

В диссертационный совет Д 218.004.03
на базе Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Иркутский государственный
университет путей сообщения»

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Бельского Игоря Олеговича на тему «Разработка методов и средств диагностики асинхронных электродвигателей по параметрам внешнего магнитного поля», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (транспорт)».

Актуальность темы исследования

В условиях современных тенденций ресурсосбережения и оптимизации производственных процессов ужесточаются требования к надёжности и экономической эффективности при эксплуатации механизмов и устройств, входящих в состав транспортного оборудования. Поэтому развитие методов диагностики асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором играет важную роль в задачах обеспечения их безотказной работы.

Разработка новых методов диагностики асинхронных электродвигателей, позволяющих обнаруживать неисправности на раннем этапе развития, даёт возможность сократить время простоя оборудования из-за внеплановых ремонтов, в связи с выходом электропривода из строя, а также снизить себестоимость выпускаемой продукции. Использование комплексных методов контроля, основанных на анализе нескольких источников диагностических параметров, позволяет более точно определять текущее техническое состояние асинхронной машины и проводить оценку опасности дефекта для его дальнейшей эксплуатации.

В свою очередь, разработка современных методов контроля технического состояния асинхронного привода, с использованием новых источников диагностических параметров, требует разработки математических моделей, отражающих процессы, происходящие при развитии дефектов, а также устройств регистрации диагностических данных,

реализации методик сбора и обработки полученных результатов.

Для осуществления функций контроля технического состояния электродвигателей транспортного машинного оборудования требуется разработка систем управления на основе совокупности контролируемых характеристик объекта. Перспективным является применение системного подхода к управлению техническим состоянием оборудования. При этом осуществляется анализ информации о техническом состоянии объекта управления с учётом различных факторов, на основании анализа которой вырабатываются управляющие воздействия.

В связи с этим актуальной является задача разработки комплексных методов диагностики технического состояния асинхронных электродвигателей, как важных элементов транспортного оборудования, на основе новых диагностических параметров, обладающих высокой достоверностью диагностических данных, с использованием системного подхода.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленная к защите диссертация направлена на повышение эффективности управления техническим состоянием транспортных объектов на основе разработки методов диагностики асинхронных электродвигателей за счёт обработки информации, полученной от новых источников диагностической информации.

Проведённый соискателем анализ литературных источников, дал возможность построить классификацию существующих методов контроля технического состояния асинхронных электродвигателей, позволивший выявить их основные достоинства и недостатки.

Разработанные математические модели и проведённое конечно-элементное моделирование асинхронного электродвигателя при наличии неисправностей позволили установить причинно-следственные связи между степенью развития неисправности и диагностическими признаками, более детально рассмотреть, как механические, так и электрические процессы, происходящие при зарождении дефектов.

Основные научные положения, выносимые на защиту, в полной мере отражают полученные результаты диссертационного исследования и обоснованы использованием корректного математического аппарата, методов

исследований, современного программного и аппаратного обеспечения.

Выводы диссертационной работы в полной мере отражают результаты, полученные соискателем при теоретических и экспериментальных исследованиях.

Достоверность и новизна научных результатов

Степень достоверности полученных в диссертационной работе результатов и выводов обеспечивается воспроизводимостью результатов экспериментальных исследований, удовлетворительной сходимостью результатов математического и конечно-элементного моделирования с полученными экспериментальными данными.

Экспериментальные исследования выполнены с использованием современного измерительного оборудования, обработка экспериментальных данных проводилась в современных программных пакетах.

Предложен системный подход к разработке структуры многоканальной модульной системы диагностики по параметрам внешнего магнитного поля и колебаниям угловой скорости вращения ротора, изготовлен и прошёл успешные испытания опытный образец данного прибора.

Новизна полученных научных результатов достигается благодаря использованию комплексных методов диагностики, при совместном анализе диагностической информации, поступающей с датчиков магнитного поля и угловой скорости вращения ротора. Данный подход позволяет повысить точность определения вида дефекта и степени его развития. Способ многоканальной диагностики асинхронных электродвигателей по параметрам распределения внешнего магнитного поля запатентован. В диссертации имеется соответствующее свидетельство.

В работе решены задачи разработки методов и средств диагностики технического состояния асинхронных электродвигателей, имеющие научную новизну.

Теоретическая и практическая ценность работы

Теоретическая и практическая ценность исследования состоит в разработке математических и конечно-элементных моделей асинхронных электродвигателей при наличии дефектов стержней ротора и несимметрии фазных токов с целью повышения достоверности их идентификации.

Теоретическую ценность работы представляют диагностические признаки неисправностей, выявленные при математическом и конечно-элементном моделировании, которые позволят выводить асинхронный привод в ремонт до наступления отказов, тем самым снизить расходы на их ремонт и эксплуатацию.

Особую практическую значимость, с точки зрения эксплуатации, имеет выявленный при конечно-элементном моделировании предельный уровень развития дефектов, что позволит своевременно выводить асинхронный привод в ремонт, тем самым осуществлять управление эксплуатацией.

