

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Романова Владимира Сергеевича
на тему *«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

Актуальность работы

При использовании технологии интенсивной добычи нефти на высокодебитных скважинах используются электротехнические комплексы добывающих скважин (ЭКДС) с установкой электроцентробежного насоса (УЭЦН), где в качестве привода используются погружные электродвигатели (ПЭД), в значительной степени определяют эффективность технологической системы в целом. Отказ ПЭД влечет за собой ущерб, связанный с недоотпуском нефти, затратами на восстановление технологического процесса и ремонт оборудования.

Диссертационная работа Романова В.С. посвящена актуальным вопросам по разработке и научному обоснованию комплекса методов по повышению эксплуатационной энергоэффективности электротехнических комплексов нефтедобычи с погружными электродвигателями.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Основная часть работы изложена на 146 страницах машинного текста, который содержит 40 рисунков и 20 таблиц, список литературы содержит 150 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, перечислены методы исследования, научная новизна, положения, выносимые на защиту, обозначены теоретическая и практическая ценность полученных результатов, кратко охарактеризованы известные теоретические, экспериментальные и научно-практические исследования, выполненные в нашей стране и за рубежом, а также определены общие классификационные характеристики своей работы.

Первая глава посвящена анализу технического состояния и условий эксплуатации погружного электрооборудования нефтедобычи. Произведен детальный анализ обозначенной проблемы, рассмотрены способы реализации существующих и перспективных методов управления процессами эксплуатации ЭКДС с ПЭД и ПЭД. Выполнена оценка ретроспективы и перспективы проблемы оценки эффективности эксплуатации погружного электрооборудования нефтедобычи на основании сбора, систематизации и

анализа, сложившихся к настоящему времени научных подходах по оценке и обеспечению надежности, оптимизации системы проведения технического обслуживания и ремонтов, диагностики электрооборудования. Представлена сравнительная оценка методов обеспечения эффективности эксплуатации ЭКДС с ПЭД и ПЭД, позволяющая сформулировать последовательность действий при оценке их технического состояния на основе сравнения возможных направлений решения рассматриваемой проблемы. Кроме того, собрана и обработана актуальная база аварийных отказов на погружном электрооборудовании в период с 2013 по 2017 года, рассмотрены причины и сопутствующие обстоятельства технологических нарушений отдельно для каждого конструктивного элемента.

Во второй главе автор выполняет моделирование уровней эксплуатационной готовности погружного оборудования нефтедобычи. Представлены основные показатели эксплуатационной эффективности ЭКДС с ПЭД и ПЭД. С целью установки закона распределения наработки на отказ ПЭД автором сформированы условные группы ПЭД, где ключевым фактором при формировании группы служит мощность. Представленная выборка позволила выделить 4 основные группы в структуре нефтедобычи Поволжья: ПЭД-32, ПЭД-45, ПЭД-56, ПЭД-63. Автор использовал в исследованиях следующие законы распределения: Вейбулла, Рэлея, логнормального, нормального и экспоненциального. Результаты исследования представляются корректными с высокими значениями сходимости, так же следует отметить актуальность выполненных расчетов – использовалась база данных по технологическим нарушениям на предприятиях нефтедобычи Поволжья за период 2013...2017г.г. с выборкой в 8760 отказов. При столь значительной выборке величина статистической ошибки минимальна и данные можно считать достоверными. Для выбранных условных групп ПЭД составлены нелинейные зависимости для определения остаточного ресурса, имеющие важное практическое применение – позволяют в графической форме информативно определить качество эксплуатации ПЭО. Помимо этого, предложена схема решения задачи определения жизненного цикла ПЭД – получено дифференциальное уравнение для определения продолжительности жизненного цикла ПЭД в зависимости от его технического уровня, благодаря которому определена величина индивидуального ресурса для каждой из сформированных групп ПЭД.

В третьей главе предложена и описана методика оценки эффективности сложных систем, основанная на использовании структурно-функциональных схем, позволяющая оценить эффективность функционирования как всей системы ЭКДС с ПЭД, так и отдельных ее звеньев. В данном подходе учтены все недостатки, присущие «традиционным» двухполюсным схемам, что

позволило принять в расчет все разнообразие многофункциональных свойств системы и свести к минимуму погрешность в оценке характеристик эффективности объекта. Выполнен конкретный пример построения структурно-функциональной схемы ПЭД с повышенным напряжением. Для каждого из описанных элементов конструкции ПЭД с повышенным напряжением, а именно: узел токоввода, узел опорного подшипника, статор, ротор, узел нижнего основания, составлена математическая модель, позволяющая оценить вероятность возникновения отказа в работе ПЭД с учетом структурно-функциональных связей и конструкционных особенностей. Получено выражение для вероятности возникновения отказа погружного электродвигателя в общей форме, в котором, помимо описанных выше особенностей, учтено влияние величины остаточного ресурса ПЭД, величина которого определяется по кривым оценки остаточного ресурса ПЭД, разработанным и составленным во второй главе работы. Описанная методика имеет важное научно-практическое применение и позволяет производить оценку эффективности эксплуатации не только ПЭД, но и элементов его конструкции с учетом остаточного ресурса.

