

С И Б И Р С К И Й
Ф Е Д Е Р А Л Ь Н Ы Й
У Н И В Е Р С И Т Е Т

S I B E R I A N
F E D E R A L
U N I V E R S I T Y

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Руслан Александрович Барышев

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
<http://www.sfu-kras.ru>, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001



2022 г.

№ _____
от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации - ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
на диссертацию Наконечной Ксении Васильевны «Гидроабразивное изнашивание
промысловых трубопроводов коррозионно-активной промышленной средой»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.3 - Трение и износ в машинах

1. Актуальность темы исследования

Широко используемые для повышения дебита скважин технологические приемы, такие как гидроразрыв пласта и увеличение депрессии на пласт, сопровождаются интенсивным выносом частиц породы и пропанта и ускоренным гидроабразивным износом как погружного оборудования, так и промысловых трубопроводов. Для промысловых трубопроводов гидроабразивный износ осложнен коррозионной активностью перекачиваемой среды и необходимостью проведения очистных операций полости трубопровода от асфальтосмолопарафиновых и солевых отложений. Применение внутренних полимерных покрытий позволило защитить металл труб от коррозионного действия промышленной среды. Однако низкая твердость и износостойкость полимерных покрытий вносит существенный вклад в износ и, следовательно, в сокращение срока службы промысловых трубопроводов. Комплексное действие разрушающих факторов приводит к разгерметизации трубопровода, разливам и выбросам в окружающую среду продукции скважин, наносит значительный экономический и экологический ущерб.

В связи с этим в 2017 году был разработан и введен в действие свод правил «Промысловые трубопроводы. Оценка технических решений на основе анализа риска». Процесс разрушения в нем определяется комплексным действием таких факторов, как гидроабразивное и механическое изнашивание, деградация свойств защитного покрытия, коррозия металла труб. Интенсивность воздействия этих факторов существенно изменяется в зависимости от состава добываемой скважинной продукции, структуры коллектора месторождения, перечня технологических мероприятий, заложенных в проект разработки отдельных пластов. Это затрудняет применение экспертного подхода к оценке ресурса промысловых трубопроводов, а применение методов внутритрубного неразрушающего контроля и толщинометрии ограничены диаметрами трубопроводов и наличием теплоизоляции на надземных участках. Поэтому оценка ресурса промысловых трубопроводов требует разработки расчетно-экспериментальной методики, позволяющей на основе данных лабораторных испытаний учесть вклад таких факторов как гидроабразивное и механическое изнашивание, деградацию свойств защитного покрытия, коррозию металла труб, разгерметизацию трубопровода и прогнозировать срок его службы в зависимости от фактических условий эксплуатации. Таким образом, разработка предложенной в диссертации методики оценки ресурса на основе результатов лабораторных исследований лежит в русле актуального научно-технического направления.

2. Оценка структуры и содержания работы

Материал диссертации изложен последовательно, выводы имеют логическое обоснование. Основные результаты диссертации апробированы на научно-практических конференциях. Опубликованные по результатам исследований материалы достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

Оформление текста и графического материала выполнено в соответствии с установленными требованиями к диссертационной работе. Список использованной литературы составлен с учетом требований ГОСТ Р 7.0.100-2018.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка из 97 наименований, а также 2 приложений. Работа изложена на 126 страницах, содержит 25 иллюстраций и 33 таблицы.

Содержание и структура диссертации изложены в логической последовательности и соответствуют поставленной цели. Представленные результаты обоснованы и взаимосвязаны. Результаты исследования, такие как

выдвигаемые соискателем положения, а также выводы и предложения, являются актуальными и новыми.

3. Научная новизна результатов научного исследования

1. Предложена экспериментальная методика определения износостойкости внутренних покрытий и металла труб под действием гидроабразивного потока, позволяющая прогнозировать процесс изнашивания промышленных трубопроводов.

2. Установлены закономерности определения линейной скорости гидроабразивного изнашивания внутренних полимерных защитных покрытий и стальных поверхностей промышленных труб, позволяющие учесть влияние таких факторов, как концентрация абразива в промышленной среде, скорость движения потока среды и давление в трубопроводе, а для стальных труб, дополнительно, вклад коррозионной активности среды.

3. Предложены расчетные зависимости для определения коэффициентов изнашивания и деградации свойств полимерных внутренних покрытий, эксплуатируемых при контакте с гидроабразивным потоком коррозионно-активной промышленной среды. Показано, что применение двухслойных полимерных покрытий обеспечивает более высокий уровень износостойкости и сохранения адгезионной прочности по сравнению с однослойными жидкими эпоксидными покрытиями.

4. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность выдвинутых автором выводов и расчетных зависимостей подтверждается сходимостью полученных расчетных результатов с большим объемом экспериментальных данных.

5. Степень достоверности результатов исследований

Достоверность полученных в диссертации результатов исследований обеспечивается корректным проведением экспериментальных исследований, повторяемостью значений, полученных на ряде параллельно выполненных испытаний, применением стандартизированных средств измерений, прошедших государственную поверку, и обработкой в соответствии с положениями математической статистики.

6. Личный вклад автора в получение результатов исследования

Диссертация представляет собой самостоятельный научный труд автора. Результаты проведенных исследований докладывались и обсуждались на

региональных, всероссийских и международных научно-практических конференциях.

Основные положения диссертации и научные результаты опубликованы в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ и изданиях, включенных в международную наукометрическую базу данных Scopus и Web of Science.

