



## **ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РН-БАШНИПИНЕФТЬ»**

(ООО «РН-БашНИПИнефть»)

Общество с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»  
(ООО «РН-БашНИПИнефть»)  
ул. Ленина, 86/1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450006  
тел. +7 347 262-43-40, факс +7 347 262-41-75, E-mail: mail@bnipi.rosneft.ru  
ИНН 0278127289 КПП 027801001 ОГРН 1060278107780

«РН-БашНИПИнефть» яуаплыгы сикленген йемғиете  
(«РН-БашНИПИнефть» ЯСЙ)  
Ленин ур., 86/1, Өфө к., Башкортостан Республикаһы, 450006  
тел. +7 347 262-43-40, факс +7 347 262-41-75, E-mail: mail@bnipi.rosneft.ru  
ИНН 0278127289 КПП 027801001 ОГРН 1060278107780

### **УТВЕРЖДАЮ:**

Заместитель генерального директора  
по технологическому развитию и инновациям  
ООО «РН-БашНИПИнефть», канд. техн. наук



Волков Максим Григорьевич

12 апреля 2022 г.

### **ОТЗЫВ**

**ведущей организации – Общества с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть» на диссертационную работу Инсафова Ришата Миншагитовича на тему «Совершенствование технологий разработки залежи нефти с повышенной вязкостью из карбонатных коллекторов с применением водогазового воздействия (на примере Алексеевского месторождения)», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений**

Диссертационная работа Инсафова Ришата Миншагитовича «Совершенствование технологий разработки залежи нефти с повышенной вязкостью из карбонатных коллекторов с применением водогазового воздействия (на примере Алексеевского месторождения)», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, выполнена в Татарском научно-исследовательском и проектном институте нефти (ТатНИПИнефть) ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина.

## **1. Актуальность темы выполненной работы**

Для повышения нефтевытеснения водой применяют различные специальные физико-химические и другие технологии, например, добавление химических реагентов или применение тепловых методов. Однако, более целесообразными и экономически выгодными оказались технологии водогазового воздействия (ВГВ), реализуемые в виде стационарного и нестационарного режимов закачки в продуктивные пласты воды. Как показывает практика, для обеспечения интенсификации выработки остаточных запасов необходимо совершенствование схемы реализации и адаптация технологии ВГВ в зависимости от геологических и технологических факторов. Важный практический интерес данное направление приобретает на отдалённых (периферийных) разрабатываемых участках месторождения, расположенных на некотором расстоянии от узла подготовки водогазовой системы (ВГС).

Повышение выработки остаточных запасов, разрабатываемых периферийных участков залежей нефти с повышенной вязкостью, технологией ВГВ на основе совершенствования схемы закачки ВГС является актуальной и востребованной задачей. Решению этой проблемы и посвящена диссертационная работа.

## **2. Значимость для науки результатов диссертационных исследований, полученных автором**

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующих положениях:

1. По выделенным группам коллекторов получены корреляционные зависимости «проницаемость-пористость» на основе кусочно-линейной аппроксимации функции распределения индикатора коллектор гидравлического типа, построенной по результатам лабораторных исследований керна, отобранного из продуктивных пластов нижнего отдела каменноугольной системы южного склона Южно-Татарского свода.

2. На основе экспериментальных исследований и обобщения технологических показателей разработки (промысловых данных) установлена зависимость изменения коэффициента вытеснения нефти от объёмов закачки в составе водогазовой смеси чередующихся порций «сухого» и «жирного» газа,

согласно которой с вводом «жирного» газа коэффициент вытеснения увеличивается на 4 % для пластов турнейского яруса Алексеевского месторождения.

3. Установлено, что комплексная схема нестационарной закачки водогазовой системы в пласт, при которой элементы заводнения формируются с учётом площадного распространения фильтрационно-ёмкостных свойств и повышенной плотности остаточных запасов, позволяет изменить направления фильтрационных потоков и повысить охват воздействием водогазовой технологией на 8 % для геолого-промысловых условий Алексеевского месторождения.

### **3. Значимость для производства диссертационных исследований автора**

Разработана методика геолого-технологического обоснования выбора участков залежей нефти с повышенной вязкостью в карбонатных отложениях для внедрения технологии ВГВ, основанная на детальном изучении семи геолого-физических и трёх технологических показателей разработки, согласно которой установлено, что степень сходства периферийной и основной залежи Алексеевского месторождения составляет 92,8 %.

На основе кусочно-линейной аппроксимации функции распределения индикатора коллектора гидравлического типа, построенной по результатам лабораторных исследований керна, получены корреляционные зависимости «проницаемость-пористость» для каждой из выделенных групп коллекторов турнейского яруса.

В результате обобщения экспериментальных исследований и технологических показателей разработки (промысловых данных) установлена зависимость изменения коэффициента вытеснения нефти при чередующейся закачке «сухого» и «жирного» газа в составе водогазовой системы, согласно которой с вводом «жирного» газа коэффициент вытеснения увеличивается на 4 %. Предложена новая схема закачки ВГС на периферийной залежи Алексеевского месторождения, основанная на переменной закачке по шести парам нагнетательных скважин.

Предложена и реализована схема разрушения и предупреждения вязких эмульсий, образующихся в системе «забой-устье скважины – узел сепарации», с помощью установки индивидуальных дозаторов для подачи растворов химреагентов на приём насосных установок по затрубному участку. При апробации данной

технологии установлено, что для условий Подгорного участка Алексеевского месторождения наиболее эффективным химреагентом является деэмульгатор СНПХ-4114. При удельных расходах 90 и 120 г/т содержание воды в добываемой нефти составило 0,2 и 0,12 %, соответственно. В результате внедрения технологии ВГВ на Подгорном участке Алексеевского месторождения дополнительно добыто 1278 т нефти с экономическим эффектом 2,3 млн. рублей.

#### **4. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты и выводы диссертации, полученные автором, рекомендуется использовать при проектировании разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти с повышенной вязкостью технологией ВГВ на поздней стадии разработки, а также в образовательных учреждениях и предприятиях нефтегазодобывающего комплекса.

Результаты диссертационной работы целесообразно внедрять при разработке залежи нефти не только Подгорного участка Алексеевского нефтяного месторождения, но и на других месторождениях, эксплуатируемых ЗАО «Алойл».

Разработанная методика геолого-технологического обоснования выбора участков залежей нефти с повышенной вязкостью позволяет повысить эффективность технологии ВГВ. Использование новой схемы закачки ВГС также позволяет повысить охват воздействием, улучшить энергетическое состояние залежи и увеличить конечную нефтеотдачу пластов за счёт нестационарности заводнения и перераспределения упругих свойств пласта.

#### **5. Публикации, отражающие основное содержание диссертации**

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 12 научных трудах, в том числе 10 статьях в ведущих рецензируемых научных журналах, включённых в перечень рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, Результаты диссертационных исследований докладывались и обсуждались на VII молодёжной научно-практической конференции ОАО «Татнефть», посвящённой добыче трёхмиллиардной тонны нефти в Республике Татарстан, 2007 г.; семинаре «Оптимизация добычи нефти. Практика применения технологий ОРЭ, ОРЗ и интеллектуальных скважин», 2009 г. (г. Уфа); научно-технических совещаниях НПО

«Нефтегазтехнология» и ЗАО «Алойл», 2017-2018 г. (г. Уфа), IV всероссийской молодёжной научно-практической конференции «Геолого-геофизические исследования нефтегазовых пластов», 2019 г. (г. Уфа).

## **6. Общая оценка диссертационной работы**

Диссертационная работа Инсафова Р.М. посвящена актуальной проблеме повышения выработки остаточных запасов разрабатываемых периферийных участков залежей нефти с повышенной вязкостью технологией ВГВ, на основании изучения геолого-физических характеристик и совершенствования схемы закачки ВГС.

На основе комплексного анализа петрофизических характеристик, определённых по результатам лабораторных исследований керна, представлены результаты исследования особенностей ФЕС продуктивных коллекторов пласта Турнейского яруса нижнего отдела каменноугольной системы Алексеевского месторождения, изучения геолого-физических свойств, текущего состояния разработки периферийных залежей и совершенствования технологии ВГВ для извлечения запасов высоковязкой нефти. Представлены результаты оценки оптимальных коэффициентов вытеснения нефти при закачке ВГС, основанные на обобщении результатов экспериментальных исследований и технологических показателей разработки залежи. Усовершенствована схема реализации технологии ВГВ на пласты турнейского яруса периферийной залежи Алексеевского месторождения, технология снижения энергетических потерь в процессе сбора высоковязкой нефти для условий Алексеевского месторождения.

Автореферат полностью отражает и соответствует содержанию диссертации. Тема и содержание диссертационной работы соответствуют формуле специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений:

– п.1 «Промыслово-геологическое (горно-геологическое) строение залежей и месторождений углеводородов и подземных хранилищ газа, пластовых резервуаров и свойства насыщающих их флюидов с целью разработки научных основ геолого-информационного обеспечения ввода в промышленную эксплуатацию месторождений углеводородов и подземных хранилищ газа»;

– п. 2 «Геолого-физические и физико-химические процессы, протекающие в пластовых резервуарах и окружающей геологической среде при извлечении из недр нефти и газа известными и создаваемыми вновь технологиями, и техническими средствами для создания научных основ эффективных систем разработки месторождений углеводородов и функционирования подземных хранилищ газа»;

– п. 4 «Технологии и технические средства добычи и подготовки скважинной продукции, диагностика оборудования и промысловых сооружений, обеспечивающих добычу, сбор и промысловую подготовку нефти и газа к транспорту, на базе разработки научных основ ресурсосбережения и комплексного использования пластовой энергии и компонентов осваиваемых минеральных ресурсов».

**В качестве замечаний к диссертационной работе следует отметить:**

1. В работе не в полной мере отражён литолого-фациальный анализ для выявления факторов, влияющих на эффективность предлагаемых методик.

2. Было бы более наглядно показать влияние на коэффициент извлечения нефти отдельных оторочек ВГС, рассматриваемых комплексно, совместно с оторочками буферной жидкости.

3. Очень сжато приведены данные, характеризующие геологическую модель Алексеевского месторождения, в соответствии с этим остаточные запасы по объектам разработки, что не позволяет оценить начальную трудоёмкость по интенсификации выработки запасов.

4. В выводах второй главы указано, что добыча нефти месторождения на стабильном уровне и, в целом, разработка Алексеевского месторождения удовлетворительная. Тогда для чего необходимо применять методы интенсификации и повышения нефтеотдачи пласта? Возможно, стоило бы сделать акцент на недостижении проектных показателей (уровни добычи, КИН, утилизация попутно добываемого нефтяного газа) при обосновании применения водогазового воздействия.

5. В тексте диссертации указано, что согласно лабораторным исследованиям, для получения максимального эффекта от применения водогазового воздействия

предложено увеличение объёма газа, закачиваемого в составе водогазовой смеси. Однако с увеличением объёма закачиваемого газа увеличиваются риски его прорыва в добывающие скважины. Очевидно, что данные риски сложно учесть в лабораторных исследованиях керна, на основе которых сделан вывод о необходимости увеличения объёма закачиваемого газа.

6. В тексте и заключении автореферата указано, что использование новых зависимостей «проницаемость-пористость» позволило в пределах Алексеевского месторождения более точно прогнозировать значения проницаемости по данным геофизических исследований в межскважинных зонах. Однако, в тексте диссертации не представлены результаты прогнозирования в межскважинных зонах и применения новых петрофизических зависимостей на практике. Кроме того, в тексте работы не отражён вклад способа выделения гидравлических единиц потока в решении задачи повышения выработки запасов нефти из карбонатных коллекторов, как основной цели диссертации.

В качестве пожелания следует рекомендовать сопоставить фактические показатели разработки Алексеевского месторождения с полученными автором расчётными показателями.

Указанные замечания не снижают качества и не влияют на общую положительную оценку представленной диссертационной работы.

## **7. Заключение**

Диссертационная работа Инсафова Ришата Миншагитовича «Совершенствование технологий разработки залежи нефти с повышенной вязкостью из карбонатных коллекторов с применением водогазового воздействия (на примере Алексеевского месторождения)» актуальна, обладает научной новизной и имеет теоретическую и практическую ценность. Работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной задачи совершенствования технологий разработки залежи нефти с повышенной вязкостью из карбонатных коллекторов с применением водогазового воздействия, и имеет существенное значение для развития нефтегазовой отрасли.

Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и соответствует

критериям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021) (п. 9-14) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней») ВАК Минобрнауки РФ, а её автор Инсафов Ришат Миншагитович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

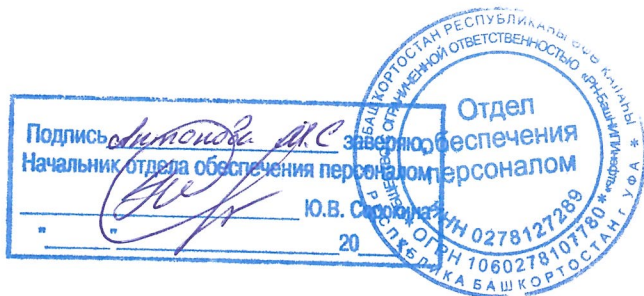
Диссертационная работа была заслушана и обсуждена на расширенном заседании Управления развития инноваций и сопровождения ТРИЗ ООО «РН-БашНИПИнефть», научно-исследовательская деятельность которого соответствует тематике диссертации соискателя. На заседании присутствовало 13 человек. Результаты голосования: «за» – 13 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел.

Протокол № 43/пр заседания от «11» апреля 2022 г.

Директор по инновационным технологиям  
ООО «РН-БашНИПИнефть»,  
кандидат технических наук



Максим Сергеевич Антонов



Волков Максим Григорьевич,  
заместитель генерального директора  
по технологическому развитию и инновациям  
ООО «РН-БашНИПИнефть».

Кандидат технических наук по специальности  
25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.  
450103, г. Уфа, ул. Бехтерева, 3/1, каб. 307.  
Тел. +7 (347) 293-60-10, доп.3500.  
Эл. адрес: VolkovMG@bnipi.rosneft.ru

Антонов Максим Сергеевич,  
директор по инновационным технологиям  
ООО «РН-БашНИПИнефть».

Кандидат технических наук по специальности

25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

450103, г. Уфа, ул. Бехтерева, 3/1, каб.512.

Тел. +7 (347) 293-60-10, доп.2841.

Эл. адрес: AntonovMS@bnipi.rosneft.ru

Ведущая организация:

Общество с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»,

450006, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Ленина, д.86/1.

Тел.: +7 (347) 262-43-40, факс: +7 (347) 262-41-75.

E-mail: mail@bnipi.rosneft.ru

Официальный сайт: <https://rn.digital/>