

официального оппонента на диссертационную работу Фатыхова Ленарта Миннехановича **«Разработка высокочастотного электромагнитного метода воздействия на асфальтосмолопарафиновые отложения в нефтяных скважинах»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

1. Актуальность темы

Диссертационная работа посвящена разработке теплофизических основ метода высокочастотного электромагнитного воздействия и мониторингу нефтяных месторождений, осложненных образованием в скважинах асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО),

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью повышения эффективности эксплуатации нефтяных скважин на основе технологии предотвращения и удаления АСПО методом высокочастотного электромагнитного воздействия.

В настоящее время в нашей стране большинство нефтяных месторождений находятся в поздней стадии разработки. Анализ тенденций развития и современного состояния ресурсной базы месторождений говорит также о ежегодном увеличении доли тяжелых нефтей, обогащенных высокоплавкими парафиновыми углеводородами и смолисто-асфальтовыми веществами. С каждым годом увеличивается число вводимых в эксплуатацию нефтяных месторождений, нефти которых характеризуется повышенными значениями температуры застывания и вязкости. При добыче и транспорте таких нефтей, особенно в холодных климатических условиях, возникают проблемы из-за образования АСПО в пласте и на поверхности нефтепромыслового оборудования, снижая эффективность разработки месторождения в целом.

Для предотвращения образования и удаления АСПО используется большое количество методов, характеризующихся различными технико-экономическими затратами, причем большинство из них разработаны десятки лет назад и уже не отвечают современным требованиям. Вследствие этого разработка метода высокочастотного электромагнитного воздействия на АСПО в нефтяных скважинах является актуальной и востребованной задачей.

2. Общая характеристика работы и публикации

Диссертационная работа Фатыхова Л.М. состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 148 страницах машинописного текста, включая 56 рисунков и 8 таблиц. Список литературы содержит 154 наименования. В приложении представлена программа мониторинга расплавления парафиновых отложений в трубах нефтяных скважин сверхвысокочастотным электромагнитным воздействием.

В первой главе выполнен анализ свойств, факторов и механизмов образования АСПО в нефтяных скважинах. Приведены сведения о методах предотвращения и борьбы с образованием АСПО в скважине. Показано, что одним из способов, решения этих задач является использование энергии высокочастотных и сверхвысокочастотных электромагнитных полей. Описаны физические основы и технико-технологические особенности воздействия высокочастотных электромагнитных полей на АСПО в скважине. Представлены результаты экспериментальных исследова-

ний диэлектрических свойств нескольких образцов АСПО реальных месторождений, проведенных автором, в области высоких частот электромагнитных колебаний. Показана возможность применения экстремальной зависимости их от температуры для определения условий выпадения асфальтотсмолопарафиновых веществ в нефтях, а, именно, температуры кристаллизации парафина по значению экстремума тангенса угла диэлектрических потерь. Экспериментально оптическим методом установлено разрушение водонефтяных эмульсий в сверхвысокочастотном электромагнитном поле. Подчеркнуто, что эти результаты могут быть применены для обоснования сверхвысокочастотного электромагнитного способа предотвращения образования АСПО за счет улучшения гидрофильности промыслового оборудования. Экспериментальными исследованиями с помощью атомно-силового микроскопа установлен эффект влияния сверхвысокочастотного электромагнитного поля на наноструктуру парафина в сравнении с электронагревом.

Во второй главе разработаны физические основы передачи электромагнитной энергии в скважине. Особенностью технологии является использование оборудования скважины как коаксиальной линии передачи электромагнитной энергии. Расчетными исследованиями показана, что реальная скважина относится к линиям с электрическими потерями. Анализируются способы возбуждения и распространения электромагнитных волн в скважинах. Разработана методика определения коэффициента стоячей волны в скважине, образованной из-за многократного отражения электромагнитных волн в системе «генератор – коаксиальная линия – нефтяной пласт». Установлена зависимость данного коэффициента от безразмерного коэффициента затухания электромагнитных волн в скважине и отражения их от нефтяного пласта. Подчеркнута необходимость учета этого эффекта при мониторинге и расчетах поглощаемой средой (в частности, АСПО в скважине) электромагнитной энергии.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований плавления парафина под воздействием сверхвысокочастотного электромагнитного излучения. Установлено уменьшение значений удельной теплоты плавления парафина в сверхвысокочастотном поле и зависимость ее от содержания песка, в то время как температура кристаллизации остается неизменной.

На базе модели скважины автором разработана установка, позволившая экспериментально исследовать в ней плавление парафина при объемном нагреве сверхвысокочастотным электромагнитным излучением. Показано, что при прочих равных условиях процесс нагрева и плавления АСПО происходит в поле стоячей электромагнитной волны, образовавшейся вследствие отражения ее от пробок отложений, а также от неоднородностей поверхностей труб коаксиальной линии. В результате оценки доли электромагнитной энергии, поглощенной пластом при передаче от генератора по заполненной АСПО скважине, доказана перспективность применения электромагнитной энергии для нагрева и удаления отложений. Предложены рекомендации по технологии высокочастотного электромагнитного воздействия на АСПО в нефтяной скважине.