Четвертая глава посвящена анализу экономической эффективности эксплуатации парка *ЭКДС с ПЭД* и разработке путей ее повышения. В первом разделе 4 главы выполнен критический анализ существующей организации системы проведения ремонтов парка *ЭКДС с ПЭД* нефтедобычи. В целях оптимизации и повышения эффективности проведения техобслуживания и ремонта (ТОиР) на предприятиях нефтедобычи, снижения издержек, уменьшения времени ремонта *ЭКДС с ПЭД* и простоя рентабельной скважины предложено провести объединение стратегий ТОиР по наработке и техническому состоянию. Отмечается, что помимо совершенствования ТОиР существенный потенциал по повышению эффективности и качества проведения ремонтов определен в изменении самого механизма проведения ремонта в пределах одной скважины. В основе заложены принципы использования инструментов и технологий бережливого производства (lean production, lean manufacturing).

Для оценки производственных рисков автором предлагается методика комплексной оценки их деятельности, основанная на объединение технических и экономических направлений. Констатируется, что экономические механизмы повышения эффективности эксплуатации, качества функционирования имеют значительные возможности и базируются на использование инструментов системы менеджмента качества, таких как диаграмма К. Исикавы, известная так же как диаграмма «рыбьей кости» или «причинно-следственная» диаграмма; метод анализа видов и последствий потенциальных отказов или FMEA анализ;

диаграмма В. Парето. Составленная и описанная автором диаграмма К. Исикавы, позволила в графической форме установить наиболее существенные причинно-следственные взаимосвязи между факторами и последствиями возникновения технологических нарушений в эксплуатации ЭКДС с ПЭД и ПЭД. На основании полученных данных разработана схема устранения описанных технологических нарушений, влияющих на эффективность функционирования ЭКДС с ПЭД и ПЭД. Один из ключевых разделов 4 главы посвящен описанию и апробации оригинальной для отрасли нефтедобычи методики FMEA анализа, позволяющей дать оценку степени влияния факторов на проблему эффективности функционирования ЭКДС с ПЭД, на основе следующих основных показателей: значимость причины, частота ее возникновения и вероятность обнаружения. Для каждого дефекта рассчитано приоритетное число риска, позволяющее в численном виде оценить влияние дефектов на эффективность системы и, используя диаграмму Парето, установить приоритет в выборе действий по принятию решений.

Расчет экономической эффективности от внедрения разработанных мероприятий по устранению существующих недостатков эксплуатации ЭКДС с ПЭД и ПЭД на примере АО «Самаранефтегаз» позволяет оценить годовой ожидаемый экономический эффект и рентабельность результатов исследования с явной практической направленностью.

В заключении представлены основные результаты и выводы по диссертационной работе.

В приложениях к диссертационной работе приведены материалы, подтверждающие внедрение полученных в работе результатов (Акт о внедрении результатов исследования и 3 акта – об использовании результатов диссертационной работы).

Исходя из анализа содержания работы можно сделать вывод, что диссертационная работа Романова В.С. обладает внутренним единством, и свидетельствует о личном вкладе автора. Данные исследований изложены грамотно, используется принятая терминология. Диссертационная работа и автореферат соответствуют требованиям паспорта специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Содержание текста автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертационной работы и отражает все основные положения.

Значимость результатов диссертационной работы

Результаты, рекомендации и выводы диссертационной работы представляют научный и практический интерес ввиду возможности их применения при проектировании электроприводов электротехнических

комплексов добывающих скважин с установкой электроцентробежного насоса с ПЭД различных габаритов и приводов (вентильные двигатели) Значимость полученных автором результатов подтверждается актами внедрения в промышленность и учебный процесс.

Достоверность и обоснованность положений, выводов и результатов

Достоверность положений, выводов и полученных в диссертационном исследовании результатов обеспечивается корректным использованием математического аппарата. Предлагаемые методики и алгоритмы апробированы на практике и подтверждены экспериментальными исследованиями. Кроме того, достоверность обеспечивают корректно использованные методы натуральных исследований и современные программные процедуры. Экспериментальная часть исследования выполнялась в условиях эксплуатации действующих электротехнических комплексов добывающих скважин (ЭКДС) с установкой электроцентробежного насоса с ПЭД.

