

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Лутфуллина Азата Абузаровича **«Развитие теоретических и технологических основ повышения выработки остаточных запасов истощенных нефтяных месторождений»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки)

1. Актуальность темы диссертации

При разработке нефтяных месторождений Волго-Уральской провинции достигнуты одни из самых высоких значений коэффициента извлечения нефти в РФ, при этом в пластах остаются существенные запасы нефти, но уже относящиеся к категории трудноизвлекаемых. При отсутствии сколько-нибудь значимого прироста запасов нефти в ресурсной базе страны, вопросы доизвлечения остаточных запасов на действующих месторождениях являются принципиально важными для поддержания добычи нефти. Диссертация Лутфуллина А.А. «Развитие теоретических и технологических основ повышения выработки остаточных запасов истощенных нефтяных месторождений» посвящена разработке нового подхода к решению задачи повышения эффективности разработки истощенных месторождений, основанного на последовательном решении поставленной задачи - от разработки методов локализации остаточных запасов до разработки цифровых моделей и технологий, позволяющих вовлечь эти запасы в активную разработку. В условиях длительной эксплуатации месторождений накапливается достаточный объем данных, позволяющий сформировать представления о распределении плотности остаточных запасов нефти. Сложное геологическое строение продуктивных интервалов пластов, низкая степень достоверности получаемых данных могут привести к появлению рисков принятия неправильных решений и негативным последствиям в случае неподтверждения нефтенасыщенных толщин в проектных скважинах,

большого значения обводненности добываемой продукции, низкого коэффициента охвата вытеснением и др.

Актуальность направления диссертационного исследования Лутфуллина А.А. и правильность выбора используемых методов решения не вызывает сомнений.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается глубоким анализом использованного в работе значительного по объему промыслового материала, в том числе результаты геофизических и гидродинамических методов исследования пластов и скважин, данные по эксплуатации скважин; результаты специальных фильтрационных исследований керна по целому ряду нефтяных месторождений Республики Татарстан, находящихся на поздней стадии разработки. В работе использовались, как известное программное обеспечение по построению 3Д геологических и гидродинамических моделей, так и реализация новых методов, учитывающие результаты разноуровневых исследований и их использование для построения геологических и гидродинамических моделей, позволяющих более точно прогнозировать как текущее состояние, так и дальнейшее формирование остаточных запасов.

Полученные результаты могут быть использованы для обоснования принятия решений по управлению процессом разработки на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки на территории РФ и СНГ.

3. Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций,

сформулированных в диссертации, подтверждается использованием известных методов математической статистики для распределения фильтрационно-емкостных свойств пластов, широко применяемых программных комплексов для 3Д геологического и

гидродинамического моделирования, верификацией моделей, предложенных автором и результаты их использованием на практике, что позволило уточнить распределения подвижных остаточных запасов нефти и рекомендовать технологии довыработки остаточных запасов. Результаты работы были успешно апробированы на конференциях и семинарах международного, всероссийского и регионального уровней, в том числе 51 публикация по теме диссертации, включая одну монографию, шесть учебно-методических пособий, 19 статей в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, получено пять свидетельств РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ, два патента РФ на изобретения.

Первое защищаемое положение посвящено созданию комплексного подхода к локализации остаточных запасов, основанного на проведении последовательного исследования разномасштабных объектов от керна до проб добываемой нефти и использование полученной информации для построения более «тонких» геолого-гидродинамических моделей, позволяющих повысить степень обоснованности выделения участков с повышенной остаточной нефтенасыщенностью, классифицировать эти зоны для дальнейшего принятия решения о методах доизвлечения остаточной нефти.

Второе защищаемое положение посвящено совершенствованию технологий бурения горизонтальной скважины и проведения многостадийного гидравлического разрыва, как способа вовлечения в разработку остаточных запасов, связанных с низкопроницаемыми глинистыми коллекторами терригенного типа. Для предлагаемых технологий определены критерии применимости в условиях истощенных пластов.

Третье защищаемое положение посвящено формированию рекомендаций по бурению и заканчиванию многозабойных скважин с автономными устройствами контроля притока в условиях терригенных пластов нижнего отдела каменноугольной системы Южно-Татарского свода и Мелекесской

впадины, следование которым позволит повысить эффективность выработки остаточных запасов высоковязкой нефти.

Четвертое защищаемое положение посвящено разработанным новым подходам оценки и контроля разработки истощенных нефтяных пластов со сложной структурой остаточных запасов, сформированы рекомендации для повышения степени их выработки.

