

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный
нефтяной технический университет»,
кандидат технических наук
Рабаяев Р.У.



ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на диссертационную работу Князевой Жанны Валерьевны на тему «Исследования причин разрушения и разработка комплексной методики оценки свойств защитных металлизационных покрытий корпусов погружных электродвигателей, эксплуатирующихся в нефтяных скважинах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – Материаловедение.

1. Актуальность темы выполненной работы

Современный этап развития нефтяной промышленности характеризуется резким повышением коррозионной активности добываемой продукции, что приводит к преждевременному выходу из строя погружного оборудования. Основной тренд развития нефтедобывающей отрасли состоит в повышении эксплуатационной надежности при одновременном снижении материалоемкости, энергетических и экономических затрат. Диссертация Князевой Ж.В. посвящена решению серьезной производственной проблемы, имеющей важное значение для организаций, занимающихся нефтедобычей: обеспечения требуемого уровня свойств металлизационных покрытий, применяемых для защиты корпусов погружных электродвигателей (ПЭД) от действия агрессивной среды. Анализ статистических данных позволяет утверждать, что основная часть отказов по причине коррозии (70 %) приходится именно на корпус ПЭД. Наиболее простым и экономически выгодным способом защиты корпуса ПЭД от воздействия агрессивных факторов в промышленных условиях является газотермическое напыление защитных металлизационных покрытий. Опыт применения данного способа в отрасли свидетельствует о повышении наработки изделий, однако, не полностью исключает проблему преждевременного отказа оборудования, что подтверждается

материаловедческими исследованиями аварийных корпусов ПЭД с металлизационным покрытием. К числу наиболее существенных недостатков применяемых покрытий относятся: недостаточная стойкость к ударным механическим воздействиям, недостаточная стойкость к абразивному износу, значительная пористость покрытий. Причиной перечисленных недостатков является не достаточная проработанность вопроса применения металлизационных покрытий в нефтегазовой отрасли. Для решения проблемы применения защитных металлизационных покрытий ПЭД, существенного повышения их свойств, увеличения экономической эффективности за счет увеличения наработки ПЭД необходимо использовать современные достижения науки в разработке покрытий для защиты металлических поверхностей от коррозии и износа. Таким образом, тематика настоящей диссертационной работы является актуальной и направлена на решение проблемы повышения надежности и снижения аварийности эксплуатируемых ПЭД.

Основной целью диссертационной работы Князевой Ж.В. является создание комплексной методики оценки свойств защитных металлизационных покрытий и совершенствование данного способа защиты ПЭД на основе результатов определения причин разрушения и лабораторных исследований. Для достижения поставленной цели в работе предложен ряд оригинальных и эффективных технологических решений, заключающихся в разработке методики ускоренных коррозионных испытаний металлизационных покрытий ПЭД, а также разработке технических требований к свойствам металлизационных покрытий, используемых для защиты ПЭД, позволяющие оценить применимость металлизационного покрытия в определенных условиях эксплуатации. Также весьма большой интерес представляет новый разработанный комбинированный способ антикоррозионной защиты ПЭД путем футеровки наружной поверхности корпуса и дополнительной металлизации не футерованных поверхностей, который является достойной альтернативой применению ПЭД с металлизационным покрытием и использованию ПЭД в коррозионностойком исполнении.

На основании изложенного тема диссертационной работы Князевой Жанны Валерьевны «Исследования причин разрушения и разработка комплексной методики оценки свойств защитных металлизационных покрытий корпусов погружных электродвигателей, эксплуатирующихся в нефтяных скважинах» является актуальной и имеет практическое значение.

2. Значимость для науки результатов диссертационного исследования автора

Установлено, что в условиях эксплуатации ПЭД основное влияние на коррозионную стойкость оказывает не химический состав покрытия, а его структура и пористость, поскольку разрушение происходит по механизму

подпленочной коррозии с образованием карбонатов и/или сульфидов железа. В ходе исследований различных типов металлизационных покрытий с различным содержанием легирующих элементов установлено влияние структурного фактора металлизационного покрытия на его коррозионную стойкость. Так, оксидная прослойка, характерная для электродуговых металлизационных покрытий, будучи менее устойчивой к воздействию коррозионной среды и характеризующаяся высокой пористостью облегчает проникновение среды к металлу корпуса ПЭД.

Разработана методика ускоренных коррозионных испытаний металлизационных покрытий и показано, что результаты испытаний по предложенной методике коррелируют с наблюдаемыми коррозионными разрушениями, полученными в ходе эксплуатации ПЭД. Впервые предложена методика ускоренных автоклавных испытаний металлизационных покрытий. Обоснованы условия и параметры автоклавных испытаний металлизационных покрытий ПЭД.

