

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ГБОУ ВО АГНИ
к.т.н., доцент

Ю.В. Василенко
« 22 » Октября 2021 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт» (ГБОУ ВО АГНИ) на диссертационную работу Овчинникова Кирилла Николаевича «Технологии динамического мониторинга и регулирования притока при разработке нефтяных месторождений горизонтальными скважинами» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Актуальность темы выполненной работы

Представленная работа посвящена решению проблемы отсутствия оперативных данных о характере работы горизонтальных секций скважин и повышению релевантности геолого-гидродинамического моделирования месторождений. Научное обоснование методов и технологий, направленных на обеспечение потока данных о системе «пласт-скважина» в динамике, обеспечивающей повышение выработки пластов является крайне востребованной задачей и привлекает внимание широкого круга специалистов. Уже этого достаточно, чтобы признать тематику рассматриваемой диссертации актуальной. Однако оцениваемая работа обладает и другой важной особенностью. На сегодняшний день практически все научные исследования в области разработки месторождений основываются на изучении геолого-физических свойств пласта и гидродинамического контроля за эксплуатацией месторождения без системного изучения геолого-технических факторов, влияющих на профиль притока к горизонтальным стволам. В связи с увеличивающейся в эксплуатационном фонде долей горизонтальных скважин, протяженностью стволов, а также массово применяемым технологиям МГРП, обоснованные решения по управлению фильтрационными потоками в пласте в значительной мере затруднены и имеют слабое развитие в научном плане с тенденцией применения устаревших отечественных и зарубежных методик. Поэтому акцент рассматриваемой диссертационной работы на интерпретацию геолого-технических факторов,

формирующих профили притоков горизонтальных скважин выделяет ее из общего ряда и дополнительно усиливает актуальность исследования.

Целью диссертационной работы Овчинникова Кирилла Николаевича является совершенствование технологий и методов мониторинга, управления разработкой и повышения эффективности выработки запасов нефти месторождений с применением динамических технологий исследований профилей притоков горизонтальных скважин.

Выработка рекомендаций по регулированию разработки с помощью управления фильтрационными потоками в пласте является актуальной задачей и стратегической проблемой современной нефтедобывающей отрасли РФ.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов и рекомендаций, списка использованной литературы и приложений. Список литературы содержит 92 наименования. Работа изложена на 149-ти страницах машинописного текста, содержит 9 таблиц и 70 рисунков.

В первой главе исследована альтернатива внутрискважинным каротажным операциям для определения: интервалов притока флюидов в скважину, положения водонефтяного контакта (ВНК) и контроля за его перемещением, выделения обводненных продуктивных пластов и оценки проведенных мероприятий по повышению нефтеотдачи пласта. Разработан и осуществлен комплекс лабораторных исследований с целью подтвердить характеристики технологии динамического мониторинга профилей притока горизонтальных скважин с помощью трассерных индикаторов в лабораторных условиях и проведены успешные сравнительные испытания с традиционными комплексами ПГИ, включающими термо и влагометрию, разнесенные расходомеры и спектральную шумомерию.

Во второй главе исследовались геолого-технические факторы, влияющие на профиль притока к горизонтальному стволу, при этом выявлены закономерности поведения профиля притока горизонтальных скважин в зависимости от геологических параметров пласта, технологических режимов работы скважин, геометрии трещин МГРП, описание способов выравнивания профилей притока, а также оценка результатов влияния профиля притока на выработку запасов участка. Был создан набор базовых моделей, предусматривающих фаціальную неоднородность строения коллектора и параметры ГРП. В результате проведенных исследований получены следующие основные результаты. В области моделирования низкопроницаемых коллекторов показано, что снижение проницаемости коллектора не приводит к качественному изменению профиля

притока жидкости к стволу горизонтальной скважины, изменяются только масштабы времени. Установлено, что на профиль притока флюидов к стволу горизонтальной скважины сильно влияет геологическое строение коллектора залежи. Следующим этапом исследовалось влияние изменения равномерности системы воздействующих нагнетательных скважин на профиль притока к горизонтальной скважине и выработку запасов нефти. Комбинации вариантов неравномерности работы системы ППД отрабатывались моделированием работы четырех окружающих нагнетательных скважин и, далее, последовательным их отключением в единичном и парном режимах. Повариантным гидродинамическим моделированием определены значимые геолого-технические факторы, влияющие на формирование характера работы горизонтальной скважины, пробуренной в неоднородном терригенном коллекторе, а также на темп выработки запасов нефти и коэффициент извлечения нефти. Выработаны рекомендации по выравниванию профиля притока и снижению обводненности интервалов горизонтального ствола, охватывающие многообразие возможных реальных геологических и технологических условий применения горизонтальных скважин в разработке нефтяных месторождений, при которых возрастает эффективность системы заводнения и площадь дренирования коллектора.

В третьей главе приведены результаты исследований, направленных на разработку технологии оборудования горизонтальных скважин с различными типами закачивания средствами динамического мониторинга профиля притока и совершенствования методических подходов применения и испытаний динамических технологий построения многофазного профиля притока горизонтальной нефтяной скважины с помощью трассерных индикаторов. Приведены результаты систематизации, анализа и мониторинга динамических профилей притока горизонтальных скважин.

