

Утверждаю
Проректор по научной
и инновационной работе
ФГБОУ ВО УГНТУ
д.т.н., профессор
Ибрагимов И. Г.
« 14 » 10 2024 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на диссертационную работу Семенова Александра Сергеевича «Снижение удельного электропотребления нефтяного месторождения на основе алгоритмов рациональных режимов работы скважинного фонда», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа Семенова Александра Сергеевича посвящена решению актуальной научно-технической задачи снижения удельного электропотребления на нефтяных месторождениях и кустах скважин. Основная цель исследования заключается в определении способа задания рационального режима работы электрооборудования скважинного фонда с позиции снижения потребления электроэнергии всего электротехнического комплекса (ЭТК) нефтедобывающего предприятия (НДП) с сохранением целевых показателей объемов добычи нефти. Поставленная цель является амбициозной, требует существенного анализа действующих систем, поиска и выбора возможных вариантов решения проблемы. Основным инструментом для перехода к рациональному режиму работы всего электротехнического комплекса нефтедобывающего предприятия видится внедрение безлюдных технологий с информационными моделями сопровождения технологического процесса добычи нефти. В соответствии с «Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года» предлагаемые решения видятся перспективными, отвечающими требованиям повышения уровня автоматизации технологического процесса, повышения автономности электроэнергетических объектов, развития алгоритмов управления объектами добычи нефти и соответствующими процессами, внедрения интеллектуальных безлюдных технологий. При этом необходимо учитывать ключевые особенности управления и изменения технологического процесса добычи нефти для каждой скважины.

В этой связи решение научно-технической задачи в диссертационной работе Семенова Александра Сергеевича снижения удельного

электропотребления на нефтяных месторождениях и кустах скважин представляется актуальной задачей, имеющей важное значение для повышения энергетической эффективности отрасли, и соответствует направлениям государственной политики Российской Федерации в области энергетики.

2. Научная и практическая значимость результатов диссертационного исследования

В ходе выполнения диссертационной работы соискателем получены следующие основные научные результаты:

1) структура и принцип взаимодействия гидродинамической системы нефтяного месторождения с ЭТК НДП, отличающиеся от существующих наличием централизованного управления и обратной связи посредством взаимодействия системы телеметрии автоматизированной групповой замерной установки (АГЗУ) с информационной средой;

2) методика выбора электрооборудования скважинного фонда действующих и реконструируемых скважин добычи нефти, отличающаяся от существующих формированием кластеров параметров однотипного оборудования с учетом текущего технологического режима работы скважин;

3) алгоритм задания рационального режима работы скважинного фонда нефтяного месторождения, отличающийся от существующих применением энергетических профилей скважин при регулировании режима работы скважинного фонда с учетом процесса потребления и распределения электроэнергии;

4) цифровая модель ЭТК НДП с централизованным управлением электрооборудованием скважинного фонда, отличающаяся от существующих тем, что оценивает возможность перераспределения объемов добычи нефти с сохранением целевых показателей и поддержанием оптимального режима работы каждой скважины.

Научная ценность работы состоит в решении актуальной научной задачи, заключающейся в разработке научно-методического обоснования модернизации и моделировании работы структуры системы управления электротехническим комплексом нефтедобывающего предприятия с целью получения возможности эффективного распределения энергоресурсов и, как следствие, снижения удельного электропотребления в процессе добычи нефти в электротехнических комплексах с разветвленной системой электроснабжения. Составляющими научной новизны являются: модернизированная структура системы управления электротехническим комплексом нефтяного месторождения с интегрированным центром принятия решений, учитывающим в своем составе установленное электрооборудование для добычи нефти на основе данных технологических параметров каждой скважины; разработанная методика подбора параметров скважинного электрооборудования на основе технологических параметров скважины без электротехнических расчетов; алгоритм задания

рационального режима работы скважинного фонда нефтяного месторождения при поддержании минимального удельного электропотребления на границе балансовой принадлежности ЭТК НДП с учетом технологических ограничений добычи нефти; цифровая модель электротехнического комплекса нефтедобывающего предприятия для оптимизации потребления и распределения электроэнергии в задаче снижения удельного электропотребления на границе балансовой принадлежности.

Практическая значимость работы заключается в разработке структуры системы управления электротехнического комплекса нефтяного месторождения с интегрированным центром принятия решений, учитывающим в своем составе установленное электрооборудование для добычи нефти на основе данных технологических параметров каждой скважины; алгоритмизации процесса задания рационального режима работы скважинного фонда нефтяного месторождения с применением энергетических профилей при регулировании режима работы скважинного фонда с учетом процесса потребления и распределения электроэнергии.

Результаты работы используются группой предприятий «СПУТНИК», ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», ООО «Системнефтеавтоматика», а также при разработке интеллектуальных станций управления в НИОКТР по соглашению № 075-11-2021-052 от 24.06.2021 г. «Создание высокотехнологичного производства автономных энергосберегающих цифровых систем распределенного управления добывающим фондом скважин на основе элементов машинного обучения и искусственного интеллекта» в рамках Постановления №218 Правительства РФ от 09.04.2010 г. (2021-2024). Методика подбора параметров скважинного оборудования используется в учебном процессе электротехнического факультета ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием апробированного математического аппарата применяемых теорий, сопоставлением результатов расчета с данными, полученными как при лабораторных испытаниях, так и при инструментальных замерах на реальных объектах добычи нефти (относительная погрешность составляет не более 5%); внедрением результатов диссертационной работы в производственную практику и учебный процесс.

