

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. Савенок Ольги Вадимовны
на диссертационную работу Плиткиной Юлии Александровны
«**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАВОДНЕНИЯ
И РАЗРАБОТКИ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ
ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ КРАСНОЛЕНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений

1. Актуальность темы диссертации

Актуальность представленной диссертационной работы обоснована существенным вкладом трудноизвлекаемых запасов низкопроницаемых коллекторов в ресурсную базу, а также в текущую и прогнозную добычу нефти Российской Федерации и Западной Сибири в частности.

Большинство недропользователей сталкивается с проблемой нерентабельности освоения неоднородных низкопроницаемых объектов в результате применения традиционных решений, апробированных на объектах со средними геолого-физическими характеристиками. В этой связи требуется совершенствование подходов и технологий для повышения эффективности разработки низкопроницаемых отложений.

Применение технологии гидроразрыва пласта в наклонно-направленных скважинах (ННС с ГРП) и многостадийного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах (ГС с МГРП) позволило частично решить проблему запускных дебитов, но высокие темпы снижения дебитов после запуска скважин не позволяют обеспечить накопленные отборы. В этой связи особое значение имеет совершенствование технологии заводнения и систем разработки низкопроницаемых коллекторов с целью поддержания энергетического состояния объекта и увеличения коэффициента охвата.

Таким образом, актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

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

Научная обоснованность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений.

Результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались автором на конференциях и технологических форумах различного уровня, с участием специалистов по профилю, а также опубликованы в ведущих рецензи-

руемых журналах и использованы недропользователем АО «РН - Няганьнефтегаз» при подготовке проектно-технической документации на разработку объекта ЮК_{2,9} тюменской свиты Красноленинского месторождения.

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

Автором разработан и научно обоснован метод определения периода отработки нагнетательных скважин в режиме добычи, основанный на точной оценке начала процесса интерференции в элементе заводнения. Предложенный метод представляет собой новый научный результат, так как отличается от известных аналитических методов и позволяет определить индивидуальный период отработки для каждой нагнетательной скважины, что в свою очередь даёт возможность своевременно организовать заводнение в элементах и тем самым увеличить накопленную добычу нефти за счёт минимизации потерь.

Достоверность метода подтверждается сопоставимостью результатов с многовариантными расчётами по элементам заводнения. Кроме того, стоит отметить выполненный автором анализ устойчивости результата, который свидетельствует о том, что снижение устойчивости отмечается при сверхнизких значениях проницаемости (менее 0,5 мД) по причине ухудшения гидродинамической связи между скважинами.

Установлено значимое различие в удельной накопленной добыче нефти по ГС с МГРП в зоне русловых отложений и в высокорасчленённом коллекторе, которое необходимо учитывать при размещении скважин в условиях фациально-изменчивых отложений. Апробированные решения по формированию комбинированной системы разработки ННС и ГС для объекта ЮК_{2,9} Ем-Еговского участка в совокупности с совершенствованием технологии заводнения тиражированы на соседние лицензионные участки Красноленинского месторождения АО «РН - Няганьнефтегаз» и использованы в качестве аналогии при проектировании новых нефтяных месторождений Назымское и Тункорское.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

В рамках представленной диссертационной работы была проведена комплексная исследовательская и научно-техническая работа, результаты которой нашли своё отражение в научных публикациях, в получении патента на изобретение № 2740510 и в производственной деятельности недропользователя АО «РН - Няганьнефтегаз» на лицензионных участках Красноленинского месторождения, что подтверждается актом внедрения.

5. Оценка содержания диссертации, степени её завершенности и качества оформления

Диссертация Плиткиной Ю.А. состоит из введения, пяти глав и заключения. Изложена на 141 странице машинописного текста, содержит 11 таблиц, 64 рисунка и 5 приложений. Список литературы включает 145 источников, включая зарубежные.

В целом работа структурирована, главы выстроены логически. По каждой главе представлены краткие выводы и результаты, которые полностью отвечают поставленной цели и задачам научного исследования.

