

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной
и инновационной работе
ФГБОУ ВО «УГНТУ»

И.Г. Ибрагимов

2025 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»

Диссертация «Повышение энергоэффективности электроприводов установок штанговых глубинных насосов нефтедобывающих скважин» выполнена на кафедре «Электротехника и электрооборудования предприятий» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации с 2020 г. и по настоящее время соискатель Яшин Антон Николаевич работает на кафедре «Электротехника и электрооборудование предприятий» ФГБОУ ВО Уфимского государственного нефтяного технического университета.

В 2018 году с отличием окончил ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» с присуждением квалификации «бакалавр».

В 2020 году с отличием окончил ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по специальности 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» с присуждением квалификации «магистр».

В 2024 году окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по специальности 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Справка об обучении № 379-25 от 14.01.2025 выдана ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Справка о результатах сдачи кандидатских экзаменов по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы выдана 14.01.2025 ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Хакимьянов Марат Ильгизович, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», заведующий кафедрой «Электротехника и электрооборудования предприятий».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1 Оценка выполненной соискателем работы

По актуальности поставленных задач, методическому и научному уровню исследований, их новизне и практической значимости диссертационная работа Яшина А.Н. является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (п. 9-14) (в редакции Постановления правительства РФ от 25 января 2024 года № 62), ВАК Министерства образования и науки РФ и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. В соответствии с п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена важная научная задача повышения энергоэффективности электроприводов установок штанговых глубинных насосов нефтедобывающих скважин.

2 Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту:

- результаты исследования взаимосвязи между усилиями в точке подвеса штанг УШГН и значениями потребляемой электроприводом активной мощности с учетом кинематической схемы станка-качалки и влияния инерционных масс;
- результаты исследования влияния изменения параметров балансирного уравновешивающего контргруза на выходные параметры УШГН на основе разработанной модели «ШГН – станок качалка»;
- усовершенствованная методика проектирования электроприводов УШГН на базе вентильных электродвигателей;
- усовершенствованная методика проектирования гибридной ветросолнечной электростанции для электроприводов УШГН нефтедобывающих скважин;

- усовершенствованная интеллектуальная станция управления электроприводом УШГН со скважинным контроллером, обеспечивающие функцию автоматической балансировки уравнивающих контргрузов.

В перечисленных в диссертации работах соискателем лично получены следующие результаты:

- в работах [104], [117] рассматриваются роль глубиннонасосных установок в нефтедобывающей промышленности РФ, конструктивные особенности установок штанговых глубинных насосов;

- в работах [106], [114], [115] представлены результаты исследования влияния параметров балансирующего уравнивающего контргруза на выходные параметры электротехнического комплекса установки штангового глубинного насоса и преобразования ваттметраграммы электропривода УШГН в динамограмму;

- в работе [107] представлены результаты исследования эффективности применения вентильных двигателей в электроприводах УШГН;

- в работах [102], [108] представлены результаты исследований применения возобновляемых источников электроэнергии для электроснабжения электротехнических комплексов УШГН;

- в работах [63], [105], [116] описывается разработанная интеллектуальная станция управления электроприводом УШГН.

Опубликованные работы полностью отражают основное содержание диссертационной работы.

Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора: по главе 1 – [104], [117]; по главе 2 – [106], [114], [115]; по главе 3 – [107]; по главе 4 – [102], [108]; по главе 5 – [63], [105], [116]. Две статьи написаны автором единолично, другие совместно с научным руководителем или другими членами научного коллектива.

Личный вклад автора состоит в проведении экспериментальных и аналитических исследований, проведении расчетов и оформлении результатов. Также, автором усовершенствованы методики проектирования электроприводов УШГН на базе вентильных электродвигателей и электротехнического комплекса УШГН с использованием возобновляемых источников энергии. В формулировке и постановке задач, анализе полученных результатов, подготовка публикаций осуществлены совместно с научным руководителем. Автор участвовал в разработке интеллектуальной станции управления электроприводом установки штангового глубинного насоса с функцией диагностики нефтедобывающего оборудования в реальном времени.

