

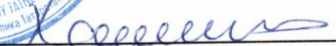
УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель

генерального директора

ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина
по разведке и добыче нефти и газа –
руководитель «Татнефть – Добыча»



 Р.Х. Халимов

«28» апреля 2026 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина на диссертационную работу Рукина Михаила Валерьевича на тему «Обоснование потокоотклоняющего устройства при периодической кратковременной эксплуатации установки скважинного электроприводного лопастного насоса», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 – «Машины, агрегаты и технологические процессы» (технические науки)

В ведущую организацию на рассмотрение были предоставлены:

1 Диссертация Рукина Михаила Валерьевича, изложенная на 149 страницах машинописного текста, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы, включающей 104 наименования, семь приложений. Работа содержит 41 рисунок и две таблицы.

2) Автореферат на 24 страницах машинописного текста, в котором изложено основное содержание диссертационной работы и приведен перечень основных публикаций автора по теме диссертации из 14 наименований.

1. Актуальность темы выполненной работы

Современный этап разработки нефтяных месторождений характеризуется увеличением доли трудноизвлекаемых запасов и переходом

значительного фонда скважин в категорию малодебитных. В этих условиях периодический кратковременный режим (ПКР) эксплуатации установок электроприводных лопастных насосов (УЭЛН) становится одним из основных способов поддержания рентабельной добычи. Однако циклическая работа с частыми пусками и остановками создаёт серьёзные проблемы с отводом тепла от погружного электродвигателя (ПЭД), что приводит к его перегреву, снижению ресурса изоляции и преждевременным отказам.

Проблема недостаточного охлаждения ПЭД в ПКР характерна для многих нефтедобывающих предприятий. Поэтому разработка технических решений, направленных на интенсификацию теплоотвода, является актуальной научно-практической задачей, имеющей важное значение для повышения надёжности и эффективности механизированной добычи нефти.

2. Научная новизна результатов работы:

1. Выявлена закономерность формирования теплового режима ПЭД в ПКР, заключающаяся в асимметрии скоростей нагрева и охлаждения двигателя: скорость роста температуры в полуцикле откачки превышает скорость ее снижения в полуцикле накопления, что приводит к росту температуры ПЭД при увеличении длительности цикла (нагрев возрастает до 30% при увеличении периода откачки с 5 до 10 минут).

2. Установлено, что применение потокоотклоняющего устройства интенсифицирует теплообмен с ПЭД при работе в ПКР за счет принудительного перенаправления потока из затрубного пространства, что выражается в росте чисел Рейнольдса и Нуссельта в 3-5 раз и обеспечивает снижение нагрева двигателя в 2-3 раза (на 20-40°C). Выявлено, что использование пластин оребрения на внутренней поверхности потокоотклоняющего устройства за счет снижения проходного сечения, увеличения площади теплового контакта и интенсификации турбулентности потока позволяет снизить температуру ПЭД еще на 20%. В результате

снижаются риски преждевременных отказов ПЭД, связанных с перегревом, что позволяет увеличить его ресурс.

3. Для условий периодического кратковременного режима (ПКР) на основе статистического анализа промысловых данных впервые выявлены, количественно оценены и проранжированы по степени влияния ключевые факторы, определяющие наработку до отказа (НдО), что позволило установить их комплексное влияние: доминирующее отрицательное (газовый фактор и концентрация мехпримесей с коэффициентом корреляции 0.6-0.8), значительное положительное (плотность нефти с коэффициентом корреляции 0.4) и умеренное положительное (длительность периода откачки и дебит скважины с коэффициентом корреляции ~0.3).

3. Значимость для науки результатов диссертационных исследований, полученных автором

Диссертационная работа Рукина М.В. содержит ряд новых научных положений, развивающих теорию теплообмена в погружном нефтепромысловом оборудовании при нестационарных режимах эксплуатации:

1. Установлена закономерность формирования теплового режима ПЭД в ПКР, заключающаяся в асимметрии скоростей нагрева и охлаждения: скорость роста температуры в полувеличении превышает скорость её снижения в полувеличении накопления, что приводит к увеличению максимальной температуры при росте длительности цикла. Это положение углубляет научные представления о нестационарном теплообмене в системах с циклическим тепловыделением и обосновывает необходимость применения динамических моделей для анализа теплового состояния ПЭД.

2. Выявлены механизмы интенсификации теплообмена при использовании разработанного потокоотклоняющего устройства: принудительное перенаправление потока из затрубного пространства увеличивает числа Рейнольдса и Нуссельта в 3–5 раз, снижая нагрев ПЭД в 2–

3 раза. Установлено, что дополнительное оребрение внутренней поверхности устройства позволяет снизить температуру ПЭД ещё на 20 % за счёт увеличения площади теплового контакта и турбулизации потока. Полученные количественные зависимости могут быть использованы при проектировании аналогичных устройств для различных типоразмеров УЭЛН.

