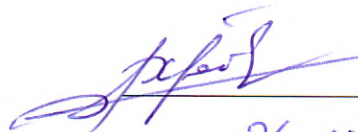




УТВЕРЖДАЮ

Проректор по программам развития
ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева»,

к.т.н., доцент

 Хробостов А.Е.

«26» июля 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» на диссертацию Романовой Виктории Викторовны **«Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса»**, представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы диссертации

Качество электрической энергии (КЭЭ), связанное с несимметрией напряжений, одна из актуальных проблем в электрических сетях России. Отличительной особенностью Забайкальской электроэнергетической системы (ЭЭС) является наличие несимметричных режимов работы электрических сетей, возникающих в результате электромагнитной несовместимости системы тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог переменного тока с другой частью электроэнергетической системы региона. Экспериментальные исследования показали, что несимметрия напряжений имеет достаточно высокий уровень, преобладает как постоянно действующий фактор при работе электрических сетей Забайкальского края. Указанная ситуация, способствует повышению количества рисков технологических отказов, и главным образом, требует адаптивности эксплуатируемого электрооборудования.

Как известно, эффективное функционирование электротехнических комплексов (ЭТК) промышленных предприятий зависит от безаварийной работы отдельных его элементов, в частности асинхронных электродвигателей (АД). Исследования низковольтных асинхронных электродвигателей, работающих на предприятиях Забайкальского края, показывают, что высокая аварийность электродвигателей связана с условиями эксплуатации. Систематизация причин отказов АД позволяет судить о том, что большая часть отказов происходит вследствие некачественного питающего напряжения, при этом вероятность выхода из строя по причине такого типа отказа оценивается в 50% от всех возможных вариантов поломок. Стоит заметить, что экономический ущерб от поломок, потенциально связанный с низким КЭЭ, помимо затрат на восстановление оборудования, включает в себя ущерб от многочисленных остановок производственного процесса предприятия и упущенной прибыли.

Комплексное решение обозначенной проблемы невозможно без совершенствования методов, ориентированных на оценку и увеличение срока службы АД, их эффективной реализации с использованием программного обеспечения, учитывающих эксплуатационные режимы работы асинхронных электродвигателей.

Исследования в области разработки и внедрения методов оценки срока службы АД, главным образом, направлены на улучшение эффективности и технико-экономических показателей работы ЭТК, посредством обеспечения безаварийной работы АД в условиях совместного воздействия эксплуатационных факторов. Данные исследования являются востребованными инновационными решениями, основанными на интегрированной информации различных методов исследования. Сказанное выше определяет актуальность проблемы и основных направлений данной работы.

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы (149 наименований) и приложений (20 страниц). Общий объём работы составляет 179 страниц, содержит 47 рисунков и 23 таблицы.

Анализ содержания диссертации

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и решаемые задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные научные положения, выносимые на защиту, представлена структура работы.

В первой главе выполнен анализ фактического состояния несимметрии напряжений в электрических сетях Забайкальского края. Установлено, что несимметрия напряжений в электрических сетях 0,4; 6; 35 кВ региона преобладает как постоянно действующий фактор, K_{2U} в 2 – 3 раза превышает регламентируемое ГОСТ 32144 – 2013 значение.

Проведённые исследования характеризуют недопустимый уровень K_{2U} , снижающий эффективность функционирования электрооборудования электрических сетей.

Многолетний опыт эксплуатации АД на предприятиях Забайкальского края, показывает их высокую повреждаемость, которая ежегодно достигает 45% и более от общего числа повреждений электрооборудования. С целью оценки наиболее характерных причин отказов АД проведены энергетические обследования (энергоаудит) промышленных предприятий Забайкальского края. Проанализированы материалы актов расследования повреждаемости, полученные в реальных условиях эксплуатации АД серии 4А, АИ в диапазоне мощностей от 5,5 кВт до 160 кВт, частотой вращения от 750 до 3000 об/мин.

Согласно проведённым исследованиям и их анализу высокая аварийность электродвигателей обусловлена особенностями их эксплуатации. При этом следует отметить, что доминирующим фактором

отказов электродвигателей является повреждение изоляции обмоток статора, вследствие низкого качества питающего напряжения.

Показана целесообразность совершенствования методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса, направленных на улучшение эффективности и технико-экономических показателей работы ЭТК, посредством обеспечения безаварийной эксплуатации АД в условиях совместного воздействия эксплуатационных факторов.

Вторая глава посвящена развитию методических принципов исследования параметров эксплуатации на асинхронные электродвигатели в виде разработанных методов экспериментального исследования, основанных на компьютерном и физическом моделировании. Особое внимание уделено разработке метода оценки совместного воздействия параметров эксплуатации на режимы работы асинхронных электродвигателей различных серий и мощностей, основанного на компьютерном моделировании.