Показано, что применение технологии динамического мониторинга профилей притока позволяет проводить оценку работы каждой трещины ГРП по нефти и воде. Разработаны различные планы проведения операции ГРП, включающие варьирование планов обработки, расходов закачиваемой жидкости, массы пропанта, вязкости жидкости, процентное содержание полимерно-покрытого пропанта с трассерными индикаторами. При анализе режима работы системы ППД было установлено, что тип профиля притока горизонтальных скважин коррелирует с расположением нагнетательных скважин в районе окружения. По результатам мониторинга характера работы более, чем 30 скважин было установлено, что профили притоков изменяются с течением времени. На основании полученных данных динамических промысловых исследований

выполненных на ряде месторождений Западной Сибири проведена классификация динамики работы интервалов горизонтальных скважин.

В четвертой главе рассмотрены вопросы оперативного управления и регулирования процессом разработки, методического обоснования и последовательности принятия корректирующих решений по повышению эффективности выработки остаточных запасов углеводородов на основе данных динамического мониторинга профиля притока. Разработан алгоритм принятия последовательных решений по регулированию процесса выработки запасов углеводородов. Предлагаемая методика основана на комплексном анализе результатов динамического мониторинга профиля притока и оперативного анализа результатов определения степени гидродинамической связи между добывающими и нагнетательными скважинами, интерференции между добывающими скважинами и включает в себя следующие этапы:

- уточнение геологического строения участка пласта (литолого-фациальный анализ, актуализация геологической и гидродинамической моделей, оценка начальных и остаточных подвижных запасов нефти);
- анализ текущего состояния разработки и выработки запасов (динамика показателей разработки; анализ энергетического состояния пласта; анализ эффективности системы заводнения, оценка степени гидродинамической связи между скважинами по результатам динамического анализа временных рядов, анализ причин обводнения скважин; разработка программы по повышению эффективности системы ППД);
- анализ причин изменения динамики профилей притоков, интерференции и наличия единой гидродинамической системы;
- гидродинамическое моделирование прогнозирования эффективности мероприятий на основе построения актуализированной секторной модели участка проведения ГТМ;
- разработка комплекса рекомендаций для регулирования процесса разработки.

В пятой главе освещены результаты практической реализации алгоритмов регулирования процесса выработки запасов на примере кустов 24 и 25 Южно-Выинтойского месторождения, основывающиеся на фактических данных динамического мониторинга профилей притоков к горизонтальным скважинам. Разработан алгоритм принятия корректирующих решений по оптимизации системы разработки и программы ГТМ для анализируемого участка. Выполнено гидродинамическое моделирование процесса вытеснения на основе технологии выравнивания профиля приемистости с прогнозом и обоснованием показателей технологической эффективности. Предложен и осуществлен ряд корректирующих

мер по повышению выработки коллектора изменением направления фильтрационных потоков, путем блокирования водопроводящих высокопроницаемых интервалов со стороны ряда нагнетательных скважин и созданием дополнительных очагов заводнения на участке расположения горизонтальных скважин. На основании данных, полученных с помощью технологий динамического мониторинга профиля притока подтверждено увеличение выработки запасов нефти выравниванием профиля притока работой портов с помощью применения меняющихся во времени полей давления в пласте и перераспределения фильтрационных потоков пластового флюида закачкой полимеросодержащих составов. В результате проведения работ по повышению охвата пласта по разрезу при заводнении остановлен рост обводнения по участку и снижены эксплуатационные затраты на добычу попутно добываемой воды.

За счет применения технологий выравнивания профиля притока была снижена интенсивность падения добычи по участку и достигнут прирост добычи нефти в объёме 5700 тонн.

Диссертационное исследование выполнено на высоком научно-техническом уровне. Диссертация в полной мере соответствует уровню современных научных публикаций, содержит достаточное количество исходных данных, подробных расчетов, а также пояснений, графиков и рисунков с убедительными выводами и комментариями.

Теоретическая значимость работы

Автором подтверждена корректность методики получения динамических данных о профилях притоков к горизонтальным стволам с помощью лабораторных исследований и моделированием. Повариантным гидродинамическим моделированием определены значимые геолого-технические факторы, влияющие на формирование характера работы горизонтальной скважины, пробуренной в неоднородном терригенном коллекторе, а также на темп выработки запасов нефти и коэффициент извлечения нефти. Выработаны рекомендации по выравниванию профиля притока и снижению обводненности интервалов горизонтального ствола, охватывающие многообразие возможных реальных геологических и технологических условий применения горизонтальных скважин в разработке нефтяных месторождений, при которых возрастает эффективность системы заводнения и площадь дренирования коллектора.

Практическая значимость

Выработаны рекомендации по корректирующему регулированию сектора пласта, примененные на объекте БВ7 Южно-Винтойского месторождения (кусты

24 и 25), что позволило обеспечивать эксплуатацию скважин с увеличением охвата дренирования пласта на 5%.

