

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Мухарямовой Гульшат Ильдаровны на тему: «Исследование влияния электромагнитной обработки на реологические свойства высоковязких и парафинистых нефтей и моделирование их течения в трубопроводе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность диссертационной работы определяется тем, что в мировой структуре сырьевых ресурсов наблюдается устойчивый рост доли трудноизвлекаемых запасов, к которым относятся высоковязкие, застывающие, парафинистые нефти со сложными реологическими свойствами. В то же время, основным методом доставки углеводородов от пунктов добычи к конечным пунктам остается трубопроводный транспорт. В связи с этим становится необходимой задача моделирования процессов течения таких нефтей; выявление, разработка и внедрение качественно новых методов снижения вязкости и улучшения их свойств. Одним из таких методов является электромагнитная обработка, исследования влияния которой на ряд нефтей, составляющих основной пул добычи и транспорта, посвящена диссертационная работа.

Научная новизна диссертационной работы Мухарямовой Г.И заключается в том, что: автором предложен метод ЭМ воздействия на нефти, транспортируемые по магистральным нефтепроводам в динамическом режиме с учетом применяемых технических средств и оборудования, адаптированный к реальным технологиям. В результате исследований обширного массива экспериментальных данных и ряда различных по своему составу и свойствам нефтей выявлен критический параметр, определяющий оптимальную частоту воздействия (ВЧ либо СВЧ) для достижения максимальной эффективности с точки зрения изменения реологических свойств нефтей.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций приведенных в диссертационной работе обеспечена применением основ планирования эксперимента и теории гидродинамического подобия в процессах экспериментальных исследований и построения математических моделей; применением фундаментальных законов гидродинамики, термодинамики и механики сплошных сред; применением аттестованного поверенного оборудования, использованием в процессах получения и обработки данных, требований актуальной и применяемой практике трубопроводного транспорта нефти нормативно-технической документации (ГОСТы, РД и т.д.).

Научные результаты и их ценность заключаются в следующем:

Исследовано и оценено влияние ЭМ воздействия на тенденцию нефтей к образованию асфальто-смоло-парафиновых отложений в процессе их трубопроводного транспорта, интенсификацию процессов деэмульсации устойчивых водонефтяных эмульсий. Выявлены аппроксимационные и регрессионные зависимости коэффициентов динамических вязкостей исследованных необработанных и обработанных СВЧ и ВЧ ЭМ полями нефтей, а также смеси сернистых нефтей. Получено решение о выдаче патента №2819808 от 24.05.24 на способ электромагнитной обработки высоковязких и высокопарафинистых нефтей в

трубопроводах (заявка № 2023128167/07(062729) от 01.11.2023). Создан программный продукт для ЭВМ «ГРИНТ» (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022666714 от 06.09.2022.) позволяющий производить теплогидравлические расчеты неизотермических и изотермических нефтепроводов, в том числе для нефтей после ЭМ воздействия.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 21 печатной работе, в их числе 3 научных статьи в изданиях, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; 1 статья в журнале, входящем в базу данных Scopus; 2 статьи в журналах, входящих в базу данных RSCI; 15 публикаций индексируемых РИНЦ. По результатам работы получен 1 патент оформлено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации заключается в том, что выявлены закономерности изменения реологических свойств исследованных высоковязких и парафинистых нефтей. Установлены причины, отвечающие за характер изменения реологических свойств указанных нефтей после ЭМ воздействий, поучен параметр K , позволяющий прогнозировать эффективность и необходимую частоту ЭМ воздействия. Создана программа для гидравлических расчетов изотермических и неизотермических нефтепроводов, которая учитывает возможность существования различных моделей изменения реологических параметров нефти и позволяет различными способами задавать вязкость исследуемой нефти (по крутизне вискограммы или известным значениям вязкости при различных температурах), что упрощает трудоемкий и длительный процесс определения гидравлических характеристик нефтепроводов. Запатентован качественно новый способ электромагнитной обработки высоковязких и высокопарафинистых нефтей в трубопроводах.

Из всего вышесказанного следует **соответствие** диссертации следующим пунктам **паспорта специальности 1.1.9. Механика жидкости газа и плазмы:**

2. Реологические законы поведения текучих однородных и многофазных сред при механических и других воздействиях.

3. Гидравлические модели и методы расчета течений в водоемах, технологических устройствах и энергетических установках.

17. Гидромеханика сред, взаимодействующих с гравитационным и электромагнитным полями. Динамика плазмы.

Содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Во **введении** представлена актуальность работы, цели и задачи исследования.

В 1 главе приведен литературный обзор и анализ исследований, посвященных вопросам электромагнитного воздействия на нефть, транспортируемую по системе магистральных нефтепроводов.