Разработанные защищаемые положения достаточно обоснованы и подробно рассмотрены в тексте диссертации.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Значимость данной работы и полученных результатов заключается в четко выбранном объекте исследования – истощенные, находящиеся на поздней стадии разработки нефтяные месторождения и последовательном решении задач: от разработки методики локализации остаточных запасов до целого комплекса технологий, позволяющих вовлечь эти запасы в активную разработку и повысить степень их выработки. Несмотря на то, что результаты исследования получены по истощенным нефтяным месторождениям Республики Татарстан, принципиальные положения разработанной методики могут быть использованы и на других истощенных месторождениях.

Научная значимость состоит из следующих основных достижений:

1. Разработан научно-методический комплексный подход для локализации остаточных запасов нефти истощенных месторождений, позволивший объединить результаты разномасштабных исследований и повысить обоснованность получаемых решений по уточненным геолого-гидродинамическим моделям.
2. Разработана технология гидравлического разрыва пласта с применением новой жидкости гидроразрыва и обоснованы критерии для выбора перспективных участков для ее применения.

3. Предложено решение по конструкции нижнего заканчивания многозабойных скважин с автономными устройствами контроля притока для условий терригенных отложений нижнего отдела каменноугольной системы, позволяющее повысить выработку остаточных запасов высоковязкой нефти.

4. Разработаны методы оценки распределения подвижных запасов и регулирования текущего состояния разработки истощенных нефтяных месторождений, основанных на комплексном анализе промысловых данных, определении оптимальных режимов работы нагнетательных скважин, комплексировании результатов геохимических свойств и технологических показателей разработки, направленные на повышение достоверности зон остаточной нефтенасыщенности.

Практическая значимость работы не вызывает сомнения.

Разработанные методы и технологии были эффективно опробованы на Ромашкинском, Ново-Елховском, Биклянском и Тат-Кандызском месторождениях Республики Татарстан.

5. Оценка содержания диссертации и степени ее завершенности

Диссертационная работа Лутфуллина А.А. состоит из введения, пяти глав, в которых изложены основные результаты исследований, заключения и списка литературы, включающего 232 наименования. Работа изложена на 308 страницах машинного текста, содержит 225 рисунков и 39 таблиц.

Во введении автор обосновывает актуальность темы, формирует цель и задачи работы, оценивает степень разработанности темы исследования, приводит описание фактического материала, методов исследования, подчеркивает новизну и практическую значимость, а также формирует защищаемые положения и отражает основные результаты исследований.

В главе 1 автор приводит достаточно полный обзор современного состояния ресурсной базы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и современного уровня научных достижений и развития технологий в области

повышения выработки остаточных запасов на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки.

Во второй главе приводятся геолого-физическая характеристика и текущее состояние разработки терригенных отложений девона как объекта исследования, дается характеристика состояния остаточных запасов. Далее на основании результатов новых керновых исследований обоснованы новые граничные значения для пластов-коллекторов девонских отложений с подтверждением полученных значений при проведении геолого-промысловых исследований. Получение новых данных по геолого-физическим и фильтрационно-емкостным свойствам пластов и характеру их распространения стало отправной точкой для построения 3Д ГДМ, основанной на новом подходе оценки коэффициента проницаемости, что позволило выделить новые проблемные участки по степени плотности остаточных запасов. Для мониторинга текущего состояния пласта в условиях длительной закачки воды разработана методика автоматической обработки данных компонентного состава попутного нефтяного газа, которая позволяет оперативно оценить степень отклонения величин геохимических маркеров. Разработан оперативный способ локализации остаточных запасов нефти с использованием нейросетевых технологий. Комплекс разномасштабных геолого-промысловых исследований по локализации остаточных запасов может быть использован для обоснования технологий вовлечения остаточных запасов в активную разработку.

В главе 3 дано обоснование области применения технологии гидравлического разрыва в терригенных пластах верхнего девона с учетом новых граничных значений коллектора. Для количественной оценки перспективности размещения скважин с технологией ГС+МГРП в пределах изучаемого объекта проанализирован комплекс геолого-промысловых параметров, установлен ряд ограничений и рекомендаций, а также выявлены основные причины неполучения проектных уровней добычи. Использование рейтингового подхода позволило выбрать наиболее перспективные участки

для применения технологии ГС+МГРП. Автором отмечается, что согласно предложенным рекомендациям получены промышленные притоки нефти от 7,8 до 18,5 т/сут.

