

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Уральский

государственный горный университет»,

Д. Ф. М. Н.

Д. В. Зайцев

2025 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Фролова Сергея Алексеевича** на тему «Повышение энергоэффективности функционирования электротехнических систем приводов штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

### 1. Структура и объем диссертационной работы

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 114 наименований и 3 приложений, изложенная на 153 страницах машинописного текста, содержащая 8 таблиц и 64 рисунка.

### 2. Актуальность темы диссертационной работы

Для нефтедобывающих предприятий актуальными остаются задачи обеспечения энергоэффективной работы скважинных насосных установок, снижения материальных и временных затрат на их обслуживание и ремонт, в том числе в осложненных условиях функционирования.

Известно, что при эксплуатации малodeбитных и осложненных нефтяных скважин наибольшее применение нашли установки штанговых

ОТЗЫВ

ВХ. 42 от 20.03.25  
АМ УС

скважинных насосов (УШСН), оснащенные, преимущественно, электромеханическими приводами – балансирными станками-качалками (СК). Часть УШСН оснащается перспективным электрогидравлическим приводом, обеспечивающим регулирование режимных параметров работы установок в широких диапазонах.

Создание систем приводов УШСН нового технического уровня может быть осуществлено на основе результатов исследований их работы в реальных условиях эксплуатации. Исследование нагруженности и сравнительная оценка энергопотребления при работе электротехнических систем приводов УШСН с целью обоснования технических решений, направленных на повышение энергоэффективности функционирования УШСН при скважинной добыче нефти, представляет теоретический и практический интерес.

Таким образом, диссертационная работа Фролова Сергея Алексеевича, посвященная повышению энергоэффективности функционирования систем приводов УШСН является актуальной, имеет теоретическую и практическую значимость.

### **3. Общая характеристика работы**

Целью диссертационной работы является повышение энергоэффективности функционирования систем приводов УШСН при скважинной добыче нефти.

Автором использован комплексный метод исследования, включающий анализ и обобщение результатов ранее опубликованных научных трудов по повышению энергоэффективности функционирования систем приводов УШСН, выполнение расчетов, проведение экспериментальных исследований.

В диссертации описана методика и приведены результаты экспериментальных исследований по оценке энергетических показателей работы перспективных приводов УШСН. Экспериментальные исследования

выполнены автором в условиях нефтяных промыслов и совместно со специалистами компании ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь».

Автором обоснованы технические решения по повышению энергоэффективности функционирования систем приводов УШСН. Разработаны схема и алгоритм управления электрогидравлического привода УШСН, обеспечивающие снижение динамических нагрузок на элементы привода и уменьшение влияния работы привода на качество электроэнергии в сети нефтяного промысла посредством аккумулирования и использования рекуперированной электроэнергии для работы вспомогательных и периферийных устройств УШСН.

Представленные в диссертации выводы и технические рекомендации обоснованы и не противоречат результатам ранее выполненных исследований в области проектирования и эксплуатации скважинных насосных установок для добычи нефти. Разработанные автором теоретические положения, а также методические и практические рекомендации являются результатом самостоятельного исследования.

#### **4. Значимость полученных результатов для науки и производства**

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем. Установлено, что использование приводов УШСН с широкими диапазонами регулирования параметров позволяет обеспечить рациональные режимы работы скважинного оборудования, что при прочих равных условиях, в сравнении с традиционными электромеханическими приводами – балансирными СК с асинхронными электродвигателями, обуславливает уменьшение пиковых нагрузок в точке подвеса колонны насосных штанг и повышает производительность скважинного насоса.

Автором разработана методика и выполнена сравнительная оценка эффективности функционирования электромеханических и электрогидравлических приводов УШСН в условиях нефтяных промыслов по критерию удельных затрат энергии на добычу скважинной жидкости.

Экспериментально доказано, что серийно выпускаемые ЭГП УШСН с пневматическим и электродинамическим типами уравнивания характеризуются низкой энергоэффективностью, то есть высокими удельными затратами энергии на добычу скважинной жидкости, превышающими базовые удельные затраты энергии, полученными при оснащении испытываемых УШСН традиционными балансирными СК, на 13,4...121,9 %.

Результаты промысловых испытаний показали, что повышение эффективности функционирования УШСН по критерию удельных затрат энергии на добычу скважинной жидкости до 13 % возможно посредством использования систем приводов, оснащенных вентильными двигателями с роторами на постоянных магнитах.

Достоверность полученных автором результатов подтверждается достаточным объемом экспериментальных исследований. Теоретические исследования построены на известных моделях, проверяемых данных, фактах; согласуются с опубликованными экспериментальными данными по функционированию приводов штанговых скважинных насосных установок.

## **5. О стиле, языке диссертации и автореферата. Соответствие автореферата содержанию диссертационной работы**

Диссертационная работа выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Работа написана грамотным, литературным языком. Структура диссертации отличается основательностью, целостностью, логической последовательностью изложения материала.

