

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента** доктора физико-математических наук  
Некучаева Владимира Оровича  
на диссертационную работу  
**Сунагатуллина Рустама Зайтуновича** на тему «Эксплуатация магистральных  
нефтепроводов с асфальтосмолистыми парафиновыми отложениями»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.8.5 (25.00.19) – «Строительство и эксплуатация  
нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки)»

### **1. Актуальность выбранной темы**

Актуальность выбранной темы исследования обусловлена необоснованными эксплуатационными затратами на очистку и ингибирование отложений нефти, как и рисками осложнений при эксплуатации неизотермических нефтепроводов. Несмотря на обилие существующих методов борьбы с отложениями, условия и ограничения к режимам и качеству товарной нефти в магистральных нефтепроводах не позволяют эффективно использовать технологии, успешно применяемые при добыче, сборе и промышленном транспорте неподготовленных высокопарафинистых нефтей. Таким образом, затрагиваемые в диссертации вопросы разработки эффективных методов прогнозирования, очистки и ингибирования АСПО, направленные на оптимизации эксплуатационных затрат и снижение рисков осложнений, являются актуальными для отрасли магистрального нефтепроводного транспорта.

### **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автор комплексно использует численные и лабораторные экспериментальные методы исследования, начиная от анализа состава и свойств нефти и ее отложений, образцы которых отбирались с действующих осложненных отложениями участков МН, до статических, динамических и стендовых кинетических испытаний, включая применение методов математического компьютерного моделирования многофазного потока для решения задачи распределения отложений по длине и времени.

Достоверность полученных результатов подтверждается анализом данных по эксплуатации участков магистральных нефтепроводов, осложненных отложениями, выполненным соискателем, а также соответствием основных выводов и положений диссертации результатам опубликованных работ других авторов, рассмотренных в ходе выполненного в рамках исследования литературного обзора.

Результаты диссертационного исследования докладывались на всероссийских и международных научных конференциях, и публиковались в ведущих журналах из перечня ВАК и периодических научных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus, посвященных проблемным вопросам трубопроводного транспорта нефти.

### **3. Значимость полученных результатов для науки и практики**

Автором качественно и количественно измерено влияние отложений нефти на теплогидравлические параметры режима перекачки как для изотермического, так и «горячего» неизотермического нефтепровода.

Возможность использования пристенных отложений, следствия естественного теплообменного процесса, в качестве внутреннего защитного покрытия труб, позволяющего не только снизить теплотери и риски коррозионных процессов, но и сократить скорость накопления асфальтосмолопарафиновых отложений на стенке нефтепровода и гидравлическое сопротивление труб, позволяют сделать выводы о необходимости пересмотра затратных организационно-технических мероприятий по удалению и ингибированию АСПО в системе магистральных нефтепроводов.

Предложенные «экспресс-методы» оценки и методология экспериментальных исследований по прогнозированию отложений в нефтепроводах могут применяться как для решения инженерных задач, так и выполнения научно-исследовательских работ, связанных с проблемами перекачки высоковязких и застывающих нефтей.

#### **4. Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 основных глав, заключения, списка литературы из 160 источников, изложена на 210 страницах машинописного текста, содержит 78 рисунков, 22 таблицы и 5 приложений.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК и ГОСТ, текст и основное содержание работы изложены последовательно без явных грамматических и стилистических ошибок.

Во введении соискателем обоснована актуальность работы, сформулированы цель, основные задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту диссертации.

**Первая глава** посвящена литературному обзору исследований по тематикам, близким и взаимосвязанным с вопросами парафинизации нефтепроводов, выделены основные отличия процесса накопления отложений в магистральных нефтепроводах по сравнению с более изученным нефтепромысловыми сетями сбора, для чего был выполнен анализ состава нефтей, АСПО и данных по эксплуатации магистральных нефтепроводов, осложнённых асфальтосмолопарафиновыми отложениями.

**Во второй главе** представлены результаты лабораторных испытаний образцов отложений и проб нефтей, включая поверхностные слои с вырезанных катушек МН, а также данные по исследованию физико-механических характеристик слоя АСПО, таких как теплопроводность, коррозионная активность и шероховатость. Испытания выполнены в соответствии с разработанной соискателем программой и методикой с использованием поверенных средств измерений и аттестованного испытательного оборудования в аккредитованной лаборатории.

