

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Бенсон Ламиди Абдул-Латиф «Физико-математическая модель притока к скважине в газоконденсатном пласте», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.17 - «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

1. Актуальность темы диссертации.

Одной из основных проблем в проектировании газоконденсатных месторождений является сложность описания фазовых превращений в системе «газ - газоконденсат – вода». Хорошо известно, что главная особенность разработки газоконденсатных месторождений — возможность в результате снижения давления выпадения конденсата в пласте, стволе скважины и наземных сооружениях. Основная задача проектирования – обеспечить наиболее полное извлечение газа и конденсата из пласта при рациональной системе разработки месторождения.

Разработка газоконденсатных месторождений в режиме истощения обеспечивает одновременную добычу газа и конденсата, высокий коэффициент газоотдачи при минимальных, по сравнению с другими методами, затратах. Однако конденсатоотдача месторождений оказывается невысокой, так как конденсат, выпадающий в пласте по мере снижения пластового давления, считается безвозвратно потерянным. Поэтому возникает вопрос о выборе наиболее оптимальных режимов разработки газоконденсатных месторождений, решение которого невозможно без гидродинамического моделирования.

Моделирование разработки газоконденсатных месторождений проводится с использованием композиционной модели флюидов, расчеты которой требуют больших объемов вычислений. Развитие в последние годы модели «live oil», на основе модели black-oil, позволило упростить процесс моделирования при несущественной потере точности. Однако, остается ряд вопросов связанных с корректным заданием трехфазных относительных фазовых проницаемостей, с правильным учетом PVT-свойств многофазного потока флюидов. Для достоверного описания процессов фильтрации трехфазных водогазоконденсатных смесей в поровой среде необходимо проведение большого объема лабораторных экспериментов, что является ресурсозатратным мероприятием. Поэтому создание методов, позволяющих восстанавливать недостающие данные на основе достоверных корреляций, а также производить расчет трехфазных относительных проницаемостей конденсата, воды и газа, является актуальной задачей современной газодобывающей промышленности.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и заключения

Обоснованность научных положений, выводов и заключения данной работы вполне состоятельна, базируется на результатах большого числа теоретических и лабораторных исследований, на проведении значительного объема анализа обзора литературы по моделированию процессов многофазной фильтрации, на основе применения методов вычислительной математики при решении фильтрационных уравнений.

*№ 93-10
от 26.03.2019*

Полученные новые научные знания основаны на результатах проведенных вычислительных экспериментов с применением апробированных численных методов и алгоритмов. Полученные результаты не противоречат установленным фактам, а дополняют и развивают сформировавшиеся представления о процессах трехфазной фильтрации газа, конденсата и воды в поровом пространстве.

3. Достоверность и научная новизна результатов диссертации

Достоверность полученных автором результатов подтверждается используемыми исходными базами данных геолого-технологической информации конкретных месторождений, апробированными современными расчётными методами моделирования, сопоставлением полученных результатов с фактическими данными, а также с результатами, полученными другими исследователями.

Получены следующие новые знания:

1. Показано, что при расчете трехфазных ОФП необходимо учитывать распределение фаз относительно друг друга в поровом пространстве.
2. Сформулированная идея о влиянии распределения флюидов в поровой среде на относительные фазовые проницаемости подтверждена хорошим совпадением расчетных и замеренных значений трехфазных ОФП.
3. Доказано, что учет капиллярного давления в PVT свойствах флюидов оказывает существенное влияние на динамику распределения давления и насыщенности вертикальной скважины, эксплуатирующей газоконденсатный пласт.

4. Значимость результатов для науки и практики

Представленная работа развивает и совершенствует существующие методы моделирования разработки газоконденсатных залежей. Полученные в диссертационной работе результаты имеют как теоретическую, так и практическую значимость.

Значимость для науки полученных автором результатов заключается в следующем.

1. Полученные новые унифицированные корреляции PVT-свойств газоконденсатных систем не требуют использования образцов скважинного флюида или расчетов уравнения состояния (EOS). Расчеты по данным корреляциям проводятся заданием входных параметров, которые получают из производственных данных.
2. Предложен метод полуаналитического решения уравнений многофазной фильтрации в приближении слабосжимаемых жидкостей, позволяющий проводить быструю оценку дебитов газоконденсатных скважин с учетом и без учета капиллярных эффектов.

Значимость для практики результатов диссертационных исследований заключается в следующем.

1. Разработан метод расчета трехфазных относительных фазовых проницаемостей, позволяющий существенно повысить точность прогноза показателей разработки газоконденсатных месторождений.
2. Полученные новые корреляции PVT-свойств газоконденсата позволяют не проводить дополнительные лабораторные эксперименты.