В результате применения методики на 26 горизонтальных скважинах ООО «Лукойл-Западная Сибирь» в период 2018 - 2021 годов суммарный прирост дебита нефти достиг 14 т/сут. Накопленная дополнительная добыча нефти составила 5700 тонн. Суммарное сокращение отборов воды составило 2600 т.

Апробация работы

Положения и результаты исследования докладывались на научно-технических совещаниях ООО «Лукойл-Западная Сибирь» (Когалым, 2019, 2020 гг.), Российская нефтегазовая техническая конференция RPTC (2019, 2020 гг.), 22-я Международная Нефтегазовая Выставка и Конференция ADIPEC (ОАЭ, Абу Даби, 2019 г.), конференция ПАО «Газпром нефть» «Проблемы и опыт разработки трудноизвлекаемых запасов нефтегазоконденсатных месторождений» (Санкт-Петербург, 2017 г.), Российский нефтегазовый саммит «Трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы» (Москва, 2018 г.), Российский нефтегазовый саммит «Трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы» (Москва, 2018 г.), Middle East Oilfield Services MEOFS, (Бахрейн, 2019 г.), 19-я Китайская международная выставка нефтегазового и нефтехимического оборудования и технологий CIPPE (КНР, Шанхай, 2019), Национальный Нефтегазовый Форум (Москва, 2018 г.), а так же реализованы при разработке участков Южно-Винтойского и Имилорского месторождений.

По диссертации имеются следующие замечания

1. В разделе 2 «Исследование влияния различных геолого-технических условий разработки на профиль притока горизонтальной скважины и основные закономерности поведения профиля ее притока» выполнен анализ методов воздействия на 5-точечную систему разработки и отмечена высокая эффективность нестационарной закачки воды через нагнетательные скважины. При этом при апробации технологий обосновано регулирование фильтрационных потоков с помощью полимерных составов.

2. В разделе «Анализ выработки запасов участка пласта БВ73-4 одной из основных проблем разработки участка с применением существующей системы ППД указываются прорывы нагнетаемых вод по высокопроницаемой части пласта. Однако, в последующем разделе «Оценка реализованной системы поддержания пластового давления» ни в одном из случаев прорывы нагнетаемых вод не зафиксированы однозначно.

3. В разделе 2 соискатель исследует множество факторов, влияющих на

эффективность классической «пятиточечной» системы разработки с добывающим стволом в центре. При том, что «пятиточечная» система является весьма распространенной в индустрии, в работе не исследуются геолого-технические факторы влияния «рядной» и «семиточечной» систем разработки на работу горизонтальных стволов. Также не рассмотрена сравнительная эффективность различных систем разработки при управлении фильтрационными потоками в пласте.

Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, внесенных в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Полученные в работе результаты соответствуют поставленным целям и задачам. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание. Замечания по работе соискателя Овчинникова К.Н. носят частный характер и не снижают значимости полученных автором научных и практических результатов. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на повышение эффективности разработки залежей нефти в неоднородных терригенных коллекторах.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Область исследования соответствует паспорту специальности 2.8.4. — «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», в частности пункту 3 — «Научные аспекты и средства обеспечения системного комплексного (мультидисциплинарного) проектирования и мониторинга процессов разработки месторождений углеводородов»; пункту 5 — «Научные основы компьютерных технологий проектирования, исследования, эксплуатации, контроля и управления природно-техногенными системами, формируемыми для извлечения углеводородов из недр или для их хранения в недрах с целью эффективного использования методов и средств информационных технологий, включая имитационное моделирование геологических объектов, систем выработки запасов углеводородов и геолого-технических процессов».

Общее заключение

В целом диссертационная работа Овчинникова Кирилла Николаевича на тему «Технологии динамического мониторинга и регулирования притока при разработке нефтяных месторождений горизонтальными скважинами» является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей критериям пп.

9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013.

В ней изложены научно-обоснованные технологические разработки, обеспечивающие повышение выработки запасов залежи с помощью обеспечения потока данных о системе «пласт-скважина» в динамике, имеющие существенное значение для развития нефтегазовой отрасли РФ в области оптимизации системы разработки месторождений нефти в условиях различных пластовых неоднородностей.

Соискатель Овчинников Кирилл Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертационная работа Овчинникова К.Н. заслушана и обсуждена на расширенном заседании кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Альметьевского государственного нефтяного института. На заседании присутствовало 10 человек. Результаты голосования: «за» - 10 человек, «против» - 0 человек, «воздержались» - 0 человек. Протокол № 4 от 22.10.2021 г.

Заведующий кафедрой «Разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений»
ГБОУ ВО АГНИ, д.т.н. по специальности
25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, профессор

Арслан Валерьевич Насыбуллин

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Альметьевский государственный нефтяной институт"
423450, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, д. 2
Тел.: (8553) 31-00-04, (8553) 43-88-35;
E-mail: alni@rambler.ru, info@agni-rt.ru Официальный сайт: <https://www.agni-rt.ru/>



Подпись Насыбуллина А.В.
Состоверяется
Заведующий отдела кадров
АГНИ Норс Урманчаев