

ОТЗЫВ

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.10 Обухова Сергея Геннадьевича на диссертационную работу **Шевчука Владислава Алексеевича** на тему «Прогнозирование эксплуатационной надёжности электрических машин переменного тока в алмазодобывающей промышленности» по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты на соискание учёной степени кандидата технических наук

1. Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 113 источников, 3 приложений. Основное содержание работы изложено на 90 страницах, включая список литературы, содержит 14 рисунков, 21 таблицу.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы в достаточном объеме.

2. Анализ содержания диссертационной работы

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, представлены научные положения, выносимые на защиту, дана общая характеристика работы, приведены сведения об апробации работы и публикациях результатов исследований.

В **первой главе** дана общая характеристика проблемы поддержания необходимого уровня эксплуатационной надёжности электрооборудования в алмазодобывающей промышленности, представлен обзор современного состояния теории надёжности электрических машин, их отказов и методов поддержания надёжности.

Вторая глава работы посвящена анализу эксплуатационной надёжности электрических машин переменного тока в алмазодобывающей промышленности. Для оценки надёжности электрических машин (ЭМ) предложено использовать метод анализа выживаемости на основе множительных оценок Каплана-Мейера. Достоинством предложенного метода является возможность применения как полных, так и цензурированных статистических данных, без необходимости разбиения на интервалы времени. С помощью предложенного метода были обработаны статистические данные об отказах ЭМ, эксплуатируемых в условиях подземных рудников «Мир», «Интернациональный» и обогатительной фабрики №3. Были получены кривые выживаемости ЭМ, эксплуатируемых на проходческих комбайнах подземных рудников, составлена таблица критических интервалов времени проходческих комбайнов АМ-75 и его элементов.

В **третьей главе** на основе метода анализа иерархий разработано дерево целей для задачи обеспечения эксплуатационной надёжности ЭМ режущего органа проходческого комбайна АМ-75. Для определения наиболее значимого элемента системы в достижении главной цели использован расчёт коэффициента относительной важности. В результате проведенных исследований установлено, что для обеспечения эксплуатационной надёжности ЭМ проходческого комбайна АМ-75 необходимо не только совершенствование системы технического обслуживания и ремонта, но и модернизация самих узлов, наиболее подверженных факторам внешней среды.

В **четвертой главе** с применением метода дерева отказов выполнен сравнительный анализ показателей интенсивности отказов асинхронного, вентильного и вентильно-индукторного двигателей. Автором установлено, что интенсивность отказов вентильных ЭМ намного меньше, чем у преимущественно используемых в настоящее время асинхронных двигателей. В результате проведенных исследований автор определил, что вентильно-индукторный электродвигатель с бездатчиковым управлением и применением магнитных подшипников являются наиболее эффективным решением для применения в оборудовании алмазодобывающей промышленности.

В **заключении** сформулированы основные научные и практические результаты работы.

Проведенный анализ содержания диссертационной работы свидетельствует о том, что диссертация Шевчука Владислава Алексеевича является завершенной научной квалификационной работой, в которой содержится решение поставленной научной задачи. Диссертация написана ясным и содержательным языком, принятая терминология и стиль соответствуют общепринятым нормам.

3. Актуальность темы исследования для науки и практики

Необходимым и важным компонентом горного технологического оборудования алмазодобывающей промышленности являются электрические машины. Тяжелые условия эксплуатации горного оборудования, обусловленные высоким уровнем запылённости и влажности, резкими перепадами температур, определяют повышенные требования к надежности ЭМ. Выявление возможных дефектов и прогнозирование отказов оборудования на ранней стадии эксплуатации является важнейшей задачей, поскольку внезапный выход ЭМ из строя приводит к серьезным экономическим последствиям, а также ставит под угрозу безопасность обслуживающего персонала. Диссертационная работа Шевчука В. А. направлена на обеспечение и прогнозирование эксплуатационной надёжности ЭМ переменного тока, и совершенствование системы технического обслуживания и ремонта, что позволяет ее считать актуальной и своевременной.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

Объектом диссертационного исследования являются ЭМ переменного тока, эксплуатируемые в условиях горнорудной промышленности.