Личный вклад автора в исследовательской работе заключается:

- в самостоятельной разработке методики оценки ресурса промысловых трубопроводов, эксплуатируемых в условиях перекачки гидроабразивного потока промысловой среды, позволяющей учесть влияние изнашивающих, гидродинамических и химических факторов промысловой среды на ресурс внутренних полимерных покрытий промыслового трубопровода, и методики экспериментального определения и получения расчетных зависимостей для определения скорости гидроабразивного изнашивания металла промысловых труб;
- в разработке и подготовке к внедрению «Классификатора внутренних покрытий, поиска технологии защиты сварного стыка» в ООО «Газпромнефть НТЦ» (в составе коллектива авторов).

7. Теоретическая и практическая значимость результатов исследований

В диссертационной работе предложен новый комплекс расчетных зависимостей, позволяющих оценить ресурс промыслового трубопровода, имеющего внутреннее полимерное защитное покрытие на разных стадиях его эксплуатации в промысловых средах с широким диапазоном разрушающих факторов.

Практическая ценность результатов диссертации состоит в разработке методики по оценке ресурса промысловых трубопроводов с внутренними полимерными покрытиями.

Разработанная методика может быть применена на нефтедобывающих предприятиях, ее внедрение способно привести к уменьшению рисков разгерметизации промысловых трубопроводов вследствие обоснованного учета и прогнозирования влияния комплекса негативных факторов (осложнений) на целостность трубопровода и его элементов, включая защитные покрытия, в процессе добычи нефти. Наиболее существенным ожидаемым практическим результатом стоит считать снижение опасности возникновения серьезных

последствий разрушения трубопроводной инфраструктуры, таких как разливы скважинной продукции, всегда приводящие к экологическому и экономическому ущербу.

Результаты, полученные в диссертационной работе, использованы для разработки «Классификатора внутренних покрытий, поиска технологии защиты сварного стыка» для ПАО «Газпром нефть», о чем имеются соответствующие документы приема к внедрению.

8. Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы, содержит научные положения, результаты, основные выводы, научную новизну и практическую значимость диссертации, позволяет сделать заключение о высоком научном уровне работы, содержит полный перечень трудов диссертации, автором или соавтором которых является соискатель.

9. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

1. Инициировать внесение изменения в нормативную документацию в части оценки рисков промысловых трубопроводов, учитывающие факторы, действующие во время эксплуатации.

2. Разработка нормативного документа, регламентирующего применение предложенной методики испытаний на гидроабразивное изнашивание полимерных покрытий и оборудования для их проведения.

3. Разработка композиционных полимерных составов для внутренних защитных покрытий промысловых трубопроводов, работающих в условиях контакта с промысловой средой, содержащей высокую концентрацию абразива.

10. Замечания по диссертационной работе

1. При рассмотрении вопросов гидроабразивного изнашивания не учтен фракционный и минералогический состав абразива, содержащегося в потоке перекачиваемой среды.

2. В ходе проведения экспериментов в работе выбраны условия, отличающиеся от тех, которые обычно возникают в скважине и промысловых трубопроводах. Так, контактное давление 0,176 МПа существенно, на два порядка,

ниже типичных давлений в нефтедобывающем оборудовании на месторождениях Восточной Сибири.

3. При обсуждении результатов для турбулентных потоков не указывается степень турбулентности, не упоминается число Рейнольдса.

4. Неясно, является ли удельная скорость изнашивания величиной постоянной в широком диапазоне параметров, входящих в ее вычислительную формулу.

5. Имеют место опечатки и другие замечания редакционного характера.

В целом, указанные замечания не снижают научно-практической ценности диссертационной работы, носят дискуссионный или рекомендательный характер.

11. Заключение по диссертационной работе

Диссертация Наконечной Ксении Васильевны «Гидроабразивное изнашивание промысловых трубопроводов коррозионно-активной промышленной средой» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи разработки методики учета и прогноза гидроабразивных процессов износа внутренней поверхности промысловых нефтепроводов, имеющей существенное значение для развития теории трения и износа и практически важной для нефтегазовой отрасли.

Работа выполнена автором самостоятельно, на высоком научном уровне, структурирована, содержит новые научные результаты и решения, которые свидетельствуют о личном вкладе соискателя в науку.

Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертационной работы и отражает ее ключевые положения.

Диссертационная работа Наконечной К.В. соответствует паспорту научной специальности 2.5.3 - «Трение и износ в машинах» по пунктам областей исследований:

- п. 3. Закономерности различных видов изнашивания и поверхностного разрушения;
- п.7. Триботехнические свойства материалов, покрытий и модифицированных поверхностных слоев;
- п.10. Физическое и математическое моделирование трения и изнашивания.

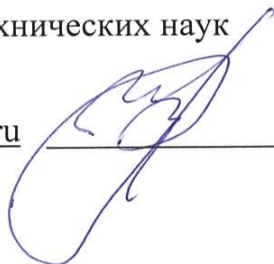
Результаты диссертационного исследования опубликованы в 17 печатных работах, из них в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ - 4, в изданиях, включенных в международную базу данных

Scopus и Web of Science - 3. Имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

Диссертация соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Наконечная Ксения Васильевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 - Трение и износ в машинах.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» 17 августа 2022 года, протокол №12.

Заведующий кафедрой «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» ФГАОУ ВО «СФУ», доктор технических наук
тел.: +7 (902) 982-04-88
e-mail: YBezborodov@sfu-kras.ru



Безбородов Юрий Николаевич
« 17 » 08 2022г.

Доцент кафедры «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» ФГАОУ ВО «СФУ», кандидат технических наук
тел.: +7 (950) 401-41-63
e-mail: VShram@sfu-kras.ru



Шрам Вячеслав Геннадьевич
« 17 » 08 2022г.



ФГАОУ ВО СФУ
Подпись В.В. Шрам заверяю
Начальник общего отдела Шрам В.В.
« 17 » 08 2022г.