

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук Королева Максима Игоревича
на диссертационную работу Нецадимова Романа Александровича
«Научно-методическое обоснование подхода к разделению скважинной
продукции при совместной эксплуатации нескольких пластов»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Р. А. Нецадимова посвящена решению актуальной научно-практической задачи – повышению эффективности разработки многопластовых месторождений путём совершенствования методов разделения добычи нефти, жидкости и закачки при совместной эксплуатации двух и более пластов.

Значительная часть месторождений Российской Федерации является многопластовой, при этом объединение пластов в единый эксплуатационный объект часто становится единственным способом достижения рентабельных дебитов, особенно на поздних стадиях разработки. Однако такой подход существенно усложняет контроль и регулирование процессов выработки запасов, что приводит к неопределённостям при оценке остаточных запасов по каждому пласту и, как следствие, к снижению эффективности проектных геолого-технических мероприятий. В соответствии с приказом Минприроды России № 356 от 14 июня 2016 г., учёт добычи и закачки должен вестись отдельно по пластам, что делает востребованной разработку достоверных методик разделения скважинной продукции.

Особую значимость данный вопрос приобретает на месторождениях с коллекторами различной проницаемости и значительной расчленённостью разреза, где разница в фильтрационно-ёмкостных свойствах пластов приводит к неравномерной выработке запасов.

Таким образом, тема диссертации является актуальной и соответствует современным вызовам нефтегазовой отрасли, связанным с необходимостью повышения качества управления разработкой многопластовых объектов.

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

Положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы в достаточной степени.

Автором выполнен анализ отечественной и зарубежной научно-технической литературы, в котором рассмотрены существующие подходы к разделению добычи: промыслово-геофизические исследования, геохимические методы, компоновки одновременно-раздельной эксплуатации, а также расчётные методики. На основе этого анализа выявлены основные недостатки известных решений и сформулированы требования к усовершенствованной методике.

Основные положения работы базируются на фактическом материале по месторождению N, расположенном в Западной Сибири. Представленные материалы включают результаты интерпретации 122 промыслово-геофизических исследований, данные геохимического анализа проб нефти, данные о геологическом строении месторождения и результаты геолого-промыслового анализа в условиях совместной эксплуатации пластов. Применённый комплекс методов — геолого-промысловый анализ, статистическая обработка данных и гидродинамическое моделирование — соответствует поставленным задачам.

Выводы и рекомендации логически вытекают из полученных результатов, подтверждены сравнением расчётных данных с фактическими показателями разработки и согласуются с известными теоретическими представлениями. Достоверность подтверждена также актом внедрения результатов в проектный документ на разработку месторождения N.

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

Научная новизна работы заключается в следующих результатах:

- выявлена зависимость вероятности подключения пропластков в работу от относительной гидропроводности для добывающих скважин и относительной проницаемости для нагнетательных скважин. Определены граничные значения: для добывающих скважин — 0,26 д. ед., для нагнетательных — 0,22 д. ед., ниже которых пропластки не вовлекаются в разработку при совместной эксплуатации;
- уточнены критерии принятия решения об объединении пластов на основе фактических результатов разработки 23 многопластовых месторождений. Установлено, что объединение целесообразно при различии гидропроводностей не более 5 ед., расстоянии между пластами не более 30 м и отношении начальных пластовых давлений не более 1,09 ед.;
- усовершенствована методика разделения добычи нефти, жидкости и закачки, которая, в отличие от известных, позволяет комплексно учитывать изменение пластового давления, интервалов перфорации, продуктивности пластов, распространение трещин гидроразрыва, а также различный характер обводнения пластов. Методика реализована для каждой скважины и позволяет уточнять остаточные запасы по пластам;
- для условий месторождения Западной Сибири выделены геохимические коэффициенты (5 показателей, включая отношения 3-метилгексан/циклогексан, н-гексан/толуол, изопентан/циклопентан и др.), позволяющие выполнить разделение добычи нефти между пластами БС10/1 и БС10/2 объекта БС10. Статистическая значимость различий средних значений подтверждена на уровне 0,05.

Достоверность полученных результатов обеспечена:

- большим объёмом фактических промысловых данных;
- корректным применением методов математической статистики;

- апробацией методики на реальном участке месторождения N с получением результатов, согласующихся с фактическими данными по скважинам с селективной эксплуатацией.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Теоретическая значимость работы состоит в:

- развитии научных представлений о механизмах вовлечения пропластков в разработку при совместной эксплуатации;
- установлении количественных граничных значений относительной гидропроводности и проницаемости, определяющих возможность подключения пропластков;
- обосновании дополнительных критериев объединения пластов (расстояние между пластами, отношение начальных давлений), что дополняет известные подходы, основанные только на толщине, проницаемости и вязкости;
- расширении методической базы для разделения добычи с использованием геохимических маркеров.

Практическая значимость подтверждена следующим:

- результаты разделения добычи использованы при составлении «Дополнения к технологическому проекту разработки нефтяного месторождения N ХМАО-Югры Тюменской области»;
- на участке работ (центральная часть месторождения N) выполнен перерасчёт остаточных запасов, выявлены невыработанные запасы пласта БС10/1 в объёме 625 тыс. т.;
- составлена программа геолого-технических мероприятий, включающая бурение горизонтальных добывающих и горизонтальных нагнетательных скважин на пласт БС10/1, а также изоляцию этого пласта в скважинах с совместной эксплуатацией. Реализация программы позволит дополнительно добыть 271 тыс. т нефти;
- для пластов БС10/1 и БС10/2 определены геохимические коэффициенты-маркеры, которые могут быть использованы для оперативного разделения добычи без дорогостоящих промыслово-геофизических исследований.

