ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Инсафова Ришата Миншагитовича

«Совершенствование технологий разработки залежи нефти с повышенной вязкостью из карбонатных коллекторов с применением водогазового воздействия (на примере Алексеевского месторождения)»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

1. Актуальность темы диссертации

Объектом исследования диссертационной работы является залежь нефти нижнего отдела каменноугольной системы южного склона Южно-Татарского свода. Нефтяные пласты объекта относятся к карбонатному типу, а нефть характеризуется повышенной вязкостью. Разработка таких пластов часто сопровождается низкими коэффициентами вытеснения и охвата, что негативно влияет на нефтеотдачу объекта. Это, в свою очередь, негативно влияет на экономику разработки месторождения, что в условиях нестабильных цен на нефть приводит к нерентабельности эксплуатации нефтяных объектов и к невыполнению проектных решений.

Кроме того, становятся актуальными вопросы негативного воздействия на окружающую среду со стороны нефтяных компаний из-за сжигания попутного нефтяного газа, а также энергоэффективности извлечения нефти на всех этапах процесса нефтедобычи.

Актуальность работы заключается в последовательном решении всех вышеперечисленных проблем, что позволяет увеличить конечный коэффициент извлечения нефти, снизить негативную нагрузку на окружающую среду и снизить энергетические потери в процессе извлечения нефти. Проведенные автором исследования на керне показали потенциал извлечения нефти из карбонатных коллекторов Алексеевского месторождения. Анализ промыслового материала показал возможность успешного внедрения методов увеличения нефтеотдачи путем совершенствования действующей схемы закачки газа в пласт.

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

Основные научные положения, результаты, выводы и рекомендации имеют теоретическое обоснование, основаны на результатах гидродинамического моделирования и лабораторных исследованиях на керне при вытеснении нефти различными агентами. Таким образом автором обосновано увеличение коэффициента вытеснения за счет чередования типа газа в водогазовой смеси.

В работе использовались современные программные пакеты для проектирования разработки карбонатных пластов и прогнозирования показателей разработки. Автором по результатам промысловых данных, лабораторных экспериментов и численных расчетов рекомендованы мероприятия по повышению эффективности разработки залежей высоковязкой нефти в условиях неоднородности нефтенасыщенного пласта.

Результаты внедрения схемы предупреждения образования или разрушения вязких эмульсий подтверждены анализом проб нефти с использованием устройств, фиксирующих скорость разложения эмульсии.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В ходе работы над диссертацией автором получены результаты, представляющие научную новизну. Наиболее важное место в рецензируемой работе занимают собственные исследования соискателя, научная новизна которых заключается в следующем:

1. Получены петрофизические корреляционные зависимости «пористость-проницаемость» для разных групп коллекторов по результатам аппроксимации функции распределения индикатора гидравлического типа коллектора. Распределение индикатора построено по результатам керновых исследований.
2. По результатам исследований керна по чередующейся прокачке «жирного» и «сухого» газа в составе водогазовой смеси установлена зависимость изменения коэффициента вытеснения от объемов прокачки агента, которая показывает, что с при использовании «жирного» газа коэффициент вытеснения увеличивается на 4 %.
3. Для геолого-промысловых условий разработки Алексеевского месторождения установлено, что нестационарная закачка водогазовой смеси в пласт позволяет увеличить охват воздействием на 8 % за счет формирования элементов заводнения по признакам локализации остаточных запасов нефти и распространения фильтрационно-емкостных свойств.

4. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы. Общий объем работы составляет 148 страниц, включает 66 рисунков и 24 таблицы, список использованной литературы из 102 наименований.

В первой главе автор приводит информацию о состоянии изученности проблемы разработки залежей нефти с повышенной вязкостью южного склона Южно-Татарского свода. По результатам анализа и лабораторных исследований извлечения нефти водогазовым методом было выявлено, что для совершенствования технологии разработки пласта Подгорного участка Алексеевского месторождения необходимо изучить геолого-физические свойства продуктивных пластов, определить перспективные технологии извлечения нефти повышенной вязкости из карбонатных пластов. Для реализации поставленной цели также необходимо совершенствование схемы реализации ВГВ и технологий снижения энергетических потерь при добыче нефти повышенной вязкости для условий Алексеевского месторождения.

Во второй главе приведены методы изучения фильтрационных характеристик продуктивных пластов Алексеевского месторождения. Проведена оценка физико-гидродинамических характеристик продуктивных пластов нижнего отдела каменноугольной системы по результатам лабораторных исследований керна, ГИС и ГДИС, а также приведена методика выделения различных групп коллекторов путем кусочно-линейной аппроксимации функции распределения индикатора гидравлического типа коллектора для условий залегания пласта турнейского яруса Алексеевского месторождения. С использованием метода аналогии с учетом геолого-физических и технологических параметров залежей нефти выделен участок на месторождении для внедрения технологии водогазового воздействия.