**В третьей главе** выполнен сравнительный анализ эффективности различных методов статических и динамических исследований процесса парафинизации труб, на основании которого определены необходимые условия и режимы испытаний для создания многофакторной модели парафинизации МН, воспроизводящей кинетику процесса накопления и выноса АСПО, для чего разработан испытательный стенд, на который получен патент на изобретение. Комплекс выполненных лабораторных и

стендовых исследований подтвердил решающее влияние температурного градиента на интенсивность образования отложений и неэффективность ингибиторов АСПО депрессорного типа, применяемым при преддиагностической очистке участков МН.

**Четвертая глава** содержит результаты численных экспериментов при расчете изотермических стационарных и нестационарных, с использованием динамических симуляторов, режимов перекачки нефти в условиях образования пристенного слоя отложений, подтверждающие возможность эффективного использования отложений в качестве естественного внутреннего защитного покрытия труб со сглаживающими и теплоизоляционными свойствами, позволяющими снизить затраты на перекачку.

## **5. Основные замечания и рекомендации к диссертационной работе**

1. В автореферате на рис.1 и в диссертации на аналогичном рисунке 3 приведена фазовая диаграмма равновесия Арланской нефти. Нигде не обсуждается и не поясняется, какие именно фазовые состояния нефти здесь находятся в равновесии. Зачем приводятся эти диаграммы, если единственным значимым параметром, который обсуждается, является значение температуры начала кристаллизации парафинов? Какая еще информация из приведенных фазовых диаграмм используется в диссертации? Нет достаточных пояснений к рис.2 автореферата и аналогичному рис.1 диссертации. Не указана кривая выпадения асфальтенов, при этом автором отмечается значимость влияния данного фактора на процесс парафиноотложений в нефтепроводах.

2. Автор диссертации в главе 3 при решении третьей поставленной задачи не поясняет, что именно подразумевается под динамикой и кинетикой процесса парафинизации нефтепроводов, и в чем состоит разница между этими понятиями, считая, видимо, это общепринятым или очевидным. Следовало бы разъяснить эти понятия для однозначности понимания полученных результатов.

3. В главе 4 на с.94 не поясняется, как получается выражение 4.2 из формулы Лейбензона 4.1. Оно справедливо только если при вариациях эффективного диаметра трубы и расхода нефти перепад давлений на участке при этом остается постоянным. Это условие никак не обсуждается. Кроме того, из выражений 4.2 – 4.6 следует, что при увеличении диаметра  $D$ , т.е. положительном приращении  $\Delta D$ , расход  $Q$  уменьшается, т.к.  $\Delta Q$  отрицательно. Такой вывод представляется весьма странным, по-видимому, в этих формулах допущена ошибка. Непонятно также, почему в формуле 4.7 справа стоит 0? Наверное, это описка автора.

Приведенные замечания скорее надо рассматривать как пожелания, они не затрагивают общей сути работы и не уменьшают ценность достигнутых результатов.

## **6. Публикации, отражающие основное содержание работы**

Результаты диссертационной работы опубликованы в 19 печатных изданиях, в том числе 8 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, кроме того 4 научные статьи в журналах, индексируемых реферативной базой Web of Science, и 3 – в изданиях, входящих в базу цитирования Scopus. Автором получен 1 патент на изобретение.

## 7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

В автореферате представлены основные положения диссертационной работы, которые адекватно воспроизводят основной текст и дают достаточную информацию о защищаемых соискателем положениях и обоснованности сделанных выводов.

## 8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Сунагатуллина Р.З. «Эксплуатация магистральных нефтепроводов с асфальтосмолистыми парафиновыми отложениями» отвечает всем необходимым критериям, которые утверждены Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2014 года №842 (п.9-14), Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335 (п.9-14, п.32) «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертационная работа Сунагатуллина Рустама Зайтуновича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно-обоснованные решения, подходы и разработки, направленные на повышение эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с асфальтосмолистыми парафиновыми отложениями нефти и имеющие существенное значение для отрасли.

Соискатель, Сунагатуллин Рустам Зайтунович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 (25.00.19) – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки)».

Официальный оппонент, докт. физ.-мат. наук  
(01.04.05, 01.04.08), профессор, заведующий  
кафедрой физики и химии ФГБОУ ВО  
«Ухтинский государственный технический  
университет»

Некучаев Владимир Орович

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»  
Почтовый адрес: 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13  
тел.: +7 (912) 8685062, vnekuchaev@ugtu.net

Подпись В.О. Некучаева заверяю:

Ученый секретарь

« 03 » 03 2021 г.



Н.С.Игнатова