

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента

Шевырёва Юрия Вадимовича на диссертацию

Фролова Сергея Алексеевича «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

На отзыв представлена рукопись и автореферат диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, трёх приложений, библиографического списка из 114 наименований. Содержит 153 страницы машинописного текста, 64 рисунка, 8 таблиц. Автореферат изложен на 20 страницах машинописного текста и двух вкладках, в составе которых 10 рисунков и 3 таблицы.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Отечественными и зарубежными нефтедобывающими предприятиями в настоящее время широко применяются штанговые скважинные насосные установки (УШСН). Данные установки применяются для случаев малодебитных скважин и скважин осложненного фонда. Рентабельная эксплуатация таких скважин во многом определяется энергоэффективностью функционирования систем приводов насосных установок.

Перспективным приводом для УШСН является электрогидравлический привод (ЭГП). Он характеризуется возможностью регулирования рабочих параметров в широких диапазонах, мобильностью, малой металлоемкостью, простотой монтажа, наличием информативных систем телеметрии. Другим решением является использование в системах приводов УШСН вентильных электродвигателей (ВД) с роторами на постоянных магнитах.

Однако широкое применение перспективных систем приводов УШСН сдерживается следующими факторами: высокой стоимостью оборудования, сложностью в обслуживании и ремонте, высокими удельными затратами энергии и меньшей наработкой по сравнению с традиционными

электромеханическими приводами (ЭМП) – балансирными станками-качалками (СК). Поэтому исследования, направленные на повышение энергоэффективности функционирования УШСН при скважинной добыче нефти, несомненно представляет теоретический и практический интерес.

В связи с указанным, тема диссертации Фролова Сергея Алексеевича «Повышение энергоэффективности функционирования электротехнических систем приводов штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти» является актуальной.

2. Научная новизна диссертации

Новизна научных выводов и рекомендаций заключается в разработке методики и выполнении сравнительных испытаний по оценке энергоэффективности функционирования электромеханических и электрогидравлических приводов УШСН в условиях нефтяных промыслов. Экспериментально доказано, что серийно выпускаемые ЭП 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 балансирными СК, до 122 %.

На основании результатов экспериментальных исследований доказано, 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.

Автором 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.

3. Теоретическая и практическая значимость диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в установлении особенностей влияния конструкции и режимов работы систем приводов УШСН на величину и характер изменения нагрузок на элементы систем приводов, производительность и энергоэффективность функционирования УШСН по критерию удельных затрат энергии на добычу скважинной жидкости.

Практическая значимость работы заключается в обосновании технических решений по повышению энергоэффективности функционирования электротехнических систем приводов УШСН при скважинной добыче нефти. Разработанные методики контроля нагруженности и энергоэффективности функционирования ЭГП УШСН использованы сотрудниками ООО «НСХ Азия Дриilling» при совершенствовании приборов мониторинга параметров работы нефтепромыслового оборудования.

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».

Исследования выполнены 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».

4. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, базируются на результатах известных работ ведущих отечественных и зарубежных ученых в области эксплуатации, ремонта и технического обслуживания нефтедобывающего оборудования, а также на результатах теоретических и экспериментальных исследованиях, выполненных автором диссертационной работы.

Экспериментальные исследования осуществлялись с использованием оборудования, прошедшего государственную поверку. Результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса формирования нагрузок и оценки энергоэффективности функционирования приводов УШСН согласуются с общепризнанными представлениями о закономерностях работы приводов нефтепромыслового оборудования.

Для доказательства первого защищаемого положения автором выполнены экспериментальные исследования в условиях нефтяных промыслов и совместно со специалистами компании ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь». Исследования выполнялись при участии сотрудников компании ООО «НПП «РОС» (г. Пермь). Экспериментально доказано, что выпускаемые отечественными предприятиями 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 ЭМП, на 13,4...121,9 %.