3. Значимость для производства результатов диссертационных исследований автора

На основе результатов диссертационного исследования были разработаны технические требования к металлизационным покрытиям ПЭД. Предложенные требования нашли практическое применение в успешно работающих на сегодняшний день компаниях, специализирующихся на напылении металлизационных покрытий - ООО «ТСЗП» в г. Москва, ООО «ТСК Урал» в г. Екатеринбург и ООО «КОМТЭК» в г. Екатеринбург.

4. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Разработанный автором альбом отказов, позволяющий проводить первичную идентификацию причин разрушения по визуальным признакам, дает возможность производить дополнительную классификацию отказов оборудования. Такой альбом позволяет идентифицировать особенности коррозионных процессов и внедрять на предприятии более совершенные методы антикоррозионной защиты.

5. Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Материалы диссертационной работы отражены в 9 публикациях, в том числе в 4 статьях в журналах рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 статья в журнале входящем в базу данных Scopus и Web of Science. Получен патент. Материалы диссертационной работы доложены на конференциях международного и Российского уровня. В целом можно констатировать, что основные результаты диссертационной работы опубликованы.

6. Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, общих выводов, списка использованных источников и 3 приложений. Диссертация изложена на

209 страницах, содержит 39 таблиц, 71 иллюстрацию и список использованных источников из 116 наименований.

Во введении дана общая характеристика работы: ее актуальность, основные цели и задачи, научная и практическая значимость полученных результатов, а также положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации представляет собой аналитический обзор литературы, в котором освещены вопросы защиты погружного оборудования УЭЦН, в частности корпуса ПЭД, от коррозии и износа. В первой главе диссертации подробно рассмотрены основные осложняющие факторы, характерные для последней стадии разработки месторождений и способствующие преждевременному отказу оборудования. Рассмотрены механизмы и виды коррозионных повреждений корпусов ПЭД, на которые приходится высокая доля отказов. Особое внимание уделено способам защиты корпусов ПЭД от коррозии и износа, наибольшее распространение среди которых как простой и экономичный способ защиты от коррозии наружной поверхности корпусов насосов и двигателей УЭЦН, получила пассивная электрохимическая защита, сущность которой заключается в нанесении антикоррозионного защитного покрытия на поверхность оборудования. Проведенный литературный обзор, безусловно, свидетельствует о высокой эрудиции диссертанта и его детальном знакомстве не только с отечественной, но и с зарубежной литературой по обсуждаемой проблеме.

Во второй главе приводятся данные по материалам, оборудованию и методикам экспериментального исследования. Перечислены методы испытаний, результаты которых позволят оценить комплекс физических, механических, физико-механических, трибологических и коррозионных свойств металлизационных покрытий, и которые могут быть основой новой методики комплексной оценки свойств металлизационных покрытий. Следует отметить комплексный подход к изучению структуры и свойств получаемых металлизационных покрытий, включающий ряд современных аналитических методов, таких как растровая электронная микроскопия и спектральный анализ, а также проведение испытаний образцов из изделий и образцов-свидетелей.

Третья глава посвящена анализу статистических данных отбраковки ПЭД по причине коррозионного повреждения, а также анализу результатов материаловедческих исследований причин отказов корпусов ПЭД с металлизационным покрытием после эксплуатации. Проведенный анализ статистических данных подтверждает высокий уровень отбраковки ПЭД по причине коррозии. В свою очередь исследования корпусов ПЭД с металлизационным покрытием после эксплуатации позволило установить несколько основных причин разрушения металлизационных покрытий: механические повреждения, абразивный износ покрытия, низкие барьерные

свойства покрытия, несовершенства технологии нанесения покрытия. Проведенные исследования позволили установить стадийность коррозионного разрушения корпусов ПЭД с покрытием.

Четвертая глава посвящена разработке и практической реализации комплексной методики лабораторных испытаний металлизационных покрытий, имитирующих воздействие различных эксплуатационных факторов. Результаты исследований металлизационных покрытий в соответствии с комплексной методикой лабораторных испытаний свидетельствуют о возможности корректного моделирования разрушающего воздействия основных осложняющих факторов. В данной главе подробно рассмотрено влияние особенностей строения структуры металлизационных покрытий на результаты лабораторных исследований.