Выводы и рекомендации изложены четко и не допускают двусмысленности при их трактовке. Автореферат диссертации полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Результаты работы опубликованы в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть

опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; в 1 статье – в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования *Scopus*. Получен 1 патент на изобретение.

## **6. Рекомендации по использованию результатов и выводов исследований, полученных в диссертационной работе**

Выводы и результаты представленной на рассмотрение диссертационной работы имеют высокую научную и практическую ценность. Использование предложенных в диссертации технических решений и рекомендаций обусловит повышение энергоэффективности и надежности функционирования УШСН для добычи нефти, в том числе в осложненных условиях эксплуатации.

Разработанные методики контроля нагруженности и энергоэффективности функционирования приводов УШСН использованы сотрудниками ООО «НСХ АЗИЯ ДРИЛЛИНГ» при совершенствовании приборов мониторинга параметров работы нефтепромыслового оборудования (Акт внедрения 16.12.2024).

Результаты работы применяются ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» при обучении студентов по направлению подготовки 130400.65 «Горное дело», специализации «Электрификация и автоматизация горного производства» (Акт внедрения от 18.12.2024).

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSNM-2023-0005) в рамках НИР по теме «Фундаментальные основы рациональной разработки трудноизвлекаемых нефтяных запасов на основе создания цифровых двойников объектов нефтегазового комплекса».

## **7. Замечания по диссертационной работе**

1. При обосновании актуальности работы автор указывает, что «одним из перспективных типов систем приводов УШСН является

*электрогидравлический привод (ЭГП). Он характеризуется возможностью регулирования рабочих параметров в широких диапазонах, мобильностью, малой металлоемкостью, простотой монтажа, наличием информативных систем телеметрии».*

Известно, что указанные приводы УШСН характеризуются существенной стоимостью и, приблизительно, вдвое меньшей наработкой до капитального ремонта по сравнению с традиционными балансирными СК. Следует пояснить, какова область применения УШСН с электрогидравлическим приводом? В каких случаях рационально и оправдано использовать подобные системы приводов?

2. В таблице 3 автореферата указано, что при оснащении привода УШСН (дезаксиального станка-качалки СКДР-8-3) асинхронным электродвигателем, среднесуточный дебит скважины составил 27,5 м<sup>3</sup>/сут. А при работе на той же скважине того же СК, но с вентильным приводным двигателем, с идентичными режимными параметрами работы УШСН среднесуточный дебит скважины составлял 28,1 м<sup>3</sup>/сут. Следует пояснить, каким образом замена приводного двигателя на СК обусловила снижение дебита скважины на 0,6 м<sup>3</sup>/сут?

3. Судя по списку источников литературы, приведенному в конце рукописи диссертации, автором не в полной мере проанализированы работы отечественных и зарубежных ученых в области проектирования и эксплуатации вентильных двигателей. Интерес в данной области представляют работы С. В. Иваницкого, Н. И. Пашкова, В. Я. Беспалова, К. Я. Вильданова, В.А. Морозова и др.

4. Есть замечания к качеству оформления графического материала. Шрифт на рисунке 9 автореферата и рисунке 1.5 рукописи диссертации чрезмерно мелкий и практически не читаем. Фотографии приводов УШСН и диаграммы в первых двух главах рукописи диссертации выполнены чёрно-белыми, что снижает информативность их восприятия.

Замечания по работе соискателя Фролова С. А. носят частный характер и не снижают значимости полученных автором научных и практических результатов.

## **8. Заключение**

Диссертационная работа Фролова С. А. представляет собой самостоятельную, завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной задачи повышения энергоэффективности функционирования электротехнических систем приводов штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти.

Диссертация по своим задачам, содержанию, научно-техническому направлению и выполненным исследованиям соответствует п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления» и п. 4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов» области исследований паспорта специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Диссертация **Фролова Сергея Алексеевича** «Повышение энергоэффективности функционирования электротехнических систем приводов штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении учёных 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 её

автор, **Фролов Сергей Алексеевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

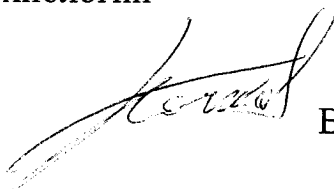
Отзыв ведущей организации по диссертации **Фролова С. А.** обсуждён и утверждён на заседании кафедры автоматики и компьютерных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» (протокол № 7 от 13.03.2025).

Заведующий кафедрой

автоматики и компьютерных технологий

ФГБОУ ВО «УГГУ»,

канд. техн. наук, доцент



Бочков

Владимир Сергеевич

Доцент кафедры

автоматики и компьютерных технологий

ФГБОУ ВО «УГГУ»,

канд. техн. наук, доцент



Лядский

Владимир Львович

Подписи В.С. Бочкова и В.Л. Лядского заверяю:

Начальник отдела кадров

ФГБОУ ВО «УГГУ»



Сабанова

Татьяна Борисовна

620144, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д. 30.

Тел.: +7 (343) 251-48-38.

E-mail: rector@m.ursmu.ru.

