

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента

Хренникова Александра Юрьевича на диссертацию

Жуковского Юрия Леонидовича «Теория, методы и средства обеспечения

безопасной и эффективной эксплуатации электромеханического оборудования в электротехнических комплексах горных и нефтегазовых предприятий на основе цифровых технологий», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности

2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертация Жуковского Ю.Л. посвящена развитию теории и методов повышения безопасной и эффективной эксплуатации электромеханического оборудования в структуре электротехнических комплексов на основе интегрированного применения цифровых технологий.

Проблеме повышения энергетической и экономической эффективности электротехнических комплексов и входящего в их структуру электромеханического оборудования посвящено множество трудов ведущих отечественных и зарубежных ученых. Исследования, направленные на анализ факторов, влияющих на скорость износа ключевых элементов электротехнических комплексов, таких как электрические двигатели, которые составляют основную долю спроса на электрическую энергию на горных и нефтегазовых предприятиях, способны повлиять на увеличение ключевых показателей эффективности всего минерально-сырьевого комплекса, в условиях возникающих рисков и повышенных нагрузок на оборудование. Повышение надежности, безопасности и энергетической эффективности работы электромеханического оборудования возможно, путем перехода на прогнозное техническое обслуживание и ремонт, интеллектуальное управление и диагностику.

В условиях текущего и перспективного спроса на структурные изменения в ТЭК, которые определяются факторами технологического прогресса, повышением требований потребителей при общесистемном увеличении износа, снижении надежности, росте спроса в сфере энергоэффективности и экологической безопасности актуальность диссертационного исследования Жуковского Ю.Л. не вызывает сомнений.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Представленная для отзыва диссертация состоит из 2 томов, введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и списка сокращений и условных обозначений. Содержит 526 страниц машинописного текста, 204 рисунка, 77 таблиц, список литературы из 341 наименования и 3 приложений на 65 страницах.

Научные положения, а также полученные Жуковским Ю.Л. в диссертации выводы и результаты основаны на корректном применении общепризнанных теорий, методов и подходов, а по отдельным направлениям, согласуются с аналогичными результатами исследований других отечественных и зарубежных авторов в области повышения эффективности эксплуатации электромеханического оборудования на основе чего, являются обоснованными и достоверными.

3. Научная новизна и результаты работы

К наиболее значимым результатам диссертационной работы, обладающим научной новизной, относятся:

- выявленные факторы снижения наработки на отказ и закономерности изменения показателей эффективности работы ЭМО от вида и степени повреждения и установленное на основе этого влияние роста потерь электрической энергии на сокращение срока службы;

- разработанная методология выполнения диагностики и оценки остаточного ресурса без остановки и вывода из эксплуатации ЭМО на основе многофакторного анализа его эксплуатационных электрических параметров;
- разработанный комплекс алгоритмов обработки эксплуатационных данных и диагностических признаков на основе средств искусственного интеллекта для определения вида повреждения и классификации режимов работы электромеханического оборудования;
- комплексные диагностические признаки, позволяющие отслеживать и прогнозировать динамику изменения остаточного ресурса ЭМО при различных параметрах, переменных режимах работы и флуктуации внешних и эксплуатационных факторов ЭТК
- структура и методология функционирования цифрового двойника процесса управления техническими воздействиями на жизненном цикле эксплуатации ЭМО в составе ЭТК.
- комплексная взаимосвязанная структура программных модулей и разработаны алгоритмы их функционирования в составе распределенной системы управления жизненным циклом эксплуатации ЭМО с учетом классификации первичной информации, ранжирования сценариев обмена данными, уровня тяжести последствий аварий и цифровизации ЭТК.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены 52 печатных работы, в том числе 11 статей в рецензируемых научных изданиях (по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы) из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования РФ на соискание ученой степени доктора наук, 27 статьей в рецензируемых изданиях, индексируемых в международной наукометрической базе данных и системе цитирования *Scopus*. Соискатель является автором 8 патентов, получил 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

4. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая и практическая значимость диссертации заключаются в разработке алгоритмов и программного обеспечения для выявления вида и уровня дефектов, предназначенных для электромеханического оборудования ЭТК ГиНГП, с учетом специфики процессов происходящих в них; разработке архитектуры построения цифровых двойников для интеграции в интеллектуальные ЭТК с целью управления энергоэффективностью и экологичностью на протяжении жизненного цикла эксплуатации ЭМО; создании лабораторных стендов и программного обеспечения, используемых в учебном процессе при обучении студентов и проведении курсов повышения квалификации.