3. Апробация положений диссертационной работы

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях всероссийского и международного уровней.

По теме диссертации опубликовано 6 работ (из них 4 опубликованы в изданиях, входящих в международные системы цитирования), получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В опубликованных работах в достаточной степени раскрывается содержание диссертации.

4. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Представленная в работе модернизированная структура системы управления электротехническим комплексом нефтедобывающего предприятия может использоваться при проектировании и эксплуатации систем добычи нефти с целью организации информационного сопровождения всего технологического процесса.

Предложенные алгоритмы задания и поддержания рационального режима работы скважинного фонда могут быть использованы при разработке оптимизационных мероприятий по повышению энергоэффективности НДП.

5. Содержание автореферата

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, методы исследования и результаты работы.

6. Замечания по диссертационной работе

К диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Автор рассматривает ЭТК нефтедобывающих скважин без учета влияния системы поддержания пластового давления (ППД). Однако система ППД оказывает сильное влияние на работу скважинных добывающих насосов, а сами электроприводы насосов системы ППД являются значимыми потребителями электроэнергии на НДП.

2. Можно ли считать разработанную цифровую модель ЭТК НДП с централизованным управлением электрооборудованием скважинного фонда цифровым двойником? Существуют ли отечественные и зарубежные цифровые двойники систем электроснабжения нефтяных промыслов, в чем их достоинства и недостатки?

3. Рисунок 11 автореферата с графическим представлением перераспределения дебита скважин месторождения малоинформативен. Вертикальная ось имеет размерность дебита ($\text{м}^3/\text{сут}$), однако не имеет численных отметок. По горизонтальной оси просто указаны номера скважин в непонятном порядке. Было бы более наглядным сделать этот рисунок трехмерным, привязав оси X и Y к географическим координатам, а по оси Z отметив изменения дебита, а также показав места расположения центров питания (подстанций).

4. В работе не произведен расчет экономического эффекта предложенных технических решений в денежном эквиваленте (только в кВт·ч), отсутствует расчет срока окупаемости проекта. Расчет срока

окупаемости важен, так как разработка цифровых двойников промышленных объектов обходится чрезвычайно дорого.

5. Некоторые используемые в работе термины не являются общепринятыми и вызывают вопросы, так, автор называет параметр $\cos \varphi$ «коэффициентом активной мощности», на стр. 42 диссертации используется термин «сопротивление скважины».

6. При описании разработанного метода подбора параметров скважинного оборудования в условиях информационной неопределенности на стр. 75 диссертации отмечается, что ошибка определения параметров составила 4,464%. Рассчитанные параметры сравниваются с результатами измерений, но измерительных приборов, позволяющих определить ошибку в тысячные доли процента, не существует, поэтому следовало бы ограничиться десятными долями процента.

7. В таблице с результатами моделирования перераспределения дебита скважин (таблица 4.11 в диссертации и таблица 4 автореферата) неверно указана размерность удельного потребления энергии – $\text{кВт}/\text{м}^3$, приводить к единице объема добываемой продукции нужно не мощность, а затраченную энергию ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$).

7. Заключение

Диссертационная работа Семенова Александра Сергеевича выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне, полученные результаты являются новыми и имеют научную и практическую значимость. Достоверность результатов подтверждается их согласованностью с результатами экспериментов.

Диссертационная работа соответствует п.14 Положения о присуждении ученых степеней: соискатель в тексте диссертации корректно ссылается на авторов и/или источники заимствования материалов или отдельных результатов; используя результаты научных работ, выполненных лично и/или в соавторстве, соискатель отмечает это обстоятельство в диссертации.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отмеченное выше позволяет заключить, что диссертационная работа Семенова Александра Сергеевича соответствует требованиям положения НИТУ «МИСИС», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автор диссертационной работы Семенов Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертационная работа Семенова Александра Сергеевича «Снижение удельного электропотребления нефтяного месторождения на основе алгоритмов рациональных режимов работы скважинного фонда», автореферат и отзыв обсуждены на заседании кафедры электротехники и электрооборудования предприятий ФГБОУ ВО «УГНТУ», протокол № 3 от «14» октября 2024 г.

Председатель заседания

Заведующий кафедрой электротехники и электрооборудования предприятий, доктор технических наук, доцент


18.10.2024

Хакимьянов
Марат Ильгизович

Отзыв составил

Доцент кафедры электротехники и электрооборудования предприятий, кандидат технических наук, доцент



Хазиева
Регина Тагировна

Подпись Хакимьянова М. И. и Хазиевой Р. Т. заверяю, начальник ОРП



О. А. Дадаян

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ).

Почтовый адрес: 450064, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов 1.

Тел.: (347) 242-03-70

E-mail: info@rusoil.net; <http://www.rusoil.net>

Докторская диссертация Хакимьянова М. И. защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Кандидатская диссертация Хазиевой Р. Т. защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.