Во **введении** обоснована актуальность темы, определены объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи исследования, представлены научная новизна работы и положения, выносимые на защиту.

Глава 1 посвящена изучению геолого-физических особенностей отложенной тюменской свиты, к которым относятся: низкая проницаемость, высокая неоднородность, высокий этаж нефтеносности, сложность порового пространства и др.

Опираясь на опыт Красноленинского и других месторождений с низкопроницаемыми объектами, автором выявлены сопутствующие проблемы разработки, такие как: неполное вовлечение запасов по разрезу, низкие стартовые дебиты, высокие темпы падения дебитов, низкая эффективность системы заводнения.

Автор отмечает важность наличия фациальной модели на этапе проектирования и разбуривания тюменской свиты, так как фациальная изменчивость и высокая неоднородность по площади и разрезу определяют разную эффективность скважин. Возникает задача по выбору конструкции и траектории скважин с учётом геологического строения.

В **главе 2** выполнен обзор отечественной и зарубежной литературы по изучению значимых параметров системы заводнения в низкопроницаемых коллекторах. На основе выполненного обзора, а также с учётом результатов опытно-промышленных работ на Ем-Еговском участке, автор предлагает свои решения по совершенствованию системы заводнения и разработки в части:

- 1) плотности сетки и оптимального соотношения скважин;
- 2) давления нагнетания с целью создания эффекта автоГРП;
- 3) направления системы относительно регионального стресса;
- 4) управления заводнением.

В условиях низкопроницаемых коллекторов тюменской свиты повышение эффективности системы заводнения достигается при формировании плотных

сеток ННС (ПСС 16 га/скв.) с организацией интенсивной системы (соотношение 1:1) при высоких давлениях нагнетания с автоГРП. При формировании системы добывающих ГС с нагнетательными ННС рекомендуется обеспечение соотношения 1:2. Ориентирование системы разработки сообразно направлению регионального стресса (345°) позволяет избежать массовых прорывов закачиваемой воды и повысить эффективность системы заводнения.

В главе 3 описан разработанный автором метод по определению периода эксплуатации нагнетательной скважины в режиме добычи. В качестве исходных данных для реализации метода необходим расчёт 2-х сценариев на гидродинамической модели. Далее требуется провести расчёты в соответствии с представленным алгоритмом и последовательностью математических действий, заключающихся в определении момента времени, когда производная от отношения дебитов будет иметь минимальное значение. С этого момента проектную нагнетательную скважину целесообразно переводить в режим закачки воды, при этом по ней не будет потерь добычи нефти в связи с ранним переводом в ППД и не будет потерь по окружающим добывающим скважинам в элементе, так как добыча из проектной нагнетательной скважины будет вестись только до момента начала интерференции.

В работе представлено детальное доказательство наличия минимального значения производной с использованием аппроксимирующих аналитических функций дебита и классической задачи нахождения экстремума функции. Кроме того, доказывается максимизация накопленной добычи нефти путём сравнения с многовариантными расчётами на ГДМ по элементам.

Автором описаны преимущества по сравнению с существующими аналитическими методами. При этом автор отмечает имеющиеся ограничения в применении метода, связанные с зависимостью результата от качества модели в межскважинном пространстве и со снижением устойчивости результата при сверхнизких значениях проницаемости ввиду ослабления взаимовлияния между скважинами.

В главе 4 представлен сравнительный анализ эффективности технологий ННС с ГРП и ГС с МГРП в условиях тюменской свиты Красноленинского месторождения, в результате которого сделаны важные выводы:

- запускные и накопленные показатели за 1-ый год работы по ГС превосходят показатели по ННС в 2 и более раза, что свидетельствует об эффективности горизонтального бурения;

- максимальные показатели фиксируются по ГС, пробуренным в фациях русловых отложений, характеризующихся наличием связности коллекторов и

лучшими фильтрационно-емкостными свойствами;

- в зоне расчленённого коллектора показатели ННС и ГС сопоставимы.

Исходя из полученных выводов, автор решает глобальную проблему обоснования зон размещения систем ННС и ГС по значительной площади месторождения. Для этой задачи выполнено моделирование вариантов разработки на секторном участке с сильно изменчивым геологическим строением (имеется зона фации русел с улучшенными свойствами и зона расчленённого коллектора пойменных отложений с ухудшенными свойствами). По результатам моделирования и технико-экономической оценке выбраны наилучшие варианты по характеристике вытеснения и экономике.

На основе полученных данных, а также с учётом распределения запасов по разрезу и технологических ограничений по высоте трещин ГРП, впервые для условий тюменской свиты Красноленинского месторождения обоснованы особенности формирования комбинированной системы разработки с применением ННС с ГРП и ГС с МГРП.

В главе 5 представлены результаты опытно-промышленной апробации предложенного в диссертации комплекса решений по совершенствованию технологии заводнения и разработки объекта ЮК₂₋₉ Ем-Еговского ЛУ Красноленинского месторождения.

В заключении сформулированы основные выводы.

6. Рекомендации по использованию результатов диссертации

Выявленные параметры системы заводнения низкопроницаемых коллекторов, позволяющие минимизировать риски прорыва закачиваемой воды и повышать эффективность разработки, будут полезными как для старых месторождений, на которых требуется трансформация системы заводнения, так и для новых, чтобы уже на этапе опытно-промышленных работ опробовать предложенные решения, оптимально разместить и сориентировать проектный фонд относительно регионального стресса и обоснованно рассчитать необходимую мощность насосного оборудования для обеспечения достаточных давлений нагнетания.

Предложенный автором метод по определению оптимального периода отработки нагнетательных скважин через минимум производной может применяться для любых неоднородных и низкопроницаемых объектов, по которым имеется постоянно действующая геолого-гидродинамическая модель.

Методический подход по обоснованию комбинированной системы размещения ННС с ГРП и ГС с МГРП в зависимости от геологических условий и тех-

нологических ограничений по высоте трещин ГРП, основанный на результатах секторного гидродинамического моделирования и технико-экономической оценки, может применяться на любых неоднородных низкопроницаемых объектах других месторождений.

7. Замечания по диссертационной работе

1. В работе не представлено обоснование выделения эксплуатационных объектов для пластов тюменской свиты. Отсутствуют аргументы, почему при таком значительном этаже нефтеносности выделен один эксплуатационный объект – ЮК₂₋₉. Можно ли решить проблему неполного вовлечения запасов по разрезу разделением тюменской свиты на 2-3 объекта разработки?

2. В качестве рекомендации предлагается рассмотреть применимость новых технологических решений по бурению двуствольных скважин с горизонтальным окончанием с целью увеличения охвата по разрезу тюменской свиты.

3. Автор утверждает, что разработанный метод по определению периода отработки нагнетательных скважин может применяться для произвольной схемы размещения скважин. При этом не представлен анализ чувствительности метода от геометрии сетки скважин и от расстояния между скважинами.

Приведённые замечания носят уточняющий характер, не влияют на положительную оценку диссертационной работы Плиткиной Ю.А. и не снижают её научную ценность и значимость.

8. Заключение

Диссертационная работа Плиткиной Юлии Александровны выполнена на высоком научно-техническом уровне и соответствует паспорту специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. Диссертация отличается научной новизной и практической значимостью, является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной проблемы повышения эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов нефти за счёт обоснования параметров системы заводнения и особенностей формирования комбинированной системы разработки. Предложенное автором решение имеет высокую значимость в развитии нефтегазовой отрасли РФ в части увеличения доли добычи трудноизвлекаемых запасов нефти.

Диссертационная работа Плиткиной Юлии Александровны на тему «Совершенствование технологии заводнения и разработки низкопроницаемых коллекторов на примере тюменской свиты Красноленинского месторождения» соответствует критериям пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней

