

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
Доктор физико-математических наук,
профессор
Р. Н. Бахтизин
2020 г

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

на диссертационную работу **Лютюева Александра Анатольевича** на тему: «Высокоградиентный магнитный сепаратор для очистки пластовых вод от нефтезагрязнений с использованием нанодисперсного магнетита», представленную на соискание ученой степени кандидата технических по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль)

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Быков И. Ю.

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Очистка пластовых вод от нефтепродуктов в технологических процессах подготовки воды для последующей закачки ее в пласт является одной из наиболее важных производственных проблем сбора, подготовки и транспортировки нефти. Диссертация Лютюева А. А. посвящена решению актуальной задачи нефтедобывающего комплекса по снижению остаточного содержания нефтепродуктов в пластовой воде путем применения нанодисперсного магнитного сорбента и магнитного устройства.

Длительная эксплуатация нефтяного месторождения приводит к значительному количеству попутно добываемой пластовой воды с большим содержанием стойких мелкодисперсных нефтяных частиц, присутствие которых приводит к снижению приемистости пористой среды коллектора при закачке такой воды в пласт. Большинство Тимано-Печорских месторождений характеризуется сложным геологическим строением с тектоническими разрушениями и зачастую низкопроницаемыми коллекторами. Для некоторых коллекторов с низкой проницаемостью массовая доля нефтепродуктов в пластовой воде должна быть менее 5 мг/л по ОСТ 39-225-88. На практике, остаточное содержание нефтепродуктов на выходе из резервуара-отстойника может в несколько превышать установленные паспортные нормы (50 мг/л), что недопустимо для рассматриваемых условий. Существующие методы очистки не лишены тех или иных недостатков, связанных с условиями эксплуатации, качеством очистки, возможностью

Вход. № 3044
«18» 08 20

повторного использования реагентов. В работе рассматривается один из физико-химических методов очистки вод от нефтепродуктов, а именно на основе ферромагнитных сорбентов, которые до настоящего времени применялись лишь для сбора нефтепродуктов с поверхности воды. Исследования в области взаимодействия твердых микро- и наночастиц в межфазовом слое нефти и воды показывают, что частицы размером менее 1 мкм обладают повышенной поверхностной энергией за счет большой площади поверхности тонкодисперсного материала. В работе Лютоева А. А. предлагается использовать нанодисперсные магнитные сорбенты для очистки пластовых вод от эмульгированных нефтепродуктов с применением высокоградиентного магнитного сепаратора, способного экстрагировать частицу со слабой магнитной восприимчивостью. Разработке такого устройства посвящена рецензируемая работа.

2. Научная новизна результатов диссертационных исследований, полученных автором

В числе основных результатов, выносимых на защиту и обладающих научной новизной, следует отметить следующие:

1. Получена аналитическая зависимость для теоретической оценки оптимальной концентрации C_{opt} нанодисперсного магнетита в виде учетверенного произведения параметра, характеризующего величину концентраций $C_{неф}$ нефти в пластовой воде, на размер магнитных частиц $d_{м.ч}$, диаметр глобул нефти $d_{эм.к}$ и их относительную плотность $\rho_{маг} / \rho_{неф}$. Это выражение является составной частью алгоритма по установлению оптимальной концентрации на основе сведений о пластовой воде и первичных испытаний.

2. Выведена формула скорости извлечения омагниченных глобул нефти из нефтезагрязненных пластовых вод, которая прямо пропорциональна 0,22-м долям массового содержания наночастиц магнетита в сферической глобуле нефти, коэффициенту упаковки магнетита k на поверхности глобулы, градиенту магнитного поля, величине магнитной насыщенности магнетита $M_{нас}$ с учетом Ланжевенова влияния и обратно пропорциональна вязкости очищаемой среды.

3. Получена оценка градиента магнитного поля картриджа или кассеты магнитного сепаратора с продольным расположением стержней магнитной системы, равная усредненному линейному градиенту магнитного поля в окрестностях трех точек контакта диагональных и соседних стержней в ромбовидной рабочей области.

4. Полученное выражение для оценки производительности высокоградиентного магнитного сепаратора, которое прямо пропорционально 0,44 долям коэффициента упаковки магнитных частиц, объемной составляющей рабочей зоны сепаратора, размеру магнитных частиц, диаметру глобул нефти, градиенту магнитного поля, величине магнитной насыщенности магнетита с учетом Ланжевенова влияния и

обратно пропорциональна диаметру рабочих стержней картриджа или кассеты и вязкости очищаемой среды.

3. Значимость результатов диссертационных исследований автора для развития науки

К наиболее значимым научным результатам, сформулированным в научных положениях, полученным автором при решении задач, направленных на достижение цели диссертации, следует отнести следующее:

1. Комплекс моделирования режимов работы высокоградиентного магнитного сепаратора с применением нанодисперсного магнетита, позволяющий выбрать оптимальные значения параметров эффективности очистки пластовых вод от эмульгированных нефтепродуктов.

2. Метод определения оптимальной концентрации нанодисперсного магнетита, основанный на сведениях о его размерах, составе пластовой воды и первичных испытаниях, позволяющий установить необходимую концентрацию магнетита для обработки пластовых вод.

3. Комплекс математических моделей, дающий возможность определить оптимальный диаметр и геометрию расположения стержней в ферромагнитном картридже и магнитной кассете, обосновать скорость потока жидкости в магнитном сепараторе и позволяющий разработать принципиальную схему высокоградиентного магнитного сепаратора.

Обоснованность и достоверность защищаемых положений и научной новизны диссертационного исследования подкреплялись автором совокупностью приемов и операций практического и теоретического исследования. Применялись методы системного анализа, на основе которого выполнена декомпозиция с выделением основных параметров управления процессом очистки. Использовались процедуры моделирования и эксперимента. Для описания основных свойств объекта исследования применялось математическое моделирование, при котором процессы описаны аналитическими выражениями, для реализации которых использовались программные продукты Matcad и Matlab. Для численной оценки и решения задач конструирования элементов магнитного сепаратора использовалось компьютерное моделирование в программе инженерного анализа и двумерного моделирования Elcut. Экспериментальное исследование проводилось на разработанном лабораторном стенде для проверки адекватности составленных моделей и решения некоторых задач. При этом использовались методы планирования эксперимента, аналитические и статистические методы обработки данных, вероятностные методы.

4. Значимость результатов диссертационных исследований автора для развития техники

Практическую ценность научные исследования, по мнению автора, с которыми согласна ведущая организация, имеют в части следующих результатов:

1. Представленные в виде алгоритма и рекомендаций определения оптимальной концентрации нанодисперсного магнетита, основанные на сведениях о его размерах, составе пластовой воды и первичных испытаниях, позволяющие установить необходимую концентрацию магнетита для обработки пластовых вод. Алгоритм включает в себя теоретические и экспериментальные методы исследования по применению рассматриваемого способа очистки к конкретным месторождениям нефтедобычи и определения оптимальной концентрации нанодисперсного магнетита;

2. Полученный патент № 2724778 «Способ очистки воды от эмульгированных нефтепродуктов», в котором предложены рекомендации по очистке пластовой воды от тонкодисперсных эмульсий с помощью коллоидного магнетита с размером частиц 10 нм.

3. Методика проектирования и управления режимом работы магнитного сепаратора НМС-1 для извлечения из воды эмульгированных нефтепродуктов с применением нанодисперсного магнетита, которая принята к использованию в научно проектом институте ООО «НИПИ нефти и газа УГТУ».

Кроме того, материалы диссертационной работы изложены в практикуме «Расчет конструкции магнитных устройств», включающий в себя различные методы решения полевых задач по магнитостатике, а также приведена методика по проектированию и расчету режима работы магнитного устройства. Используется в учебном процессе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» при подготовке бакалавров по направлению 15.02.03 и магистров по направлению 15.04.02 "Технологические машины и оборудование".

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследований, проведенных автором диссертации, могут быть использованы в нефтедобывающих компаниях ПАО «Роснефть» и ПАО «Лукойл» при организации второй ступени системы очистки и подготовки пластовых вод, а, именно, на выходе из резервуаров-отстойников, кроме того, на нефтебазах и перекачивающих станциях магистральных нефтепроводов ПАО «Транснефть». Рекомендуется также включить в план развития нефтедобывающих компаний проведение опытно-конструкторских работ, изготовление и испытание устройства магнитного сепарирования картриджного и кассетного типов. Разработанная методика проектирования и режима работы может послужить основой при разработке конструкторской и технологической документации на опытный образец. Результаты исследования так же могут быть использованы в образовательном процессе

при подготовке магистров по направлению 15.04.02 "Технологические машины и оборудование".

6. Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: Международной молодежной научной конференции "Севергеоэкотех", Ухта: УГТУ, 2011, 2012; Научно-технических конференциях преподавателей и сотрудников, Ухта: УГТУ, 2011-2015; Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области технических наук, Санкт-Петербург, Политехнический университет 2012, 2013; Всероссийского конкурса научно исследовательских работ в области информатики и информационных технологий, Белгород, 2011; Республиканском молодежном инновационном конвенте «Молодежь – будущему Республики коми», Ухта, 2011- 2013; Республиканском молодежном инновационном форуме «Иноватика: Крохаль 2012», Ухта, 2012; Научно-технической конференции «Проблемы разработки и эксплуатации месторождений высоковязких нефтей и битумов», Ухта, 2012-2019; II Всероссийской научной конференции «Молодежь и наука на Севере», Сыктывкар, Коми научный центр УрО РАН, 2013; Конкурсе на лучшую научно-техническую разработку молодых специалистов, Ухта, ООО "ЛУКОЙЛ - УНП", 2013; Международном семинаре «Рассохинские чтения», Ухта, 2013-2020; Международном семинаре «Физико-математическое моделирование систем», Воронеж, ВГТУ, 2013-2019.