В третьей главе автор диссертации приводит технологические особенности применения водогазовой технологии при добыче нефти на Подгорном участке Алексеевского

месторождения. Создана принципиальная схема приготовления ВГС, которая позволяет гибко регулировать режим работы установки расхода фаз. Результаты внедрения усовершенствованной технологии нестационарного нагнетания показали прирост добычи нефти для всех очагов нагнетания водогазовой смеси. Приведены результаты фильтрационных исследований, и дана оценка оптимальных коэффициентов вытеснения нефти из пласта, в частности, исследования по вытеснению нефти водой и водогазовой смесью из карбонатных коллекторов турнейского яруса Алексеевского месторождения.

Рассмотрены вопросы изменения состава газа, который подается на бустерную установку и затем поступает в пласт в виде ВГС. Рассмотрены вопросы регулирования и оптимизации приготовления ВГС, а также нагнетания её в пласт. Показано, что парное разделение нагнетательных скважин в системе заводнения увеличивает охват воздействием и вытеснение нефти. Интересным ходом видится использование скважины №6735 как элемента сразу двух пар нагнетательных скважин.

В четвертой главе приведены методы и технологии снижения энергетических потерь при добыче нефти с повышенной вязкостью Алексеевского месторождения. Предложены методы и технологии снижения энергетических потерь при подъеме продукции скважин насосами из пласта, сборе и транспортировке вязкой нефти. Рассмотрены некоторые проблемы предварительной технологии снижения вязкости эмульсии, направленной на величину глубины и качества сепарации продукции и получения нужного количества газа для закачки в пласт, который подается с повышенным давлением через компрессор и направляется в смесительную камеру. Введение растворов реагентов через установленные на затрубной задвижке дозаторы позволяет снизить вязкость эмульсии с 26,5 мПа·с до 17,8 мПа·с.

5. Значимость результатов для науки и практики

К числу наиболее значимых научно-практических результатов, полученных автором, следует отнести следующее:

- в работе предложен способ выделения различных групп коллектора путем кусочно-линейной аппроксимации функции распределения FZI для условий залегания Алексеевского месторождения. Способ описывается последовательностью действий и является полностью автоматизированным, что позволяет использовать его на практике для решения аналогичных задач на других месторождениях.
- выполнено геолого-технологическое обоснование выбора участков залежей нефти с повышенной вязкостью для внедрения технологии водогазового воздействия. Обоснован перевод периферийной залежи нефти с повышенной вязкостью на вытеснение технологией ВГВ оцениванием степени сходства по 10 критериям геологического и технологического характера.
- на основе экспериментальных исследований и обобщения технологических показателей разработки (промысловых данных) установлена зависимость изменения коэффициента вытеснения нефти при чередующейся закачке «сухого» и «жирного» газа в составе ВГС, согласно которой с вводом «жирного» газа прирост коэффициента вытеснения выше на 4 %.
- по данным анализа промыслового материала установлено положительное влияние подачи переменных оторочек ВГС согласно данным изменения дебитов по нефти и воде. Опытным путем установлено, что период чередования подачи «сухого» и «жирного» газа

составил в среднем 23 дня. При этом поддерживается начальное соотношение газа и водной фазы от 1:5 до 1:10.

- предложена новая схема водогазового воздействия на периферийной залежи Алексеевского месторождения, основанная на переменной закачке водогазовой смеси по шести парам нагнетательных скважин. Данная схема позволяет увеличить эффективность водогазового метода за счет нестационарности заводнения и перераспределения упругих свойств.
- с целью снижения энергетических затрат на добычу, сбор и транспортировку продукции скважин на периферийной залежи предложен способ отделения воды, газа и механических примесей за счет внутрискважинной деэмульсации с помощью обработки добывающей продукции реагентами комплексного действия.
- в результате усовершенствования технологии добычи, сепарации и отбора газа из продукции скважин количество отбора газа увеличилось на 6 %, а остаточное газосодержание на ступени сепарации и отстойников I ступени уменьшилось на 4,4 %. На узле дальнейшей перекачки нефти удалось снизить общие гидравлические потери в 1,6 раза, а вязкость в 1,8 раза по сравнению с отсутствием ввода химреагентов.

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений по всем пунктам формулы специальности и области исследования. Работа оформлена на высоком профессиональном уровне с использованием современных программ.

Несомненным достоинством диссертационной работы являются научно-практические результаты обобщения и анализа большого объема фактического материала – лабораторных исследований керна, промысловых показателей работы скважин, а также изучения проб нефти через микроскоп, фиксирующий скорость разложения эмульсии.