5. Оценка содержания диссертации, её завершённости и качества оформления

Диссертационная работа изложена на 147 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений, библиографии из 110 наименований и восьми приложений. Работа содержит 9 таблиц и 43 рисунка.

Структура работы логична и последовательна:

В первой главе выполнен критический анализ разработки месторождения N, включая оценку геолого-физических характеристик продуктивных пластов, анализ результатов 122 ПГИ и геохимических исследований. На основе статистической обработки данных определены граничные значения относительной гидропроводности и проницаемости, а

также установлено отставание в выработке пласта БС10/1 (отбор от НИЗ 68 % при обводнённости 75 %) от пласта БС10/2 (95 % при обводнённости 97 %), определены геохимические коэффициенты, позволяющие выполнить разделение добычи нефти пластов БС10/1 и БС10/2.

Во второй главе представлен обзор существующих методов разделения добычи, выявлены их ограничения и сформулированы ключевые условия, которые должны быть учтены в усовершенствованной методике (изменение пластового давления, интервалов перфорации, продуктивности и характера обводнения пластов).

В третьей главе описана усовершенствованная методика разделения добычи при совместной эксплуатации пластов. Представленная методика сформирована с учётом материалов, приведённых в первой и второй главе. В основу усовершенствованной методики заложен один из подходов, представленных во второй главе, а именно разделение добычи пропорционально произведению добычи на перепад давления. Дополняется данное решение расчётом граничных значений параметров, ниже которых пропластки не подключаются в работу в условиях совместной эксплуатации, что является практическим внедрением результатов из первой главы. Определение пластового давления выполнено с помощью уравнения материального баланса. Дополнительно учитывается распространение трещин ГРП, изменение интервалов перфорации, результаты промысловых исследований. Обосновывается возможность использования характеристик вытеснения для учёта различной динамики обводнения пластов. Кроме этого, в данной главе представлены уточнённые критерии объединения пластов на основе анализа результатов разработки 23 месторождений.

В четвёртой главе выполнена апробация методики на участке месторождения N. Показано перераспределение накопленной добычи нефти, уточнены остаточные запасы и предложена программа ГТМ с ожидаемым эффектом 271 тыс. т дополнительной добычи.

Заключение содержит пять основных выводов, полностью соответствующих поставленным задачам. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации, её научную новизну и практическую значимость.

Работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно. По своему содержанию и оформлению диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.8.4.

6. Замечания по диссертационной работе

По диссертации и автореферату имеются следующие замечания и вопросы, носящие дискуссионный характер и не снижающие общей положительной оценки работы:

1. Соискатель утверждает, что граничное значение относительной гидропроводности (0,26) и проницаемости (0,22) получено на основе анализа 122 ПГИ. Однако из текста не ясно, как именно проведена нормировка гидропроводности каждого пропластка – за 1 принимается максимальное

значение в разрезе скважины? Но тогда относительная гидропроводность зависит от того, какие пропластки вскрыты в данной скважине. Это может привести к смещению оценки, так как в скважинах с одним высокопроницаемым пропластком и множеством низкопроницаемых последние будут иметь очень низкую относительную гидропроводность и автоматически попадут в «неработающие». Необходимо было бы учитывать абсолютные значения гидропроводности, а не только относительные внутри одной скважины.

Вопрос к соискателю: как исключено влияние разного числа вскрытых пропластков в разных скважинах на статистику?

2. Методика пересечения интегральных кривых (рис. 1.22) предполагает, что точка пересечения соответствует порогу, ниже которого пропластки «не работают». Однако из графика видно, что и при значениях выше порога есть пропластки без притока, а ниже – есть с притоком. Порог выбран произвольно как точка, где кривые пересекаются. Это эмпирический подход, не имеющий строгого физического обоснования. Следовало бы использовать вероятностную модель и определить значение, при котором вероятность подключения статистически значимо отличается от нуля.

В качестве рекомендации: уточнить, почему выбран именно метод пересечения интегральных кривых, и привести доводы в пользу его применимости.

3. Замечание: Соискатель на гидродинамической модели проверяет несколько характеристик вытеснения (Сипачёва-Пасевича, Назарова-Сипачёва, Ткаченко) и выбирает лучшие по коэффициенту детерминации, но: синтетическая модель (стр. 75) является двухслойной, но однородной по латерали, что не отражает реальной неоднородности месторождения N. Результаты проверки на такой модели не гарантируют применимость в реальных условиях. Также не показано, как характеристики вытеснения, построенные по скважинам с индивидуальным вскрытием, переносятся на скважины с совместной эксплуатацией, где интерференция пластов меняет динамику обводнения. Соискатель предполагает, что зависимости обводнённости от удельной накопленной добычи сохраняются, но это требует отдельного обоснования.

7. Заключение

Диссертационная работа Нещадимов Роман Александрович на тему «Научно-методическое обоснование подхода к разделению скважинной продукции при совместной эксплуатации нескольких пластов» соответствует критериям, установленным пп. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В работе содержится решение актуальной научно-технической задачи – повышения эффективности разработки многопластовых месторождений на основе усовершенствованной методики разделения добычи и уточнённых критериев объединения пластов, что имеет существенное значение для нефтегазовой отрасли Российской Федерации.

Автор диссертации, Нецадимов Роман Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент:

Руководитель высшей нефтяной школы
ФГБОУ ВО «Югорский государственный
университет», кандидат технических наук
по специальности 25.00.17 (2.8.4)
Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений

«06» октября 2026 г.



Королев Максим Игоревич

Я, Королев Максим Игоревич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Королев Максим Игоревич

Контактные данные:

628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

Тел.: +7 (3467) 377-000

E-mail: ugrasu@ugrasu.ru

Подпись М. И. Королева заверяю:

