

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

УТВЕРЖДАЮ

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

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

Тел. (831) 436-23-25, факс (831) 436-95-75

E-mail: nttu@nttu.ru www.nttu.ru

ОКПО 02068137 ОГРН 1025203034537

ИНН / КПП 5260001439 / 526001001

Проректор по научной работе

Н.Ю. Бабанов

_____ 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

**ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород**

на диссертацию Романова Владимира Сергеевича

**«Повышение эксплуатационной эффективности электротехнических
комплексов нефтедобычи с погружными электродвигателями»,**

**представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»**

На отзыв ведущей организации представлены следующие материалы:

- диссертация, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений и актов внедрения результатов работы в проектных и учебных организациях, а также на предприятиях;
- автореферат диссертации, в котором дана общая характеристика работы, приведены основные результаты, выводы и рекомендации, а также список работ автора, опубликованных по теме диссертации;
- публикации автора по теме диссертации.

Представленные материалы с достаточной полнотой раскрывают сущность диссертационной работы и дают возможность оценить и квалифицировать ее с точки зрения научной и практической ценности на соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Актуальность темы диссертации

Нефтедобывающая отрасль является одной из важнейших составляющих экономики России. В последние годы проблемы в этой отрасли обострились, что обусловлено совокупностью факторов. К основным негативным тенденциям нефтедобычи в России можно отнести: значительный износ электропогружного оборудования электротехнических комплексов нефтедобычи с погружными электродвигателями (ЭКПЭД), рост количества преждевременных отказов, высокие показатели аварийности, ухудшение геологотехнологической структуры запасов нефти и их качества (высокие обводненность, газовый фактор, давление насыщения и вязкость откачиваемой продукции), усложнение географических условий добычи нефти. В связи с этим актуальными и приоритетными являются вопросы повышения эффективности нефтедобычи (снижения затрат ресурсов на поддержание функционирования системы), улучшения качества эксплуатации и управляемости добывающего фонда.

В 2014 г. появились ограничения, связанные с геополитической ситуацией в мире, такие как ослабление экономической конъюнктуры (снижение цен на нефть и спроса на энергоресурсы на мировых рынках), запрет на поставки оборудования, технологий и привлечение финансовых средств из-за введенных против России санкций. При этом в связи с истощением месторождений наблюдается рост расходов на электроэнергию.

Перечисленные факторы в совокупности с неопределенностью и/или недостоверностью исходной информации, увеличивающей риски при принятии управленческих решений, приводят к росту издержек при добыче нефти. Этап добычи во многом определяет эффективность функционирования нефтедобывающего комплекса в целом. Обозначенные роль и проблемы нефтяной отрасли свидетельствуют об актуальности решения задач, связанных с анализом технического состояния, разработкой путей повышения эффективности эксплуатации ЭКПЭД, в частности погружных электродвигателей (ПЭД).

Оценка содержания работы

Представленная к защите диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Основная часть работы изложена на 146 страницах машинного текста, включает 40 рисунков, 20 таблиц и 5 приложений. Библиографический список состоит из 150 наименований на 17 страницах.

Во введении приведено обоснование актуальности исследований, посвященных повышению эффективности эксплуатации электротехнических комплексов нефтедобычи с ПЭД. Сформулированы цель и задачи работы, с отражены ее научная новизна и практическая значимость, положения, выдвигаемые на защиту и др.

Первая глава посвящена описанию характеристик и видов исполнения ЭКПЭД. Сформулированы и определены состав, условия, проблемы и пути повышения эффективности эксплуатации ЭКПЭД. Приведено описание эксплуатационных физических воздействий (ЭФВ), как основной причина старения комплекса в целом, выполнено моделирование процессов накопления повреждений в ЭКПЭД. Автором выполнен детальный обзор использованных литературных источников, отражена степень разработанности проблемы в технических и научных изданиях, позволяющая судить об значительных возможностях для выполнения актуального и глубокого исследования в выбранном направлении. Проведена обработка актуальной базы данных по технологическим нарушениям, связанным с электропогружными установками (ЭПУ) ЭКПЭД в Поволжском регионе за период с 2013 по 2017 года. Данные статистики отказов структурированы в зависимости от отказавшего узла и подробно описаны, приведены сведения по данным наработки на отказ до ремонта и после первого ремонта с разбивкой по отказавшим элементам.

Во второй главе выполнено исследование наиболее часто используемых законов распределения для нефтяной промышленности и

определено, по какому из них изменяется наработка на отказ ПЭД. Исходной базой послужили данные по отказам, полученные в первой главе. Для удобства обработки и восприятия информации вся выборка по технологическим нарушениям, связанным с ПЭД, объединена в общие группы исходя из мощности ПЭД. Следует отметить грамотность и адекватность выбранного подхода, позволяющего определить вероятностный закон распределения наработки на отказ и представить в удобном графическом виде функции и плотности распределений наработок на отказ ПЭД. С точки зрения практики эксплуатации ЭКПЭД и ПЭД крайне полезны и представляют интерес разработанные автором кривые зависимости для определения эксплуатационного ресурса ПЭД и полученное дифференциальное уравнение для нахождения нормы индивидуального ресурса ПЭД.

В третьей главе рассмотрена проблема оценки эксплуатационной эффективности ПЭД с позиции структурно-функционального моделирования. Предложено оценивать эффективность системы исходя из свойств элементов, узлов, установочных геометрических параметров и видов связей между ними. Представленное решение проблемы актуально и направлено на устранение недостатков, связанных с вероятностно-статистическим моделированием: возможная величина погрешности, возникающая при низкой репрезентативности статистического материала и недостаточной величине выборки. С целью реализации представленного подхода составлена структурно-функциональная модель ПЭД с повышенным напряжением, как наиболее перспективного вида привода к электроцентробежным насосам (ЭЦН). Для каждого из узлов ПЭД получено математическое выражение вероятности возникновения отказа и выражение в общей форме с учетом индивидуального ресурса ПЭД. Описанная методика имеет важное научно-практическое применение, что подтверждено актами внедрения результатов исследования в крупнейшие нефтедобывающие компании России.

В четвертой главе рассмотрен комплекс актуальных стратегий ТОиР парка ЭКПЭД с точки зрения обеспечения его эксплуатационной эффективности. При этом отмечается, что эти технологические процессы не отвечают повышенным требованиям современной нефтедобычи и предлагаются характерные особенности эволюции названных стратегий - объединение стратегий ТОиР по наработке и техническому состоянию. С целью уточнения и подтверждения полученных результатов в предыдущих главах рассмотрен процесс повышения эксплуатационной готовности ЭКПЭД и ПЭД с использованием инженерных методик и механизмов менеджмента качества. Следует отметить новизну и значительные возможности выбранного подхода для нефтяной отрасли. Полученные результаты позволяют количественно оценить причины, приводящие к отказам и расставить приоритеты для принятия управленческого решения и стратегии развития компании по минимизации аварийности. Выполнен экономический расчет рентабельности разработанных мероприятий на примере использования результатов в АО «Самаранефтегаз».

В пяти приложениях приведена информация, дополняющая основную часть работы в части описания, визуализации видов и причин отказов ЭКПЭД, а также документов, подтверждающих внедрение выполненных разработок.

Научная новизна диссертации определяется следующими положениями:

- получены оригинальные вероятностные математические модели отказов ЭКПЭД на основе данных эксплуатации в Поволжском регионе в период с 2013 по 2017 года;
- реализован метод формирования структурно-функциональных моделей ПЭД на основе свойств конструкции, магнитных и электрических цепей, получена структурно-функциональная модель ПЭД с повышенным напряжением;
- разработана математическая модель вероятности возникновения

технологического нарушения на основании структурно-функциональных моделей узлов ПЭД с учетом его остаточного ресурса;

- предложена оригинальная для предприятий нефтедобычи методика оценки рисков возникновения технологических нарушений, включающая в себя инструменты менеджмента качества и позволяющая в количественной форме дать оценку степени влияния факторов на эффективность эксплуатации ЭКПЭД.

Научные результаты, полученные лично диссертантом:

- вероятностно-статистические модели отказов ПЭД, которые позволили получить количественную оценку уровня эффективности ПЭД;
- структурно-функциональные модели ПЭД на основе анализа их параметров, конструкций, узлов и происходящих в них электромагнитных процессов;
- математическая модель вероятности возникновения отказа, построенная на основании структурно-функциональных моделей узлов ПЭД и учитывающая величину его остаточного ресурса;
- научное обоснование системы мероприятий для повышения экономической эффективности эксплуатации ЭКПЭД на основе FMEA-анализа и диаграмм причинно-следственных связей К. Исикава, В. Парето, что позволяет установить основные причины эксплуатационных отказов, определить «узкие места» и корректирующие воздействия, а также оценить рентабельность предложенных мероприятий на примере АО «Самаранефтегаз».

Результаты, перечисленные выше, а также положения, определяющие научную новизну, подтверждают *научную значимость* диссертационной работы Романова В.С. В большой мере это связано с концепцией стратегии повышения эффективности эксплуатации и снижения аварийности погружного электрооборудования, позволяющей за счет локализация «узких мест» в эксплуатации ПЭД, вероятностно-статического и структурно-

функционального моделирования уровней эксплуатационной эффективности и готовности ПЭД, а также разработки комплекса мероприятий получить значительный экономический эффект.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации

Результаты и выводы, основанные на исследованиях автора, подтверждаются:

- натурными и экспериментальными исследованиями на действующем ПЭО и теоретическим анализом их результатов в рамках теории рисков ЭКПЭД и ПЭД;
- удовлетворительным совпадением результатов математического и физического моделирования с результатами экспериментов и измерений.

Выводы, рекомендации и положения по статистическому исследованию и определению характеристик обеспечения эффективности эксплуатации ЭКПЭД подтверждаются:

- количественной и качественной представительностью статистического материала по регистрации технологических нарушений с компьютерной обработкой результатов экспериментальных исследований и регистрации с помощью методов теории вероятностей и математической статистики;
- опытом и результатами апробации методов оценки рисков технологических нарушений на ПН в мировой практике, которые использованы в положениях диссертационной работы.

Практическая значимость диссертации Романова В.С. подтверждается положительными результатами внедрения разработанных автором методов оценки и повышения эффективности эксплуатации ЭКПЭД ПН на предприятиях АО «Самаранефтегаз» и ОАО «Удмуртнефть».

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе Самарского государственного технического университета, Альметьевского государственного нефтяного института в лекционном

материале и лабораторном практикуме на кафедрах «Автоматизированные электроэнергетические системы» и «Электро- и теплоэнергетика», а также при выполнении выпускных квалификационных работ бакалаврами и магистрами.

Ведущая организация **рекомендует использовать результаты диссертационной работы** прежде всего для оценки качества и повышения эффективности эксплуатации ЭКПЭД на ведущих нефтедобывающих предприятиях России.

Романовым В.С. успешно проведена **апробация** основных результатов диссертации при их обсуждении на международных и всероссийских научно-технических конференциях и семинарах. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ и автореферат, в которых с достаточной полнотой раскрыто ее содержание.

К диссертационной работе имеются следующие **замечания**.

1. В автореферате на рисунках 1 и 2 представлены диаграммы причинно-следственной связи и количества отказов (стр. 8, 9). Требуется пояснить, существует ли между рисунками взаимосвязь по используемым данным.
2. В разделе диссертации, посвященном структурно-функциональным моделям, следовало бы отразить такие элементы ЭКПЭД как трансформатор, защитные аппараты и др.
3. В представленном обзоре состояния рассматриваемой проблемы следовало бы отметить научные коллективы и компании зарубежных стран, занимающихся аналогичными проблемами в нефтедобывающей отрасли.
4. При описании электротехнических комплексов с погружными электродвигателями в автореферате не указаны установленные мощности оборудования.
5. В тексте диссертации и в автореферате замечены опечатки и стилистические ошибки.

Приведенные замечания не имеют принципиального характера и не

снижают общего положительного впечатления о работе.

Общие выводы. Диссертационная работа Романова В.С. является законченной научно-квалификационной работой. В работе на высоком уровне с новыми научными и практическими результатами решена актуальная для теории и практики задача, связанная с повышением эффективности эксплуатации электротехнических комплексов нефтедобычи с ПЭД на основе анализа накопленной информации по эксплуатации, оценки эффективности функционирования и разработанных рекомендаций по организации технических обслуживаний и ремонтов и снижению рисков технологических нарушений на ЭКПЭД ПН при различных осложняющих факторах.

Все разделы диссертации взаимосвязаны и в полной мере отвечают поставленной цели диссертации. Это позволяет определить диссертацию как законченную научно-исследовательскую работу, написанную автором единолично. Диссертацию характеризует внутреннее единство по существу представленного материала, стилю, квалифицированному уровню изложения и качеству оформления. Опубликованные работы, автореферат, а также выступления автора на научных семинарах и конференциях, полностью отражают ее существо и соответствуют ей по содержанию, основным положениям и выводам.

Диссертационная работа удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, которые установлены ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации в Положении о порядке присуждения ученых степеней (Постановление №842 от 24.09.2013 (ред. от 01.10.2018) Правительства РФ).

Диссертация Романова В.С. отвечает паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и соответствует ее основным положениям как научная квалификационная работа.

По нашему мнению, Романов Владимир Сергеевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертационная работа Романова В.С., автореферат диссертации, а также отзыв ведущей организации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» НГТУ «23» января 2019 г., протокол №8.

Профессор кафедры
«Электроэнергетика,
электроснабжение и силовая
электроника» НГТУ, доктор
технических наук, профессор
(докторская диссертация
защищена по специальности
05.09.03 – Электротехнические
комплексы и система)

Соснина Елена Николаевна

Доцент кафедры
«Электроэнергетика,
электроснабжение и силовая
электроника» НГТУ, кандидат
технических наук
(кандидатская диссертация
защищена по специальности
05.09.03 – Электротехнические
комплексы и система)

Шалухо Андрей Владимирович

Сведения:

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Почтовый адрес: 603950, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24

телефон: +7 (831) 436 23 25, +7 (831) 436 94 75 (факс)

эл.почта: nntu@nntu.ru

сайт: <http://www.nntu.ru/>