Исследование по диссертации выполнялось в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 г., в рамках реализации мероприятия 1.3.2 «Проведение научных исследований целевыми аспирантами», 2012-2013. «Разработка технологии извлечения примесей из сточных вод с использованием магнитных наночастиц.» Соглашение № 14.132.21.1813.

Результаты исследований прошли апробацию на международных и всероссийских научно-практических конференциях. Основные положения опубликованы в 23 работах, из них 11 статей в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК министерства образования науки РФ.

7. Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль) в части: пункта 1 – Разработка научных и методологических основ проектирования и создания новых машин, агрегатов и процессов; механизации производства в соответствии с современными требованиями внутреннего и внешнего рынка, технологии, качества, надежности, долговечности, промышленной и экологической безопасности и пункта 3 – Теоретические и экспериментальные исследования параметров машин и агрегатов и их

взаимосвязей при комплексной механизации основных и вспомогательных процессов и операций.

8. Замечания и пожелания по диссертационной работе

1. Из работы не ясно, какова количественная оценка термина «Высокоградиентный». Рекомендуется конкретно указывать, при какой величине модуля градиента (Тл/м) сепаратор считается высокоградиентным.

2. В диссертационной работе не оценена экономическая эффективность всей технологии от производства тонкодисперсного магнетита до утилизации нефтешлама и регенерации магнетита.

3. В четвертой главе проведена серия экспериментов с образцами пластовых вод различных месторождений, но не указана предельная концентрация нефти, ее состав и свойства, минеральный состав и свойства воды.

4. В диссертационной работе, в части глав 3 и 5, исследуются стержни толщиной до 1 мм, однако более тонкие стержни в работе не исследованы. Исходя из рассуждений, уменьшение диаметра стержней и расстояния между ними способствует увеличению градиента.

5. Полученные для экспериментов химическим методом частицы полидисперсны. Как оценивались нано размеры и учитывалась полидисперсность частиц?

Указанные замечания не носят принципиального характера и поэтому не снижают научную и практическую ценность работы.

9. Заключение по диссертационной работе

Анализ работы позволяет сделать вывод о том, что соискателем представлено к защите завершено диссертационное исследование с актуальным направлением, научной новизной и практической значимостью для развития технической отрасли науки 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль).

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 80 % от общего объема диссертации; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора, не обнаружено; научных работ, выполненных в соавторстве, без ссылок на соавторов, не обнаружено.

Диссертация на тему «Высокоградиентный магнитный сепаратор для очистки пластовых вод от нефтезагрязнений с использованием нанодисперсного магнетита» соответствует критериям пп. 9–14 Положений о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842. Кандидатская диссертация Лютоева Александра Анатольевича представляет собой законченную научно-

квалификационную работу, в которой изложено новое научно-обоснованное техническое решение, заключающееся в разработке конструкции магнитного сепаратора для очистки пластовых вод от эмульгированных нефтепродуктов, имеющее существенное значение для развития страны. Полученные результаты диссертационной работы вносят существенный вклад в развитии новых технологий на объектах нефтедобычи.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль). Автор работы заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль).

Диссертационная работа рассмотрена на расширенном заседании кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых промыслов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» «30» июля 2020 года (выписка из протокола № 11 от «30» июля 2020 года). Результаты голосования «за» – 21, «против» – 0, «воздержался» – 0.

Председатель заседания
зам. заведующего кафедрой
«Машины и оборудование
нефтегазовых промыслов»
кандидат технических наук,
доцент каф. МОНГП
научная специальность 05.02.13 –
Машины, агрегаты и процессы
(нефтегазовая отрасль)

Булукова
Флюра Зиннатовна

доктор технических наук,
профессор каф. МОНГП
научная специальность 05.02.13 –
Машины, агрегаты и процессы
(нефтегазовая отрасль)

Ишмурзин
Абубакир Ахмадуллович

Подпись заверяю
Начальник отдела
по работе с персоналом

И. О. Начальникова



Дадаян
Ольга Анатольевна

О. М. Дадаева
04.08.2020

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

450062, Россия, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Космонавтов, 1

Тел. +7 (347) 242-03-70, Email: mongp2017@mail.ru