В диссертации и автореферате представлены результаты решения конкретных задач, направленных на разработку и совершенствование методов прогнозирования эксплуатационной надёжности ЭМ, что обеспечивает проектирование и повышение надежности электромеханических преобразователей, функционирующих в составе рабочих комплексов. Это подтверждает соответствие диссертации паспорту научной специальности 05.09.01 по техническим наукам.

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Основными научными и наиболее важными результатами диссертационной работы являются:

- «кривая выживаемости» для ЭМ переменного тока, эксплуатируемых в условиях подземных рудников, полученная с помощью статистических данных об отказах и метода множительных оценок Каплана-Мейера, и предназначенная для прогнозирования отказов ЭМ и оборудования и совершенствования системы технического обслуживания и ремонта;
- методика прогнозирования эксплуатационной надёжности ЭМ переменного тока на основе множительных оценок Каплана-Мейера, позволяющая определить критические интервалы времени, при которых отказ ЭМ наиболее вероятен;
- структурная модель задачи обеспечения эксплуатационной надёжности ЭМ в алмазодобывающей промышленности, позволяющая с помощью метода анализа иерархий определить наиболее эффективные пути решения задачи;
- обоснование выбора эффективного электродвигателя по показателю интенсивности отказов для электропривода (ЭП) режущего органа промышленного комбайна АМ-75.

Основные выводы и результаты работы теоретически обоснованы и получены автором впервые. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается тщательным анализом и оценкой принятых исходных положений, корректным использованием математического аппарата при проведении теоретических исследований, сопоставлением с результатами экспериментальных исследований. Результаты исследований обсуждались на международных конференциях, по результатам исследований опубликовано достаточное количество научных работ.

6. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в разработанной автором методике прогнозирования эксплуатационной надёжности ЭМ переменного тока на основе множительных оценок Каплана-Мейера. Получены оценки выживаемости ЭМ переменного тока, эксплуатируемых в условиях подземных рудников АК «АЛРОСА», позволяющие прогнозировать вероятность отказов ЭМ и усовершенствовать систему технического обслуживания и ремонта.

7. Апробация диссертационной работы

Основные положения работы обсуждались и получили одобрение на следующих конференциях и форумах: международная научно-практическая конференция, посвященная 20-летию Политехнического института (филиал) СВФФ им. М.К. Аммосова в г. Мирном "Наука и инновационные разработки - Северу", 10-12 марта 2014 г., Мирный, Россия; VII Международная студенческая электронная научная конференция "Студенческий научный форум - 2015", 15 февраля-31 марта 2015 г., Саратов, Россия; Молодёжь и научно-технический прогресс в современном мире, 13-14 октября 2015 г., Москва, Россия; IV Международный молодежный форум «Интеллектуальные энергосистемы», 10-14 октября 2016 г., Томск, Россия; V Международный молодежный форум «Интеллектуальные энергосистемы», 9-13 октября 2017 г., Томск, Россия; VI Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития технических наук», 11 июля 2019 г., г. Челябинск; VI Международная научно-практическая конференция «Технические науки в мире: от теории к практике», 11 августа 2019 г., г. Ростов-на-Дону.

8. Подтверждение опубликования основных положений и результатов диссертации

По основным положениям диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов диссертационных исследований, 3-х публикациях, индексируемых в изданиях Scopus и Web of Science.

9. Основные замечания по работе

1. Автор утверждает, что предлагаемая им методика прогнозирования эксплуатационной надёжности ЭМ переменного тока на основе множительных оценок Каплана-Мейера позволяет определить критические интервалы времени, при которых отказ наиболее вероятен. При этом все результаты и выводы, полученные автором, основаны на выборочных статистических данных, и по сути являются гипотезой. Необходимым условием применения статистических данных является проверка гипотез об однородности получаемых выборок, в том числе и для данных типа времени жизни (например, по критериям Колмогорова-Смирнова, Лемана-Розенблатта, Андерсона-Дарлинга и др.), которая в работе отсутствует. Кроме того, не выполнена проверка предлагаемой гипотезы о согласии ни с одной теоретической вероятностной моделью надёжности, например с распределением Вейбулла, что не позволяет считать полученные автором результаты достоверными.

2. Автором разработана структурная модель задачи обеспечения эксплуатационной надёжности ЭМ в алмазодобывающей промышленности, которая с помощью метода анализа иерархий на основе данных, полученных от экспертов, позволяет определить наиболее эффективные пути решения задачи. При апробации модели автором использованы экспертные оценки инженеров алмазодобывающего комплекса в г. Мирный (Якутия), однако какое число экспертов было привлечено к выполнению данной работы автор не указывает, что не позволяет судить об эффективности и объективности предложенной модели. Тем более, что полученный автором результат о необходимости модернизации оборудования, эксплуатируемого в условиях агрессивной внешней среды, является очевидным.

3. В 4 главе диссертации автором разработаны деревья отказов для асинхронного, вентильного и вентильно-индукторного двигателей, с помощью которых определены их показатели интенсивности отказов. Полученные автором результаты сравнительной оценки эксплуатационной надёжности ЭМ машин вызывают большие сомнения по целому ряду причин:

3.1. При выполнении анализа автор использует разнородные исходные данные: для АД статистику отказов из журналов и отчётов о ремонте (без указания мощности, типов, условий эксплуатации и т.п.), а для ВД «рекомендуемые значения интенсивности внезапных отказов некоторых первичных элементов, работающих в нормальных режимах в устройствах САУ» из учебника [1].

1. Глазунов Л.П. Основы теории надёжности автоматических систем управления / Л.П. Глазунов, В.П. Грабовецкий, О.В. Щербаков. - Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 208 с.

3.2. Для оценки показателей надёжности АД используется малая выборка из 12 наблюдений, для которой не определены доверительные интервалы и не выполнена проверка на значимость. Между тем, объем выборки должен быть достаточным для того, чтобы обеспечить как ее представительность, так и необходимую точность измерения характеристик надёжности.

3.3. Результаты сравнения интенсивности отказов, полученные методом множительных оценок Каплана-Мейера и методом анализа дерева отказов, представленные в табл. 4.3, являются бессмысленными, так как рассчитывается в них одно и то же.

3.4. Не ясно, каким образом была установлена интенсивность отказов обмотки статора ВД, приведенная в табл. 4.5. Тем более, что численные значения данного показателя практически на 4 порядка отличаются от аналогичного показателя для АД, что и определяет все результаты, полученные автором в данном разделе.

3.5. Качественный характер зависимости интенсивности отказов от продолжительности эксплуатации, как правило, включает этапы приработки, нормальный режим эксплуатации и старение. Данный общепринятый подход автор игнорирует.

10. Общее заключение о соответствии выполненной работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям

В целом, результаты исследований и полученные выводы доказывают, что Шевчук Владислав Алексеевич выполнил актуальную научно-исследовательскую работу по решению задачи прогнозирования эксплуатационной надёжности ЭМ переменного тока, и совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта.

Диссертация в достаточной мере является законченной научно-квалификационной работой, выполнена автором единолично, имеет научную новизну и практическую значимость. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в 11 научных работах автора.

Таким образом, диссертационная работа Шевчука Владислава Алексеевича «Прогнозирование эксплуатационной надёжности электрических машин переменного тока в алмазодобывающей промышленности» по уровню, объему и значимости соответствует требованиям п.п. 8-9 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (Приказ № 93/од от 06.12.2018):,

а ее автор Шевчук Владислав Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор отделения электроэнергетики
и электротехники Инженерной школы энергетики
Национального исследовательского Томского политехнического университета
Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30,
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, ИШЭ, ОЭЭ
тел. (382-2) 701-777, доп.1942,
e-mail: serob99@mail.ru



Сергей Геннадьевич Обухов

05.12.19 г.

Подпись С.Г.Обухова заверяю:
Ученый секретарь ТПУ




О.А.Ананьева