Реализована компьютерная модель, на основе пакета «SimPowerSystems» интерактивной среды программирования MATLAB/Simulink, предназначенная для исследования влияния параметров эксплуатации (K_{2U} , K_3) на электродвигатели различных типоразмеров. Разработанная компьютерная модель позволила реализовать метод экспериментального исследования АД, отличительной особенностью которого является моделирование работы АД в несимметричных режимах с учётом изменения нагрузки на валу электродвигателя. С целью экспериментального исследования режимов работы АД, вместе с тем, в рамках верификации разработанной компьютерной модели реализована натурно-физическая установка. Проведение эксперимента позволило подтвердить достоверность и обоснованность сформированной компьютерной модели.

Показано, что разработанный метод оценки воздействия эксплуатационных факторов (K_{2U} , K_3) на АД способствует решению задач

экспериментального исследования физических процессов, протекающих в электродвигателях. В первую очередь, позволяет проводить анализ качества функционирования и работоспособности электродвигателей в различных режимах работы.

В третьей главе приведены тенденции исследования воздействия параметров эксплуатации (K_{2U} , K_3) на асинхронные электродвигатели. Выявление эксплуатационных режимов работы асинхронных электродвигателей серии 4А, АИ, способствующих продлению их срока службы.

На основании результатов компьютерного моделирования получены графические отображения фазных токов АД в зависимости от эксплуатационных факторов – K_{2U} , K_3 . Проведённые эксперименты позволили выявить закономерности изменения исследуемых параметров АД в результате совместного воздействия эксплуатационных факторов. Установлены рекомендуемые эксплуатационные режимы работы асинхронных электродвигателей серии 4А, АИ. Определены количественные значения эксплуатационных факторов, позволяющие обеспечить длительный безаварийный режим работы электродвигателей в электротехническом комплексе промышленных предприятий. Выведена уточнённая формула определения срока службы АД с учётом величины рекомендуемого значения $K_{2U_{рек}}$, позволяющая установить срок службы электродвигателей.

Четвёртая глава посвящена развитию методического подхода симметрирования напряжений посредством разработки алгоритмизированного метода определения рациональных мест установки симметрирующих устройств в электротехническом комплексе промышленных предприятий. Кроме того, тенденциям развития усовершенствованной методики технико-экономического обоснования внедрения устройств симметрирования в электротехнический комплекс с наличием электродвигательной нагрузки.

Разработка метода определения рациональных мест установки технических средств симметрирования в ЭТК с электродвигательной нагрузкой. Алгоритм расчёта рационального размещения технических средств симметрирования программно реализован на языке программирования С# в среде Microsoft Visual Studio 2012, с применением встраиваемой кроссплатформенной базы данных SQLite. Ключевой особенностью программного продукта является использование в алгоритме программы рекомендуемого значения $K_{2U_{рек}}$, главным образом, определяющего эксплуатационный режим работы электродвигателей.

Реализованный программный продукт, как инструмент разработанного метода, предоставляет возможность автоматизировать расчётные процедуры выявления рациональных мест установки технических средств симметрирования в ЭТК предприятий, наглядно отображает места установки средств симметрирования на проектируемой электрической схеме ЭТК, помимо этого, предоставляет информацию технико-экономического содержания.

Разработка усовершенствованной методики технико-экономического обоснования применения технических средств симметрирования в электротехническом комплексе. Методика расчёта ориентирована на комплексную оценку эффективности реализации технических мероприятий симметрирования напряжения в электрической сети. В методике рассматриваются составляющие эффекта, кроме того, динамические критерии оценки эффективности.

Обозначены результаты технико-экономического обоснования внедрения симметрирующих устройств на примере электрической схемы ЭТК с. Таптугары Могочинского района Забайкальского края.

В заключении отражены основные научные результаты диссертационной работы.

В приложениях приведены акты использования и внедрения результатов исследований, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, таблицы результатов компьютерного моделирования.

Материал диссертации изложен последовательно, в доказательном ключе, с привлечением большого числа иллюстраций. Результаты диссертации отражены в рецензируемых научных изданиях в полном соответствии с требованиями Положения ВАК о присуждении учёных степеней.

Значимость полученных автором диссертации результатов

Научная значимость результатов работы заключается в развитии методического подхода комплексной системы методов, направленного на оценку и увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что:

1. Результаты проведённых исследований, внедрённые в проектную и эксплуатационную практику, способствуют решению задач снижения несимметрии напряжений в ЭТК, обеспечивают увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей.