В Главе 4 приведены результаты исследований продуктивных пластов, направленных на повышение выработки остаточных запасов высоковязкой и повышенной вязкости нефти из терригенных пластов нижнего отдела каменноугольной системы. Для повышения эффективности текущей системы разработки и выработки остаточных запасов нефти автором изучена эффективность различных технологий МУН. На основе расчетов секторной модели оценены варианты применения технологии закачки горячей воды, ПАВ-полимерного заводнения, оптимизации режимов работы и бурение новых скважин. Кроме того, выполнен анализ эффективности бурения ННС и ГС, предложено решение по конструкции нижнего заканчивания многозабойных скважин с АУКП, подобраны оптимальные параметры сегментации основного горизонтального ствола МЗС.

В главе 5 автором предложен комплексный метод оценки контроля текущего состояния разработки нефтяного месторождения. Данный подход позволил оптимизировать режимы работы нагнетательных скважин и подготовить первоочередные рекомендации по улучшению энергетического состояния залежи и увеличения добычи нефти. Автором изучены и оценены перспективы использования интегрированного моделирования при формировании мероприятий по повышению выработки остаточных запасов истощенных нефтяных месторождений.

6 *Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации*

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

Глава 2

1. В пункте 2.2.2 предлагается методика формирования кубов проницаемости отложений исходя из расчетов показателя FZI. В работе

используется подход, в котором используется зависимость параметра FZI от относительной глинистости. При этом автором не показано, на основе каких экспериментальных данных получена данная корреляционная зависимость $FZI = f(\eta_{гл})$;

2. В пункте 2.4 предлагается методика локализации остаточных запасов нефти с использованием нейросетевых технологий. Возникают вопросы по поводу метода интерполяции данных при заполнении дискретной матрицы (страница 88). Автором указан «подход традиционной интерполяции», без конкретизации метода интерполяции;

3. В тексте не указано, на каком керне по дате отбора проводились исследования. От этого зависит, какое состояние пласта отражает полученная геологическая модель начальное или условно текущее. Учитывает ли предложенный подход изменение ФЕС в процессе длительной закачки воды, что очень важно для истощенных пластов;

4. Не раскрыт подход учета неоднородности структуры порового пространства.

Глава 3

1. В работе нет обоснования принятых к ранжированию параметров и их значимости для истощенных пластов;

2. Очевидно, что решение о количестве стадий МГРП принималось по результатам моделирования, при сравнении проектных и фактических показателей не приведены данные о работе каждой стадии, и ее вкладе в общую добычу нефти. Рассматривалась ли степень неоднородности пласта как еще один необходимый параметр в методике ранжирования.

Глава 4

1. В тексте диссертации не приведены зависимости вязкости нефти от температуры, что не позволяет оценить эффективность закачки горячей воды и не ясно, учитывалось ли в расчетах текущее значение вязкости нефти.

2. Нет определения критерия оптимизации работы скважин, что понимается в данной работе.

3. Предложенная технология ПАВ-полимерного заводнения с ГРП сложна и в реализации и в понимании процесса. При снижении дебита скважины по нефти на 12,5% говорит уже о том, что основная доля «довытесненной» нефти и находившаяся в околоскважинной зоне уже добыта, то зачем проводить ГРП, который создаст трещину уже в «промытой» части пласта?

Глава 5

1. В работе используется термин «дипольное» заводнение, такое нововведение требует обоснование необходимости его появления и объяснение его смысла;
2. Любое использование термина «оптимальное» требует пояснения, тем более, когда речь идет о нестандартных объектах или технологиях.

Данные замечания носят рекомендательный характер. При этом все задачи исследования, поставленные в работе, выполнены и раскрыты в полной мере. Все четыре научных положения четко сформулированы и хорошо обоснованы. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой.

Автореферат полностью соответствует содержанию работы, публикации отражают ее результаты и опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК.

Заключение

Диссертация Лутфуллина Азата Абузаровича «Развитие теоретических и технологических основ повышения выработки остаточных запасов истощенных нефтяных месторождений» на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и практические рекомендации, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области повышения эффективности разработки истощенных нефтяных месторождений, имеющего большое практическое значение при решении

Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Лутфуллин Азат Абузарович, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки).



«8» декабря 2025 г.

[Signature]

Ю. Е. Ширяев

E-mail: RNM@gubkin.ru