3. На основе статистического анализа промысловых данных впервые выявлены, количественно оценены и проранжированы ключевые факторы, определяющие наработку до отказа УЭЛН в ПКР, включая газовый фактор, концентрацию механических примесей, плотность нефти, давление насыщения, длительность периода откачки и дебит жидкости. Разработанные эмпирические зависимости с множественным коэффициентом корреляции более 0,8 позволяют прогнозировать ресурс оборудования и обоснованно планировать ремонтные работы.

4. Значимость для производства результатов диссертационных исследований, полученных автором

Практическая ценность выполненной работы подтверждается внедрением результатов в производственную деятельность и подтверждена документально:

1. Разработано и запатентовано потокоотклоняющее устройство (патент РФ № 2830533), предназначенное для интенсификации охлаждения ПЭД при работе УЭЛН в ПКР. Опытные-промысловые испытания на скважине АО «Газпромнефть-ННГ» показали снижение максимальной температуры ПЭД на 13 °С при сохранении технологического режима. Это создаёт запас по температуре, позволяющий увеличить длительность циклов откачки и сократить количество пусков-остановок, что положительно влияет на ресурс оборудования.

2. Разработан и внедрён в производственный процесс АО «НЕГУСНЕФТЬ» стандарт организации «Методика расчёта теплового режима погружного электродвигателя установки электроприводного

центробежного насоса в периодическом режиме эксплуатации», который используется при подборе оборудования и оптимизации режимов ПКР.

3. Предложен и запатентован способ периодической эксплуатации скважины (патент РФ № 2814706), основанный на контроле температуры ПЭД и оптимизации длительности циклов откачки и накопления. Результаты опытно-промысловых испытаний на пяти скважинах подтвердили возможность снижения пиковой температуры на 6–12 °С без потери дебита.

4. Результаты исследований внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Нижневартковский государственный университет» при подготовке магистров по направлению «Нефтегазовое дело», что свидетельствует об их образовательной ценности.

5. Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью разработанной математической модели, её адекватностью, использованием известных положений фундаментальных наук, согласованностью полученных теоретических результатов с известными положениями теории насосов, а также с промысловыми данными.

Основные положения диссертации докладывались на:

- «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли». VIII Международная научно-практическая конференция. Альметьевск, 2023.

- «Современные технологии в нефтегазовом деле». Международная научно-техническая конференция. Уфа, 2024.

- «Культура, наука, образование: проблемы и перспективы». XI Международная научно-практическая конференция. Нижневартковск, 2024.

- «Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук». Международная научно-технической конференция, посвященная памяти профессора В.Х. Хамаева. Уфа, 2024.

- «Цифровые технологии в образовании и практической деятельности». Международная научно-практическая конференция. Уфа, 2022.

По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе три статьи в журналах, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ. Получено два патента на изобретение.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Тексту диссертации и автореферата диссертации характерна целостность изложения, работа написана грамотным техническим языком и выстроена логично. Каждая глава завершается выводами. Автореферат диссертации и опубликованные работы полностью и в должной мере отражают основное содержание диссертации.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы ее цель и основные задачи, обозначены основные положения, выносимые на защиту, показаны научная новизна и практическая ценность результатов работы.

В первой главе проведен анализ причин и факторов, влияющих на надежность УЭЛН в ПКР на примере месторождений Западной Сибири. Для анализа использована выборка данных о работе порядка 500 добывающих скважин, оборудованных УЭЛН и эксплуатируемых в ПКР в период с 2015 по 2024 г.

Во второй главе представлена математическая модель для расчета температурного поля ПЭД и омывающей его жидкости в режиме кратковременной периодической откачки. В отличие от известных подходов разработанная модель детально учитывает нестационарные тепловые и гидродинамические процессы, возникающие при периодическом кратковременном режиме работы УЭЛН, что позволяет более точно прогнозировать температуру ПЭД.

В третьей главе исследовано применение потокоотклоняющего устройства, обеспечивающего повышение надежности УЭЛН за счёт

обеспечения охлаждения ПЭД потоком жидкости, откачиваемой из затрубного пространства скважины.

В четвертой главе представлены результаты внедрения и опытно-промысловых исследований разработанных технических решений. Выполнены опытно-промысловые исследования (ОПИ) на добывающей скважине АО «Газпромнефть - ННГ», работающей в ПКР, подтвердившие эффективность разработанного потокоотклоняющего устройства.

7. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные направления для внедрения результатов исследования:

1. Для научно-исследовательских и проектных институтов нефтегазового профиля: использовать разработанные теоретические положения (модель для описания процесса нестационарного теплообмена) при создании новых математических моделей;

2. Для сервисных и машиностроительных компаний: использовать разработанную математическую модель нестационарного теплообмена в программных комплексах для проектирования и подбора режимов работы УЭЛН, а также при планировании геолого-технических мероприятий на скважинах переводимых в ПКР. Модель позволяет прогнозировать тепловое состояние ПЭД и обоснованно выбирать длительность циклов откачки и накопления.