Соискателем осуществлено проектирование, на основе системного подхода, и разработка многоканальной системы, позволяющей осуществлять диагностику асинхронных электродвигателей различной мощности и частоты вращения ротора. Проведены успешные испытания опытного образца данного прибора, позволившие выявить дефект обрыва стержней беличьей клетки ротора и обнаружить несимметрию подводимого фазного тока при диагностике асинхронных вспомогательных машин электровозов в локомотивном ремонтном депо. В диссертации имеется соответствующий акт.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация Бельского И.О. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача, важность которой обусловлена повышением требований к надёжности и экономической эффективности при эксплуатации асинхронных машин транспортных объектов.

В первой главе построена классификация существующих на данный момент методов диагностики технического состояния асинхронных электродвигателей на основе произведённого литературного обзора. Рассмотрено применение системного подхода к проектированию многоканальной модульной системе диагностики асинхронных машин. Приведён механизм управления техническим состоянием асинхронных электродвигателей в как элементов сложных технических систем на примере обобщённой схемы. Рассмотрены аспекты управления ремонтами оборудования по фактическому состоянию, проведена их сравнительная характеристика с другими подходами. Рассмотрены источники возникновения магнитных полей в асинхронных электродвигателях, в том

числе и внешних магнитных полей. Проведённый литературный обзор существующих методик измерения и устройств регистрации магнитных полей позволил выявить их сильные и слабые стороны.

Во второй главе приведены результаты математического моделирования асинхронных электродвигателей при наличии дефектов короткозамкнутой обмотки ротора и несимметрии фазных токов. При построении математических моделей вводились допущения, поэтому для уточнения результатов моделирования была создана конечно-элементная модель, представленная в главе 3.

В третьей главе на основе проведённого конечно-элементного моделирования асинхронного электродвигателя в плоскопараллельной постановке, получены основные механические и электрические характеристики, описывающие изменение параметров электродвигателя при возникновении распространённых дефектов короткозамкнутой обмотки ротора и несимметрии фазных токов в обмотках статора.

В четвертой главе представлены результаты разработки, на основе представленного в главе 1 системного подхода к проектированию, многоканальной системы диагностики асинхронных электродвигателей по параметрам внешнего магнитного поля и колебаниям скорости вращения ротора. Описаны результаты испытаний данной системы, позволившие выявить дефекты короткозамкнутой обмотки ротора и определить уровень несимметрии фазного тока.

В заключении приведены основные выводы и обобщены результаты, полученные при выполнении диссертационного исследования.

В приложениях приводятся данные, использованные при создании конечно-элементной модели, акт внедрения результатов НИОКР, патент на изобретение.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Схемы, рисунки, графики информативно иллюстрируют результаты исследования, облегчают их восприятие и понимание. Представленные в тексте таблицы помогают систематизировать полученные результаты, делают их более наглядными. Следует отметить высокое качество графической части и рисунков, представленных в диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Текст диссертации и автореферата оформлен по ГОСТ Р 7.0.11-2011, а также в соответствии с требованиями ВАК. Материал диссертации изложен грамотно. Рисунки, графики и схемы информативно иллюстрируют результаты исследования, помогают их восприятию и пониманию.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат, объёмом в один печатный лист, достаточно полно отражает основные идеи, положения и содержание диссертации. Выводы, приведённые в тексте автореферата, показывают основные научные положения и результаты исследования. В тексте автореферата представлен список научных работ, опубликованный по теме диссертации.

Структура и стиль изложения диссертации позволяет объективно оценить личный вклад соискателя в полученные результаты исследований.

Замечания к диссертационной работе

1. В теоретической части работы, при разработке математических и конечно-элементных моделей исследуется зависимость угловой скорости вращения ротора от развития дефектов асинхронного электродвигателя. В практической части измерение УСВР осуществлено только для случая испытаний на лабораторном стенде. При диагностике вспомогательных машин электровозов, результатов измерения угловой скорости вращения ротора не представлено.

2. Соискателем установлен критический уровень развития дефекта «обрыв стержней ротора», при котором асинхронный электродвигатель перестает работать в номинальном режиме. Для осуществления управления техническим состоянием технических объектов необходима разработка оценочных критериев степени развития неисправностей асинхронных электродвигателей в виде задания порогов, например: «возможна дальнейшая эксплуатация», «требует принятия мер» и «эксплуатация недопустима».

3. Для осуществления управления техническим состоянием асинхронных электродвигателей необходима разработка алгоритмов диагностики дефектов и реализация на его основе программного обеспечения.

Заключение

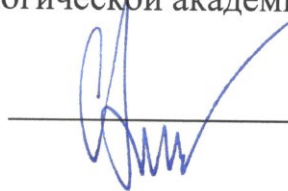
Диссертация Бельского И.О. на соискание учёной степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной задачи, имеющей существенное значение для повышения эффективности управления техническим состоянием асинхронных электродвигателей транспортных объектов.

В целом диссертационная работа Бельского Игоря Олеговича отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации».

Официальный оппонент,
Эльхутов Сергей Николаевич,
кандидат технических наук,
05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»,
665835, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, д. 60,
телефон: +7 (3955) 512-215, e-mail: pe@angtu.ru,

Заведующий кафедрой «Промышленная электроника и информационно-измерительная техника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ангарский государственный технический университет»,
член-корреспондент Российской метрологической академии

27.11.2020



С.Н. Эльхутов

Проректор по научной работе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ангарский государственный технический университет»,



А.В. Бальчугов