Полученные автором результаты исследования внедрены в производственную деятельность промышленных компаний и признаны существенными для развития топливно-энергетического комплекса России Научно-техническим советом угольной промышленности Министерства энергетики РФ (протокол № 12-130-пр от 19.12.2023).

5. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования представляют научную и практическую ценность и могут быть рекомендованы к применению для повышения эффективности эксплуатации электромеханического оборудования промышленных предприятий, содержащих в своей структуре значительный парк электрических двигателей, силовых преобразователей и механической нагрузки как в автономных, так и централизованных электротехнических комплексах.

6. Замечания и вопросы по работе

Речевые, орфографические и другие ошибки в тексте диссертации, а также к замечаниям необходимо отнести:

1. Громоздкость некоторых предложений, которые значительно усложняют восприятие работы. Например, в формулировке третьего

научного положения утверждается, что концептуальная модель цифрового двойника позволит комплексно оценивать уровень потерь электроэнергии и вредных выбросов. Такая формулировка остаётся не до конца ясной, необходимо пояснить, как цифровой двойник позволяет осуществлять процесс управления техническими воздействиями.

2. В тексте встречаются несогласованные предложения, например, на странице 67 указано *«В области применения нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (НВИЭ) наблюдается значительный прогресс»*.

3. В выводах по главе 4 используется не правильная аббревиатура «ПДД», должно быть приведено в правильной редакции «поддержание пластового давления ППД».

4. На странице 178 указывается, что комплексная структура системы диагностики электродвигателей охватывает широкий перечень неисправностей, однако в целом, во второй главе рассматриваются все элементы ЭМО, включая силовые преобразователи и рабочие механизмы. Следует пояснить, как предлагаемая автором комплексная диагностика охватывает обнаружение неисправностей всех структурных элементов? Или только электрических двигателей?

5. Требуется пояснение по использованию термина "жизненный цикл эксплуатации". В ГОСТ Р 53791-2010, указано, что «жизненный цикл продукции (ЖЦП) – это совокупность взаимосвязанных процессов изменения состояния продукции при ее создании, использовании (эксплуатации) и ликвидации». Из чего следует, что эксплуатация - это этап жизненного цикла.

6. На рисунке 4.13.2 представлена карта процессов в рамках цифровой платформы управления устойчивым развитием, однако в тексте почти нет пояснений к рисунку, что сильно затрудняет понимание материала.

7. В третьем научном положении указывается, что цифровой двойник процесса управления техническими воздействиями учитывает сценарные условия функционирования структурных элементов электротехнических

комплексов. При этом в тексте диссертации, в 4 главе рассматриваются сценарные условия эксплуатации и сценарные условия развития. Следует пояснить, о каких сценарных условиях идет речь в самом положении.

8. При сценарном прогнозировании развития электротехнических комплексов используется матрица взаимодействия для каждой группы рисков, сформированных на основе влияния глобальных вызовов. Однако в тексте диссертации не поясняется, каким образом получают конкретные значения, к примеру, как получены результаты на рисунке 4.13.4.

9. В работе используется формулировка «предсказательная система обслуживания и ремонта», однако в значительной части литературы используется термин «предиктивная аналитика» или «предиктивное обслуживание». Следует пояснить различия или обосновать применение указанной формулировки.

7. Заключение

Приведенные в настоящем отзыве замечания не снижают научной и практической ценности работы, а диссертация **Жуковского Юрия Леонидовича** на тему «Теория, методы и средства обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации электромеханического оборудования в электротехнических комплексах горных и нефтегазовых предприятий на основе цифровых технологий», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Жуковский Юрий Леонидович** заслуживает присуждения ему ученой степени доктора

технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, Учёный секретарь НТС Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «НТЦ ФСК ЕЭС»



Хренников

Александр Юрьевич

14.03.2024г.

Даю согласие на внесение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.
Хренников Александр Юрьевич

Адрес: 115201, Москва, Каширское шоссе, д. 22, корп. 3.
Телефон+7 (495) 727-19-09, e-mail: ak2390@inbox.ru

Подпись Хренникова А.Ю. заверяю

Главный эксперт управления кадрового обеспечения АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Д.И. Антонов