Четвертая глава диссертации посвящена мониторингу высокочастотного электромагнитного метода воздействия на АСПО в нефтяных скважинах. Предложена методика определения энергетической эффективности высокочастотной установки для нагрева и плавления АСПО в скважине. Предложены два пути увеличения эффективности разрабатываемой автором технологии борьбы с АСПО, в частности, с ис-

пользованием передвижного источника электромагнитного излучения. Разработана программа мониторинга изменения температуры в пробке, заполняющей трубу скважины и взаимодействующей с движущимся сверхвысокочастотным излучением. Оценена продолжительность полного расплавления пробки парафина передвигающимся источником ЭМ излучения различных частот. Приведены данные теоретического исследования коэффициента полезного использования электромагнитной энергии для предотвращения и удаления АСПО.

Публикации

Основные положения диссертации с достаточной полнотой отражены в автореферате, а также в 25 опубликованных работах, включая 9 статей в рекомендованных ВАК изданиях (Нефтяное хозяйство – 1 статья, Нефтепромысловое дело – 1 статья, Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело» – 1 статья, Естественные и технические науки – 2 статьи, Инженерно-физический журнал – 1 статья), обсуждались на многих научных конференциях.

3. Научная новизна

Научная новизна полученных в диссертации результатов сводится к следующим пунктам:

1. Разработана математическая модель, описывающая процессы электро- и теплопереноса в парафиновой пробке, образующейся в нефтедобывающих скважинах, обрабатываемых ЭМ излучением.

2. Разработана методика расчёта коэффициента стоячей электромагнитной волны для осложнённых выпадением асфальтосмолопарафиновыми отложениями зон в нефтедобывающих скважинах с электрическими потерями.

3. Выявлены основные параметры электромагнитного воздействия, позволяющие предупредить образование АСПО и влияющие на эффективность плавления пробки парафина перемещающимся источником излучения.

4. Практическая значимость

1. Предложен способ повышения эффективности работы нефтедобывающих скважин методом анализа эффектов многократного отражения электромагнитных волн от границ разделов, образующихся в нефтедобывающих скважинах вследствие плавления (разрушения) многофазных сред, и оценки коэффициента стоячей электромагнитной волны в скважинах.

2. Разработанная компьютерная программа расчёта температурных полей в парафиновой пробке, заполняющей насосно-компрессорные трубы и взаимодействующей с движущимся сверхвысокочастотным электромагнитным излучением, позволит осуществлять контроль разработки нефтяных месторождений, осложненных образованием АСПО в скважинах.

3. Научные основы разработки технологии высокочастотного электромагнитного воздействия на АСПО могут быть использованы в учебной деятельности на курсах по выбору студентов нефтегазовых направлений.

5. Обоснованность результатов диссертации

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Результаты диссертации базируются на анализе существующего состояния проблемы предотвращения образования и борьбы с АСПО, применении современных методов и средств экспериментальных исследований, подтверждении теоретических положений данными экспериментальных исследований. В основу математических моделей положены фундаментальные законы физики.

Достоверность результатов обеспечена также строгостью построения моделей, корректностью использования математического аппарата и современных методов численного решения, подкреплена тщательным анализом полученных результатов.

6. Замечания по работе

1. В диссертационной работе исследована зависимость диэлектрических параметров АСПО от температуры. В исследованиях не нашло отражение вопрос о влиянии этой зависимости на эффективность высокочастотного электромагнитного воздействия на АСПО.

2. Мониторинг эффективности высокочастотного электромагнитного воздействия на АСПО в нефтяных скважинах связан с определением коэффициента стоячей волны в системе «генератор – скважина – пласт» в зависимости от показателя поглощения электромагнитных волн в скважине. При этом не приведены данные, показывающие глубину распространения электромагнитных волн по скважине.

3. Желательно привести сравнение результатов численных исследований с экспериментальными данными.

7. Оценка работы в целом

Считаю, что диссертационная работа Фатыхова Ленарта Миннехановича представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой решены актуальные задачи мониторинга разработки нефтяных месторождений, осложненных образованием АСПО в скважинах, методом высокочастотного электромагнитного воздействия. Полученные результаты, основные выводы и рекомендации обоснованы, характеризуются научной новизной и практической значимостью.

Содержание диссертации с достаточной полнотой отражено в публикациях и автореферате, прошло обсуждение на научных конференциях. Текст диссертации и автореферат свидетельствуют о высокой квалификации Фатыхова Л.М. как сложившегося исследователя в области геофизического контроля разработки нефтяных месторождений, способного решать актуальные научно-прикладные задачи.

Приведенные в моем отзыве замечания не носят принципиального характера и могут рассматриваться как рекомендации к дальнейшим исследованиям соискателя.

Диссертация «Разработка высокочастотного электромагнитного метода воздействия на асфальтосмолопарафиновые отложения в нефтяных скважинах», отвечает требованиям п.п. 9, 10 и 11 Положения ВАК Российской Федерации «О порядке при-

суждения ученых степеней», а ее автор Фатыхов Ленарт Миннеханович заслуживает ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Контактная информация: Назаров Василий Федорович, доктор технических наук, доцент

Номер и наименование научной специальности: 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Почтовый адрес организации: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32

E-mail: vf-gf@mail.ru

Телефон: +7(347) 272-60-56

Название организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет»

Должность: профессор кафедры геофизики

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент

30.11.2018

 В.Ф. Назаров

Согласен на включение персональных данных в аттестационное дело

«Подпись В.Ф. Назарова заверяю
Секретарь Ученого Совета БашГУ



С.Р. Баимова

Место для печати