3 Степень достоверности результатов проведенных исследований

При математическом описании и моделировании элементов электротехнического комплекса скважинной насосной установки использованы общепринятые в электроприводе и теоретической электротехнике, проверенные практическими разработками допущения.

Корректное использование математических и имитационных методов моделирования, результаты моделирования и теоретических исследований подтверждены экспериментальными данными, полученными автором.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях и опубликованы в печати, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science.

4 Научная новизна исследования.

На основе исследований взаимосвязи между значениями усилия в точке подвеса штанг УШГН и значениями активной мощности, потребляемой электроприводом, предложена усовершенствованная модель для численного получения динамограммы из массива ваттметрограммы, отличающаяся тем, что учитывает кинематическую схему станка-качалки и влияние инерционных масс, применение которой позволяет отказаться от использования физических датчиков динамометрирования.

В результате исследования влияния уравновешенности установок ШГН на потребление электроэнергии разработана усовершенствованная компьютерная модель «ШГН – станок качалка», позволяющая имитировать влияние изменения параметров балансирующего уравновешивающего контргруза на выходные параметры УШГН.

Разработана усовершенствованная методика проектирования электроприводов УШГН на базе вентильных электродвигателей, которая учитывает характеристики приводного механизма УШГН и конструктивные особенности вентильного двигателя для него.

Показано, что предложенная усовершенствованная методика расчета гибридной ветросолнечной электростанции для установки штангового глубинного насоса учитывает эксплуатационные расходы и количество неиспользованной электроэнергии, что позволяет решить задачу оптимизации уровня избыточной электроэнергии и количества неудовлетворенной нагрузки, предложенная структура электротехнического комплекса УШГН с использованием возобновляемых источников энергии позволяет снизить отрицательное влияние на сеть работающих с циклически изменяющейся нагрузкой электродвигателей.

Разработана интеллектуальная станция управления электроприводами УШГН, отличающаяся от известных тем, что имеющийся в ней разработанный скважинный контроллер позволяет обеспечить функцию автоматической балансировки уравнивающих контргрузов.

5 Теоретическая ценность и практическая значимость работы

Модель для численного получения динамограммы из массива ваттметрограммы позволяет отказаться от установки на УШГН физических датчиков динамометрирования, имеющих низкую надежность из-за обрывов кабеля и механических повреждений (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024666412).

Усовершенствованная модель «ШГН – станок качалка» с имитацией влияния изменения параметров балансирного уравнивающего контргруза на выходные параметры УШГН может быть использована при отладке интеллектуальных станций управления с функцией автоматического уравнивания балансирных грузов.

Предложенная методика проектирования электроприводов УШГН на базе вентильных электродвигателей позволяет сократить время и затраты на выполнение расчетов и проектных работ при модернизации электроприводов УШГН с целью повышения эффективности. Разработанный экспериментальный электромеханический стенд позволяет имитировать работу ШГН и исследовать работу ВД в условиях критичных режимов эксплуатации.

Усовершенствованная методика расчета параметров ветросолнечной электростанции для установок штанговых глубинных насосов отличается тем, что учитывает эксплуатационные расходы и количество неиспользованной электроэнергии, что уменьшает ее стоимость и позволяет снизить отрицательное влияние на сеть работающих с циклически изменяющейся нагрузкой электродвигателей (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024618777).

Разработанная интеллектуальная станция управления отличается тем, что позволяет отказаться от физических датчиков динамометрирования, что повышает надежность станции управления электроприводом скважины (патент на полезную модель № 229611).

Предложенные автором модели использованы при выполнении НИР «Автоматизированная система управления оптимизацией добычи нефти» по договору № Р582/2022п от 30.06.2022 между АО «ИК «Квантор» и УГНТУ, а также в учебном процессе на кафедре электротехники и электрооборудования предприятий УГНТУ.

**6 Соответствие диссертации специальности 2.4.2
Электротехнические комплексы и системы**

Рассматриваемые в работе задачи соответствуют паспорту специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы» - п. 1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования.»; п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления».

Отрасль науки – технические науки, поскольку приведенные результаты исследований дают существенный технический эффект при использовании и внедрении в электротехническом комплексе установки штангового глубинного насоса.