Для доказательства второго защищаемого положения автором обоснованы способы увеличения наработки и повышения энергоэффективности функционирования ЭГП УШСН на основе разработанных автором схем и алгоритмов управления. Данное решение обеспечивает снижение динамических нагрузок на элементы приводов и уменьшение влияния работы привода на качество электроэнергии в сети нефтяного промысла.

Для доказательства третьего защищаемого положения в диссертации приведена методика, описан порядок проведения и выполнен анализ результатов экспериментальных исследований по оценке энергоэффективности функционирования ЭМП УШСН с вентильным электродвигателем (ВД). Показано, что использования в системах привода вентильных двигателей с роторами на постоянных магнитах позволяет повысить эффективность функционирования ЭМП УШСН – балансирных СК, по критерию удельных затрат энергии на добычу скважинной жидкости до 13 %.

5. Общая оценка содержания диссертации

Фролов Сергей Алексеевич выполнил работу на актуальную тему, подтвердил широкий научный кругозор, хорошее знание вопроса, выполнил значительный объем теоретических и экспериментальных исследований. Диссертация и автореферат написаны грамотно, материал изложен последовательно и логично. Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации. На все используемые литературные источники имеются ссылки.

В диссертации приведено достаточное количество иллюстративного материала, такого как рисунки, таблицы, графики, что обеспечивает наиболее полное понимание изложенной информации.

Основные положения работы докладывались на международных конференциях и симпозиумах. По результатам выполненных исследований по теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; 1 статье в издании, индексируемом в международной наукометрической базе данных и системе цитирования *Scopus*. Получен 1 патент на изобретение.

Все защищаемые положения, сформулированные в диссертационной работе, соответствуют названию диссертации и цели исследования, являются обоснованными и опираются на результаты выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований. Полученные в работе результаты являются новыми и могут быть использованы при решении задач обеспечения энергоэффективной работы приводов установок штанговых скважинных насосов на промыслах нефтедобывающих предприятий.

6. Замечания по диссертационной работе

1. Теоретические исследования, выполненные в главе 2, необходимо было дополнить сравнительным анализом статических и динамических характеристик электроприводов при найденных законах движения механизма.

2. Не понятно, в чём преимущество предлагаемого решения по накоплению и последующему использованию аккумулированной электрической энергии по сравнению с использованием для рекуперации электроэнергии активного выпрямителя напряжения.

3. Нет пояснения, что представляет собой четырёхпериодный алгоритм управления системой привода.

4. Вызывают сомнения результаты замеров сигналов тока и напряжения, приведенные на рисунках 4.3 и 4.4, где практически отсутствуют гармоники высшего порядка.

5. В работе следовало бы на основе выполненных исследований сформулировать научно обоснованные технические требования к вентильным электродвигателям для условий работы штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти.

7. Заключение

Диссертация **Фролова Сергея Алексеевича** на тему «Повышение энергоэффективности функционирования электротехнических систем приводов штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти» является законченной научно-квалификационной работой, в которой дано одно из решений актуальной задачи повышения энергоэффективности функционирования электротехнических систем приводов штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти, что вносит значительный вклад в развитие предприятий нефтяного сектора России.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Цель и задачи исследования соответствуют уровню диссертации на соискание степени кандидата технических наук. Полученные результаты достоверны и обоснованны. Приведенные в настоящем отзыве замечания не снижают научной и практической ценности диссертации.

Представленная на отзыв диссертация соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора 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.

Официальный оппонент, доктор
технических наук, доцент, профессор
кафедры энергетики и
энергоэффективности горной
промышленности, Федеральное
государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСИС»


Шевырёв
Юрий Вадимович
26.03.2025

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


Шевырёв Юрий Вадимович

Адрес: 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1.
Телефон: +7 916-311-06-46, e-mail: shevyrev.yv@misis.ru

Подпись официального оппонента д.т.н., доцента, профессора кафедры энергетики и энергоэффективности горной промышленности НИТУ МИСИС Шевырёва Юрия Вадимовича заверяю