В главе 2 представлен обширный массив экспериментальных исследований влияния ВЧ и СВЧ ЭМ полей на различные свойства высоковязких и парафинистых нефтей, а также анализ изменения исследованных свойств во времени и после воздействия. Определены причины и критерий эффективности влияния электромагнитного воздействия на свойства нефти, выявлены аппроксимационные

зависимости коэффициентов динамической вязкости исследованных нефтей от температуры без и после ЭМ воздействий.

В главе 3 приведены результаты исследований влияния ЭМ воздействия на вязкость смеси сернистой и высокосернистой нефтей. Выполнена количественная оценка возможности применения различных методов определения вязкости смеси нефтей. В результате многофакторного регрессионного анализа экспериментальных данных получены уравнения зависимости вязкости смеси сернистых нефтей от температуры и других параметров, в том числе для смесей подвергшихся ЭМ воздействию.

Глава 4 посвящена вопросам численного моделирования течения обработанных и необработанных ЭМ полей нефтей в изотермических и неизотермических нефтепроводах. Приведены сведения о программном продукте для ЭВМ: «Гидравлический расчет изотермических и неизотермических нефтепроводов (ГРИНТ)». Проведена оценка влияния изменения вязкости после ЭМ воздействия на режимы и параметры работы модельной нефтеперекачивающей станции.

В заключении приведены основные выводы, полученные в результате проведенных в диссертационной работе исследований.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты работы могут найти применение как в процессах проектирования, так и в процессах эксплуатации магистральных нефтепроводов, организациями, обществами и компаниям, осуществляющими трубопроводный транспорт высоковязких и парафинистых нефтей для оптимизации рабочих процессов, снижения энергопотребления насосно-силового оборудования.

Замечания и вопросы по работе

По диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В главе 2, посвященной экспериментальным исследованиям влияния ЭМ воздействия на реологические свойства нефти, указывается, что нефть нагревалась до температуры 45 °С, но не приведено обоснования выбора данной температуры.

2. Графики зависимости коэффициентов динамической вязкости от температуры (рис. 2.4, 2.6, 2.8, 2.10, 2.12, 2.13, 2.15, 2.17) выполнены в стандартной шкале, логичнее было вместо стандартной шкалы использовать логарифмическую, в ней представленные графики имели бы линейный вид.

3. В разделе 2.3 при исследовании влияния ЭМ методов воздействия на структуру нефти приводятся снимки нефтей на стеклах, полученные на оптическом микроскопе Olympus IX 71, в то же время не приведена количественная оценка наблюдаемых изменений структуры. Полученная оценка не характеризует структурных изменений, а лишь демонстрирует плавление асфальтеново-парафиновых включений, так как степень увеличения данного микроскопа недостаточна для наблюдения за так называемыми «нетепловыми эффектами» от ЭМ воздействия.

4. Уравнения множественной регрессии 3.9-3.11, полученные для смеси сернистых нефтей в главе 3, вполне логичны, но вряд ли применимы для смеси других сортов сернистых нефтей с указанными значениями коэффициентов.

5. В главе 4 на рисунках 4.5-4.11 представлены отображения гидравлической характеристики нефтеперекачивающей станции на графиках зависимости напора от расхода нефти в трубопроводе, в графическом же интерфейсе

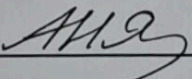
программы ГРИНТ отсутствует отображение гидравлической характеристики нефтеперекачивающей станции, приводятся только параметры рабочей точки, получаемые при пересечении этих характеристик, практичнее было бы предусмотреть возможность отображения гидравлической характеристики насосных агрегатов, для наглядной оценки ее изменения при изменении параметров перекачиваемой среды.

Заключение по диссертации

Диссертационная работа «Исследование влияния электромагнитной обработки на реологические свойства высоковязких и парафинистых нефтей и моделирование их течения в трубопроводе», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы полностью отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842,а ее автор **Мухарямова Гульшат Ильдаровна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Николаев Александр Константинович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Мухарямовой Гульшат Ильдаровны, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент
Профессор кафедры транспорта
и хранения нефти и газа Федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»,
доктор технических наук(специальность
05.05.06 – Горные машины), профессор

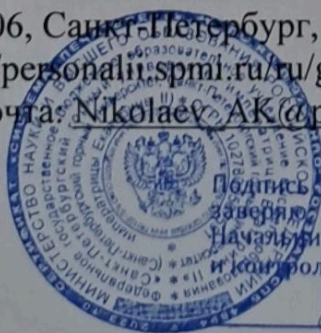

Николаев Александр Константинович

« 16 » сентября 2024 г.

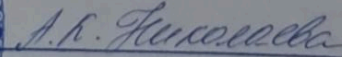
Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 1 корпус, 21 линия д.2
http://personal.spmi.ru/ru/glossary/n/nikolaev_aleksandr_konstantinovich
эл. почта: Nikolaev_AK@pers.spmi.ru, телефон: +7 (921) 874-0231



Подпись
Заведующий
Начальник управления делопроизводства
и контроля документооборота


4
Е.Р. Яновицкая

16 СЕН 2024