В качестве замечаний к диссертации и пожеланий соискателю можно отметить следующее:

1. Неясно воспринимается принцип разделения интервала значений параметра FZI для турнейского яруса, визуально на рисунке 2.2 выделяется три диапазона значений параметра FZI (<1,1; 1,1-4,3; >4,3). Влияет ли количество групп коллекторов HFU на вид корреляционной зависимости «проницаемость-пористость»? Интересно было также увидеть аналогичные рисунку 2.2 зависимости для тульско-бобриковских отложений для подтверждения необходимости выделения пяти групп HFU.
2. При определении индекса А характеризующие степень сходства залежей параметры m_3, m_4, m_5, m_7, m_9, m_{10} имеют значение меньше единицы, параметры m_2 и m_{11} равны единице, параметры m_1, m_6, m_8 - имеют значения больше единицы. При этом при определении индекса А необходимо использовать значения параметров, показывающие отношения меньших значений к большим, т.е. параметры должны быть не более значения 1,0, соответствующего полному сходству свойств или технологических параметров. Эта небольшая ошибка приводит к несколько завышенной оценке расчета индекса А (0,921 вместо 0,901 д.ед.), хотя и в этом случае получена высокая степень сходства залежей.

3. В диссертации не указано, осуществлялась ли стабилизация водогазовой смеси при движении от НБУ к нагнетательным скважинам, если осуществлялась, то каким образом (ПАВ, диспергаторы, фильтры)?

4. Считается, что наиболее эффективно водогазовое воздействие с газосодержанием смеси в пластовых условиях примерно равным 20-25%, при более высоких газосодержаниях не наблюдается повышения эффективности. В условиях ограничения по объемам газа, смесь получается обедненной газом, поэтому очень важно оценить условия наилучшего использования её при закачке в залежи, область таких исследований весьма перспективна. Согласно таблице 3.1 среднее газосодержание в пластовых условиях составило 5,7% в пластовых условиях, или 11,4% в течение двухнедельного цикла закачки ВГС, при этом по отдельным скважинам газосодержание закачиваемой смеси колеблется от 7,4 до 22,2%. Интересно было бы узнать оценку изменения отборов нефти в зависимости от газосодержания ВГС, это позволило бы определить рациональные значения этого параметра.

5. На рисунке 3.16 представлены результаты проведения эксперимента по вытеснению нефти водогазовой смесью с «сухим», «жирным» и снова «сухим» газом, общей продолжительностью нагнетания 9,5 поровых объемов смеси, было получено увеличение коэффициента вытеснения на 4% за счет использования оторочки ВГС с «жирным» газом. При этом не отмечено, как было получено это значение (эксперимент с водогазовой смесью на базе «сухого» газа в течение 9,5 поровых объемов, либо экстраполяцией результатов в 1 и 2 зоне на зону 3). Кроме того, экспериментальное газосодержание (37,5%) завышает результат по сравнению с более низкими промысловыми значениями, может быть, стоило принять для эксперимента значение 12,5%?

6. На рисунке 3.21 видно различие в содержании газа в ВГС: шесть точек со значениями 4-5% с мало отличающейся дополнительной добычей и две точки со значениями 12% с полуторакратной разницей в дополнительной добыче. Отсутствие точек с промежуточным содержанием газа, а также малое количество точек при 12% вызывают сомнения в возможности использования этой зависимости, велик риск ошибки. Судя по таблице 3.9, этим скважинам соответствуют значения суммарного объема закачки (вода + газ) 13,6-14,9 тыс.м^3, для остальных скважин выше – 15,5-24,9 тыс.м^3, это могло также повлиять на дополнительную добычу.

Вызванные повышенным интересом к деталям работы замечания не снижают научной и практической ценности работы, носят уточняющий характер и вызваны лишь повышенным интересом к рассматриваемой работе. Указанные замечания можно рассматривать как пожелания при дальнейшем продолжении работы.

7. Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Инсафова Ришата Миншагитовича на тему «Совершенствование технологий разработки залежи нефти с повышенной вязкостью из карбонатных коллекторов с применением водогазового воздействия (на примере Алексеевского месторождения)» отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и соответствует критериям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (п.9-14) «Положения о присуждении ученой степеней» ВАК Минобрнауки РФ, является законченной

научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной задачи повышения эффективности выработки запасов нефти из карбонатных пластов в условиях повышенной вязкости нефти, что имеет важное значение для развития нефтегазовой отрасли.

Инсафов Ришат Миншагитович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Официальный оппонент,
доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений»,
ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»,
кандидат технических наук (специальность 25.00.17 – Разработка и
эксплуатация нефтяных и газовых месторождений), доцент

Телков Виктор Павлович

«07» апреля 2022 г.

Я, Телков Виктор Павлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и на их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1
Тел.: 8-926-369-87-17
E-mail: telkov_viktor@mail.ru

Подпись Телкова В.П. заверяю

РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина
Начальник отдела кадров
Ю.Е. Ширяев

РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина
Рег. № 2/176
от «08» 04 2022 г.