7 Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По результатам диссертационной работы опубликовано 10 научных трудов, в том числе 2 статьи в изданиях, входящих в перечень Scopus, 5 статей, входящих в перечень ВАК РФ, один патент на полезную модель и два свидетельства РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором, достаточная.

Общий объем публикаций – 46,12 п. л., авторский вклад – 23,68 п. л.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

Статьи в научных изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК:

1. **Яшин, А.Н.** Уравновешенность установок скважинных штанговых насосов на основе анализа ваттметрограмм / А. Н. Яшин, М. И. Хакимьянов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2021. - Т. 332, № 8. - С. 36-44.

2. **Яшин, А.Н.** Лабораторная установка для исследования применения возобновляемых источников энергии / А. Н. Яшин, А. С. Бодылев, Р. Т. Хазиева, М. И. Хакимьянов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. - 2022. - Т. 18, № 2. - С. 82-97.

3. Пачин, М.Г. Разработка интеллектуальной станции управления для установок штанговых глубинных насосов / М. Г. Пачин, **А. Н. Яшин**, А. С. Бодылев, М. И. Хакимьянов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2022. - Т. 333, № 3. - С. 68-75.

4. **Яшин, А.Н.** Преобразование ваттметрограммы электропривода установки штангового глубинного насоса в динамограмму / А. Н. Яшин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. - 2024. - Т. 20, № 3. - С. 80-88.

5. **Яшин, А.Н.** Исследование влияния параметров балансирующего контргруза на выходные параметры электротехнического комплекса установки штангового глубинного насоса / А. Н. Яшин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. - 2024. - Т. 20, № 4. - С. 73-83.

Статьи в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и SCOPUS:

6. **Яшин, А.Н.** Power Supply of The Sucker Rod Pump Unit Electric Drive Using Renewable Energy Sources / А. Н. Яшин, А. А. Конев, М. И. Хакимьянов // International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS) : The international scientific and practical conference materials, 16–18 November 2021, Ufa, Russia / USATU. - Уфа, 2021. - Р. 43-46.

7. **Яшин, А.Н.** Wattmeter Cards Analysis of Oil-Producing Pumps Electric Drives / А. Н. Яшин, М. И. Хакимьянов // International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon) : 24-26 Sept. 2021, Magnitogorsk, Russian Federation. - 2021.

Патенты и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

8. Бездатчиковая интеллектуальная станция управления скважиной / М.И. Хакимьянов, **А.Н. Яшин** // Патент на полезную модель. – № 229611. –Заявл. от 11.04.2024. Оpubл. 16.10.2024.

9. Расчет параметров ветро-солнечной электростанции для установок штанговых глубинных насосов / **А.Н. Яшин**, М.И. Хакимьянов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. – № 2024618777. –Заявл. от 11.04.2024. Оpubл. 17.04.2024.

10. Расчет динамограммы установки штангового глубинного насоса из массива ваттметрограммы / **А.Н. Яшин**, М.И. Хакимьянов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. – № 22024666412. –Заявл. от 02.07.2024. Оpubл. 12.07.2024.

Опубликованные работы полностью отражают основные положения, содержания диссертационной работы, основные результаты и рекомендации,

выносимые на защиту. В диссертации «Повышение энергоэффективности электроприводов установок штанговых глубинных насосов нефтедобывающих скважин» отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов и источники заимствования.

Диссертация «Повышение энергоэффективности электроприводов установок штанговых глубинных насосов нефтедобывающих скважин» Яшина Антона Николаевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Присутствовало на заседании 23 чел., в том числе 10 докторов наук. Результаты голосования: «за» – 23 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 6 от «23» января 2025 г.

Заведующий кафедрой «Электротехника
и электрооборудование предприятий»
ФГБОУ ВО «УГНТУ»,

д-р. техн. наук по специальности

05.09.03 – Электротехнические комплексы

и системы, доцент

e-mail: EEP-UGNTU@yandex.ru

Тел.: (347) 242-07-59

 Марат Ильгизович Хакимьянов

Подпись Хакимьянова М.И. заверяю:


начальник Отдела по работе с персоналом

«27» 01 2025 г.



Дадаян Ольга Анатольевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, д.1, тел.: +7(347)242-03-70
e-mail: info@rusoil.net