2. Разработана и зарегистрирована «Программа для определения оптимального места установки средств симметрирования» (Свидетельство о регистрации № 2018665997).

3. Результаты диссертационной работы приняты к использованию и внедрены в проектной деятельности РУП «Белэнергосетьпроект», АО «Татэлектромонтаж».

4. Результаты и рекомендации диссертационной работы включены в проект «Стратегии социально-экономического развития Забайкальского края до 2035 г.».

5. Результаты проведённых в диссертационной работе исследований используются в учебном процессе Забайкальского государственного университета при подготовке студентов, обучающихся по направлению 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Энергосбережение и энергоэффективность» в рамках курсов «Перспективные направления развития электротехнических комплексов», «Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем».

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в производственной и инжиниринговой деятельности предприятий при проектировании, реновации действующих систем электроснабжения в случае преобладания низкого качества питающего напряжения. Разработанная прикладная программа позволит сократить временные интервалы проектных работ.

На обсуждение выносятся следующие вопросы и замечания

1. В третьей главе диссертационной работы (п.3.1) автором предложены и реализованы два метода обработки экспериментальных данных K_{2U} , основанные на вероятностно-статистическом методе исследования и с применением программного комплекса Statistica 13.0. Считаю, что целесообразно было бы применить один метод исследования, использование двух методов избыточно. Стоит пояснить, в чём заключается смысл применения двух методов исследования.

2. В третьей главе диссертационной работы на (рис.3.25) стр.102 отображены результаты исследования изменения срока службы АД, из которого не совсем понятно происхождение трёх точек, выделенных оранжевым цветом. Необходимо уточнить целесообразность их построения и физический смысл.

3. В четвёртой главе диссертационной работы (п.4.2) автором разработана прикладная программа, в базу данных которой заложена информация о технических устройствах симметрирования (симметрирующих трансформаторах ТМГСУ, ТСТ; вольтодобавочных трансформаторах ТВМГ; нормализаторах напряжения NORMEL). Требуется пояснить выбор данных технических средств.

4. В четвёртой главе диссертационной работы (п.4.4) разработана методика технико-экономического обоснования внедрения технических средств симметрирования в электротехнический комплекс, одной из слагаемых которой является составляющая, обусловленная установлением скидок (надбавок) к тарифу на электрическую энергию. Каким образом автор представляет механизм применения скидок (надбавок) к тарифу при взаимодействиях поставщика и потребителя электрической энергии.

5. Контрольное значение допустимого тока перегрузки, в проводимых исследованиях, принято равным 1,1 номинального тока АД. Требуется обосновать почему принято именно такое значение.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают научную ценность и не изменяют положительную оценку диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения учёных степеней», утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 18.03.2023 г.)

В соответствии с п. 9 диссертационная работа является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические разработки, имеющие существенное значение для развития электроэнергетики страны.

В соответствии с п. 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о

личном вкладе автора диссертации в науку. Диссертация содержит сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов. Предложенные автором диссертации решения аргументированы, в диссертации содержатся сравнительные оценки этих решений с другими известными решениями.

В соответствии с п.п. 11 и 13 основные научные результаты исследований опубликованы в 48 научных публикациях, в том числе 6 публикациях, индексируемых в международных базах данных и системах цитирования (Web of Science и Scopus), 12 статьях в изданиях из Перечня научных рецензируемых изданий ВАК и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, их количество соответствует требованиям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

В соответствии с п. 14 диссертационная работа содержит ссылки на источники заимствования материалов и на работы других авторов.

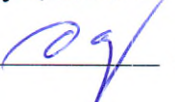
Заключение

Диссертационная работа Романовой Виктории Викторовны «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития электроэнергетической отрасли.


Диссертационная работа по своему теоретическому уровню и практическому значению соответствует предъявляемым требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 18.03.2023 г.), а её автор, Романова Виктория Викторовна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв на диссертацию Романовой Виктории Викторовны «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса» обсужден и одобрен на заседании кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», протокол №8 от 5 июля 2023 года.

Директор образовательно-научного института электроэнергетики
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева»,
доктор технических наук, доцент


Дарьников Андрей Борисович

Заведующий кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и
силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
кандидат технических наук, доцент


Севостьянов Александр Александрович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева»

Контактные данные:

Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24

Телефон: +7 (831) 436-23-25; факс: +7 (831) 436-94-75

E-mail: nntu@nntu.ru

Web-сайт: <http://www.nntu.ru/>

Подписи Дарьникова А.Б., Севостьянова А.А. заверены,
Секретарь Шесмонова А.П.
26.07.2023.