3. Для нефтегазодобывающих компаний: применять полученные эмпирические зависимости для предиктивной оценки наработки до отказа при планировании ремонтных работ и формировании графиков обслуживания оборудования. Рекомендуется включить эти зависимости в методические документы по эксплуатации УЭЛН в периодическом режиме.

4. Для образовательных учреждений: включить результаты диссертации в программы повышения квалификации инженерно-технических работников нефтегазовых предприятий, а также использовать в учебном

процессе профильных кафедр вузов по специальностям, связанным с эксплуатацией нефтепромыслового оборудования.

8. Замечания по работе

1. В автореферате (стр.12) и в диссертации (стр.34) не приведены границы применимости полученных регрессионных зависимостей по диапазонам параметров, что несколько ограничивает их использование для скважин с экстремальными значениями факторов.

2. При моделировании теплового режима ПЭД в ПКР принято допущение о равномерном тепловыделении по объёму двигателя. В реальных условиях распределение потерь может быть неравномерным, что требует дополнительной оценки влияния этого фактора на точность расчёта пиковых температур.

3. Изменение площади оребрения потокоотклоняющего устройства влияет на гидродинамику и формирует перепад давления на ПЭД. В работе не рассмотрен вопрос прочности крепежа оборудования при данных изменениях.

4. В диссертационной работе проведен анализ отказов УЭЛН, однако выборка для статистического анализа (468 скважин после предварительной отбраковки) сформирована из фонда, работающего в периодическом кратковременном режиме. При этом не указано, каким образом исключалось влияние различий в типоразмерах насосов, глубине спуска, конструкции станций управления (наличие/отсутствие плавного пуска) и возрасте оборудования, что также оказывает влияние на НдО.

9. Заключение

Диссертационная работа Рукина Михаила Валерьевича «Обоснование потокоотклоняющего устройства при периодической кратковременной эксплуатации установки скважинного электроприводного лопастного насоса» имеет существенное значение для развития теории теплообмена в погружном

нефтепромысловом оборудовании и обладает высокой практической ценностью для нефтедобывающих предприятий.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Диссертация Рукина М.В. является законченным научным исследованием, выполненным на высоком методическом уровне. Структура работы логична, поставленные задачи решены, выводы обоснованы. Достоверность результатов подтверждена верификацией математической модели на промысловых данных (отклонение не превышает 3 %) и положительными результатами опытно-промысловых испытаний. Автореферат диссертации отражает основное содержание диссертации.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соискатель Рукин Михаил Валерьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 – «Машины, агрегаты и технологические процессы» (технические науки).

Отзыв обсуждён и утверждён на заседании научно-технического совета отдела эксплуатации и ремонта скважин Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. На заседании присутствовало 20 человек. Результаты голосования: «за» - 20, «против» - нет, «воздержалось» - нет. Протокол № 1 от 20.04.2026 г.

Я, Глухoded Александр Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Заведующий лабораторией техники

и технологии добычи нефти института «ТатНИПИнефть»

ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина

Кандат технических наук

А.В. Глуходед

28.04. 2026 г.

Я, Гарифов Камиль Мансурович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Начальник отдела эксплуатации

и ремонта скважин института «ТатНИПИнефть»

ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина

доктор технических наук, профессор

К.М. Гарифов

28.04 2026 г.

Я, Зарипов Азат Тимерьянович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Первый заместитель директора

института «ТатНИПИнефть»

ПАО «Татнефть» им В.Д. Шашина,

доктор технических наук

А.Т. Зарипов

28.04 2026 г.

Подписи заверяю. Специалист по организации и оплате труда. Мамеева А.П.



Сведения об организации:

Полное наименование на русском языке: Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина

Сокращенное наименование на русском языке: институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть»

Почтовый (фактический адрес): 423403, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Советская, 186А

Официальный сайт в сети Интернет: tatnipi.tatneft.ru

E-mail: info@tatnipi.ru

Контактный телефон: +7(8553)310800 доб. 53210

Халимов Рустам Хамисович

Кандидат технических наук по специальности 25.00.17 - «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»,
Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д. Шашина
Первый заместитель генерального директора
по разведке и добыче нефти и газа - руководитель «Татнефть-Добыча»
423450, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина 75А
Тел. 8(8553)307984

Зарипов Азат Тимерьянович

Доктор технических наук по специальности 25.00.17 - «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»,
Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина
Первый заместитель директора,
423403, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Советская, 186А
Тел. 8(8553) 310800 доб. 53222

Гарифов Камиль Мансурович

Доктор технических наук по специальности 25.00.17-«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», профессор,
Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина,
Начальник отдела эксплуатации и ремонта скважин
423200, Республика Татарстан, г. Бугульма, ул. М. Джалиля. 64,
Тел. 8(85594)78974

Глуходед Александр Владимирович

Кандидат технических наук по специальности 25.00.17- «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»,

Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти
публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина,
Заведующий лабораторией техники и технологии добычи нефти,
423200, Республика Татарстан, г. Бугульма, ул. М. Джалиля. 64,
Тел. 8(85594)78907