и технологии эксплуатации, технического обслуживания, ремонта подвижного состава и устройств электроснабжения. Оборудование для экипировки подвижного состава, ремонта и обслуживания устройств тягового электроснабжения. Управление жизненным циклом локомотивов, вагонов и технических средств систем электроснабжения. Развитие парков локомотивов и вагонов, рельсового городского транспорта и метрополитена.»

-п. 4 «Совершенствование подвижного состава, включая тяговый привод и энергетические установки автономных локомотивов; тяговых и трансформаторных подстанций, тяговых сетей, включая накопители энергии, преобразователи, аппараты устройства защиты тягового электроснабжения. Улучшение эксплуатационных показателей подвижного состава и устройств электроснабжения, канализации обратного тягового тока»

Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Содержание автореферата соответствует теме диссертации. В автореферате отражены основные положения и выводы диссертации, приведены выводы и результаты исследований.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность результатов диссертационной работы обоснована экспериментально, теоретически и подтверждается сходимостью данных расчетов с результатами экспериментальных исследований полученных ранее ведущими учеными и специалистами.

К наиболее важным результатам диссертации Куренкова Алексея Семёновича, обладающих научной новизной, можно отнести:

- математическую модель функционирования асинхронных вспомогательных машин электровозов переменного тока, которая позволяет установить взаимосвязи между элементами системы «асинхронная вспомогательная машина», влияние каждого элемента на надежность системы, определить наиболее «слабые» элементы;

- выявлено, что из-за образования обратного потока воздуха, снижающего производительность вентиляции на $1/3$, вследствие двухкратного различия аэродинамических сопротивлений воздухопроводов левой и правой сторон электрических машин АНЭ225 и НВА55 температура подшипников, статора и ротора нередко превышает расчетную. Температура этих же узлов электрических машин АЭ92-4 при включенных расщепителях фаз ниже расчетной во всех режимах работы.

Теоретическая и практическая ценность работы

Теоретическая и практическая ценность работы заключается в том, что в ней обоснованы необходимые характеристики конструкции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин, позволяющие обеспечить необходимую безотказность перспективных электроприводов электровозов переменного тока.

Перспективы дальнейшей разработки

Перспективой дальнейшей разработки темы является: усовершенствование конструкции подшипникового узла - увеличение объема подшипниковой камеры для размещения повышенного количества смазки, размещение маслопроводов для заправки и удаления отработанной смазки на корпусе подшипника; усовершенствование конструкции вентиляции, что обеспечит снижение температуры узлов асинхронных вспомогательных машин во всех режимах работы; статистический анализ безотказности тяговых двигателей электровозов железных дорог Восточного полигона и разработка системы обеспечения безотказности тяговых двигателей путём прогрева их подачей тока на главные полюсы от выпрямительных установок возбуждения при длительном отстое электровозов в зимний период эксплуатации.

Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертационная работа Куренкова Алексея Семеновича «Комплексные изменения конструкции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин тяговых электроприводов электровозов переменного тока», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), соответствует критериям установленным «Положением о присуждении ученых степеней», в том числе :

- п. 10, диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных научных результатов и рекомендаций по использованию выводов;

- п. 11, основные результаты диссертации достаточно полно отражены в рецензируемых научных журналах;

- п. 14, в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также на результаты научных работ, выполненных лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

К достоинства диссертационного исследования стоит отнести актуальность темы, научную новизну и практическую значимость. Автором грамотно и последовательно изложены новые научные и обоснованные технические решения и разработки, посвященные актуальной задаче разработки технических решений комплексных изменений конструкции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин тяговых электроприводов электровозов переменного тока.

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

- в диссертационной работе не приведены данные о текучести смазок ЦИАТИМ 221 и БУКСОЛ при повышенной температуре и потере вязкости при низкой температуре;

- не приведены данные о рациональном времени пуска без противодействия двигателя НВА55 привода компрессора;

- отсутствуют данные о рациональном времени пуска без противодействия двигателя НВА55С, с медной обмоткой ротора, привода компрессора;

- не приведены данные о рациональном времени пуска без противодействия двигателя НВА55С с безредукторным приводом высокоскоростного компрессора;

- в работе, несмотря на общее высокое качество оформления, имеются опечатки и неточности.

Отмеченные недостатки несколько снижают полноту исследований, но не оказывают существенного влияния на главные научные и прикладные результаты диссертационной работы, а представляют собой предложение к проведению дискуссии на обсуждаемую тему.

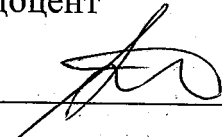
Заключение

Диссертация Куренкова Алексея Семеновича «Комплексные изменения конструкции и обслуживания асинхронных вспомогательных машин тяговых электроприводов электровозов переменного тока» на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены технические решения, обеспечивающие необходимую безотказность асинхронных вспомогательных машин электровозов переменного тока Восточного полигона Российских железных дорог. Диссертационная работа выполнена самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о вкладе автора в науку. В диссертации имеются ссылки на работы других авторов, источники заимствования материалов и отдельные результаты, а также на научные работы, выполненные в соавторстве. Таким образом диссертация Куренкова Алексея Семеновича соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842 (в редакции от 01 ноября 2018 года с изменениями от 26 мая 2020 года), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

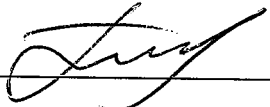
Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры «Подвижной состав железных дорог» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», протокол № 5 от «17» января 2024 г.

Заключение составлено:

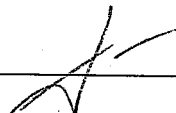
Директор Учебно-научного института Транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент


_____ Антипин Дмитрий Яковлевич

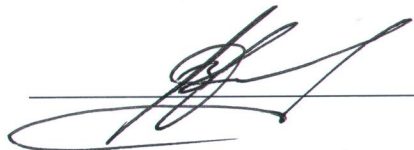
Заведующий кафедрой «Подвижной состав железных дорог» Учебно-научного института транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент


_____ Лагутина Анжела Алексеевна

Профессор кафедры «Подвижной состав железных дорог» Учебно-научного института транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор


_____ Болдырев Алексей Петрович

Я, Сканцев Виталий Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Куренкова Алексея Семеновича, и их дальнейшую обработку.



Сканцев Виталий Михайлович

Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации на диссертацию: Сканцев Виталий Михайлович, кандидат технических наук, доцент, научные специальности, по которым защищена диссертация: 05.02.01 – «Материаловедение (машиностроение)», 05.02.04 – «Трение и износ в машинах».