В пятой главе представлены технические требования к газотермическим металлизационным покрытиям, разработанные на основании проведенного анализа условий эксплуатации, причин отказов изолированных корпусов ПЭД, а также результатов комплексных лабораторных исследований металлизационных покрытий. Разработанные технические требования состоят из 11 разделов и содержат требования к свойствам металлизационных покрытий ПЭД, технологии их нанесения, контролю, приемке и поставке и направлены на повышение качества металлизационных покрытий и снижение аварийности эксплуатируемых ПЭД.

В шестой главе представлены результаты разработки комбинированного способа защиты наружной поверхности ПЭД, сочетающего в себе футеровку цилиндрической части ПЭД и дополнительную металлизацию незащищенных поверхностей. Использование в качестве футеровки стали типа AISI 316L позволяет снизить скорость коррозии более чем на порядок, что обеспечивает антикоррозионную защиту на всем жизненном цикле изделия.

В заключении диссертации сформулированы общие выводы по работе.

7. Замечания по работе

1. Коррозионные испытания металлизационных покрытий ПЭД в разработанной методике представлены шестью методами испытаний, однако, не для всех методов прописаны условия проведения испытаний (температура, давление, длительность) и которые можно понять, лишь обратившись к пятой главе диссертации и указанным нормативным документам (стандартам).

2. Разработанная методика лабораторных испытаний представлена большим набором показателей, дающих как качественную, так и количественную оценку свойств металлизационных покрытий. При этом не ясно, какие показатели являются наиболее весомыми для оценки применимости металлизационных покрытий ПЭД.

3. В диссертации отмечено о значительном влиянии толщины на свойства металлизационных покрытий. Следовало ответить на вопрос какие минимальные и максимальные граничные требования к толщине покрытия для исключения

негативного влияния внутренних напряжений и снижения коррозионной стойкости?

4. В работе установлено, что износостойкость в значительной степени зависит от структуры покрытия, однако, детального описания полученных результатов не представлено.

5. В тексте автореферата присутствует опечатка: указано, что список литературы представлен 114 наименованиями, а в тексте диссертации содержится 116 источников литературы.

Отмеченные недостатки не снижают высокого научного уровня диссертационной работы и не затрагивают результаты, отнесенные к научной новизне.

Заключение

Диссертационная работа Князевой Жанны Валерьевны на тему «Исследования причин разрушения и разработка комплексной методики оценки свойств защитных металлизационных покрытий корпусов погружных электродвигателей, эксплуатирующихся в нефтяных скважинах» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение технических задач и разработки, имеющие существенное значение для науки и практики. Работа выполнена автором самостоятельно на актуальную тему. Полученные диссертантом новые научные результаты проверены экспериментально, и позволяют повысить надёжность работы погружных электродвигателей в условиях скважин.

Содержание автореферата отражает содержание диссертационной работы. Диссертация соответствует специальности 2.6.17. Материаловедение.

На основании вышеизложенного считаем, что представленная диссертация на тему «Исследования причин разрушения и разработка комплексной методики оценки свойств защитных металлизационных покрытий корпусов погружных электродвигателей, эксплуатирующихся в нефтяных скважинах» по своей новизне, научной и практической значимости полученных результатов удовлетворяет требованиям ВАК (пунктам 9, 10, 11, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор - Князева Жанна Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Протокол № 1 от «31» августа 2021 г. Присутствовало

на заседании 40 человек. Результаты голосования «за» 40 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел.

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» доктор технических наук, профессор.

Докторская диссертация защищена по специальностям:

05.17.07 «Химическая технология топлива и газа»;

05.04.09 «Машины и агрегаты нефтеперерабатывающих и химических производств»

kuzeev2002@mail.ru



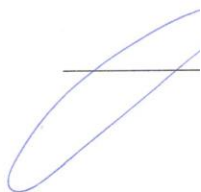
И Кузеев Искандер Рустемович

Доцент кафедры «Технологические машины и оборудование» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», кандидат технических наук.

Кандидатская диссертация защищена по специальности

05.16.09 - Материаловедение (машиностроение в нефтегазовой отрасли)

gafarova.vika@bk.ru



Гафарова Виктория Александровна

21.05.2021

Подпись Кузеева И.Р., Гафаровой В.А. заверяю
Начальник отдела по работе с персоналом



Дадая Ольга Анатольевна



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

450064, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1.

e-mail: info@rusoil.net, телефон: 8(347)243-19-77

Телефон кафедры «Технологические машины и оборудование»: 8 (347)243-17-75

Электронный адрес кафедры «Технологические машины и оборудование»:
123tmo@mail.ru