Публикации и апробация работы

Все основные положения диссертационной работы в достаточной степени отражены 12 печатных работах, из них 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 1 статья в издании, индексируемом в международной базе Web of Science.

Новизна диссертационной работы

Научная новизна работы заключается в следующем:

- математические модели накопления повреждений ЭКДС с ПЭД, включающие в себя реакции на эксплуатационные физические воздействия (ЭФВ) внутреннего и внешнего происхождения и связанные с ними старение всего комплекса в целом и отдельных его элементов;

- вероятностно-статистические модели отказов ПЭД, позволяющие произвести оценку текущего состояния парка ПЭД и установить закон распределения наработки на отказ.

- математическая вероятностная модель возникновения отказа ПЭД, полученная на основе построения усовершенствованных структурно-функциональных моделей ПЭД и разработанных кривых оценки индивидуального остаточного ресурса.

- методика организации проведения ремонтов электропогружного оборудования предприятий нефтедобычи, объединяющая стратегии техобслуживания и ремонта по наработке и техническому состоянию. Рассмотрено применение технологий бережливого производства для ремонтов оборудования скважины, позволяющих внести существенную экономию времени и средств в процесс ремонтов.

- диаграмма К. Исикавы, позволяющая в графической форме установить

наиболее существенные причинно-следственные взаимосвязи между факторами и последствиями возникновения технологических нарушений в эксплуатации ЭКПЭД и ПЭД.

- методика анализа видов и последствий потенциальных отказов (FMEA анализ) применительно к ЭКДС с ПЭД ПН, позволяющая дать оценку степени влияния факторов на проблему эффективности эксплуатации ЭКДС с ПЭД и ПЭД.

Названные выше положения являются новыми оригинальными научными разработками автора диссертационной работы.

Практическое значение диссертационной работы

Значительным практическим результатом является разработка методики оценки рисков технологических нарушений на предприятиях нефтедобычи, которая позволяет спрогнозировать потенциально возможные отказы (дефекты), установить причины и последствия их возникновения, произвести оценку их возникновения и предпринять меры для устранения, уменьшения вероятности появления.

Несомненными достоинствами диссертационной работы является то, что решения всех научных задач обеспечены необходимой верификацией и подтверждением достоверности полученных результатов, их сравнением и анализом соответствия данным экспериментальных исследований, опыта эксплуатации и практического внедрения в нефтедобывающих предприятиях России.

Вопросы и замечания

По содержанию диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. В текст диссертации (стр. 56) на рис. 1.17 представлена диаграмма характера повреждений погружных электродвигателей. В данной диаграмме не рассмотрено – какие производители ПЭД, в частности российские или импортные, имеют наибольшее количество дефектов.

2. Не ясно, по каким принципам формировались четыре условные группы ПЭД при статистическом анализе их отказов (стр. 67).

3. Из текста диссертации непонятно почему при выборе инженерных методик менеджмента качества использовались только обозначенные, существуют ли другие?

4. Отмечен ряд не принципиальных ошибок и неточностей в текстах диссертации и автореферата.

Вышеуказанные замечания по диссертационной работе и автореферату не снижают научной ценности диссертационной работы.

Заключение: диссертационная работа, согласно тексту диссертационной работы и автореферата, представляет собой завершённую научно-

исследовательскую работу, содержит научную новизну, практические результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Все разделы работы апробированы на конференциях различного уровня. Список публикаций отражает содержание диссертационной работы, а основные положения, выносимые на публичную защиту, отражены в 12 печатных работах, из них 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 1 статья в издании, индексируемом в международной базе Web of Science.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что оппонируемая кандидатская диссертация по научному содержанию, новизне исследований, обоснованности выводов, практической значимости результатов, по изложению и оформлению соответствует требованиям пунктов 9...14 раздела II. Критерии, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 01.10.2018), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Романов Владимир Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент, д.т.н.,
заведующий кафедрой электро- и
теплоэнергетики ГБОУ ВО
«Альметьевский государственный
нефтяной институт»



Нурбосынов
Дуйсен Нурмухамедович
«06» 02 2019 г.

Докторская диссертация защищена по
специальности 05.09.03 –
Электротехнические комплексы и
системы

Адрес: 423450, г. Альметьевск
Фахретдина, 42, тел.: (8553) 3
e-mail: nurbosinovdn@mail.ru



Первый проректор
учебной работе,
к.п.н., доцент



Иванов Алексей Федорович