3. Результаты исследований диссертационной работы могут применяться исследовательскими и проектными службами газодобывающих компаний.
4. Материалы диссертации могут использоваться в учебном процессе для подготовки студентов по направлению «Нефтегазовое дело».

5. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений и списка литературы, шести приложений. Объем работы составляет 133 страниц, в том числе 47 рисунков, 13 таблиц, 61 наименование списка литературы.

Текст диссертационной работы и автореферата написан грамотным научным языком. Работа построена логично, начиная с постановки задачи, актуальности темы исследований и кончая выводами, имеющими как теоретическое, так и практическое значения. Качество оформления работы оставляет хорошее впечатление. Текст диссертации изложен с учетом требований ВАК РФ, предъявляемых к оформлению научных работ. Диссертационная работа соискателя содержит все необходимые ссылки на литературные источники.

6. По содержанию диссертации имеются следующие замечания.

Формальные по тексту работы:

1. Имеется ряд стилистических ошибок, пропущенных слов.
2. В разделе «Методология и методы исследования» автор утверждает, что применяет физическое моделирование и лабораторные исследования, хотя в работе не проводятся лабораторные исследования. В своей работе автор использует результаты лабораторных исследований других авторов.
3. В разделе «Публикации» отмечается, что автором опубликована 21 научная работа, в том числе 3 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 9 статей в изданиях, входящих в базу данных SCOPUS и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. В списке работ в автореферате приведены 12 работ, из них только одна указана как статья в журнале из списка ВАК. В тексте диссертации имеются ссылки только на 5 статей автора. Не понятно, с чем связано такое несоответствие?
4. В основных задачах исследований автор указывает, что одной из задач работы является «Разработка физико-математической модели оценки дебитов скважин при расчете добычи из газовых и газоконденсатных низкопроницаемых пластов с учетом капиллярных эффектов». В работе ничего не говорится о низкопроницаемых пластах.
5. В практической ценности не указано, где применялись полученные автором результаты.
6. Автор постоянно путает понятие газоконденсат и легкая нефть, хотя на стр. 13 и 15 отмечает, что между ними существует значительная разница. Однако, в дальнейшем понятия газоконденсат и нефть используются как тождественные (например, на стр. 23 и дальше по тексту).
7. Автор использует непонятные термины, например, «сила вязкости» (стр. 14), «моделирование модифицированной тяжелой нефти» (стр. 65).
8. Нет описания параметров K_C и $K_{НС}$ в уравнениях 2.9 и 2.10

9. К рисунку 2.8 отсутствует описание того, каким цветом обозначены пластовые флюиды.
10. На рисунке 3.13. приведен график фактических и рассчитанных PVT - свойств в зависимости пластового давления. На самом деле фактически точки на графике отсутствуют
11. Текст Приложений А, В, Г, Д полностью совпадает с текстом разделов 4.1.1., 4.1.3, 4.2, 4.3 главы 4. Для чего это сделано?
12. Разделы 3.7.1. и 3.7.2, где приведено стандартное описание метода главных компонент и масштабирования, являются излишними, можно было ограничиться ссылками на работы, откуда эти описания были взяты. А вот описание предлагаемой PVT модели можно было расширить с детальным описанием каждого этапа алгоритма.
13. При построении PVT корреляции автор не приводит исходные экспериментальные данные, которые используются в модели. Поэтому читатель не может удостовериться в качестве полученной корреляции.
14. В формуле 3.10 по смыслу изложения должен присутствовать коэффициент u_1 , однако, он отсутствует, хотя в таблице 3.5 он рассчитан. Ошибка?
15. На стр. 63 ошибки при ссылках на таблицы. Сначала дается ссылка на таблицу 3.8., где, по мнению автора, проводится сравнение между рассчитанным начальным газовым фактором с использованием PVT параметров, полученных из новой корреляции, со значениями, полученными при композиционном моделировании. Этих сравнений в таблице 3.8. нет, нет их и на других страницах работы. Затем идет ссылка на таблицу 3.7, хотя по смыслу должна быть ссылка на таблицу 3.8.
16. На рисунках 3.1-3.5 приводятся сравнения расчетных и измеренных данных PVT-параметров флюидов. Не ясно, откуда взяты измеренные данные. В тексте работы они не приведены.
17. На странице 121 приведены две одинаковые формулы В-4 и В-5. Зачем?
18. На странице 100 автор пишет, что «граничные и начальные условия на скважине определим исходя из постоянства дебита», однако здесь же задает граничное значение постоянного давления (формула 4.87)
19. В формуле 4.102 допущена ошибка. Написано $\frac{dp_o}{d\chi} = \frac{dp_g}{d\chi} - \frac{dp_{cgo}}{d\chi} \frac{dS}{d\chi}$, должно быть $\frac{dp_o}{d\chi} = \frac{dp_g}{d\chi} - \frac{dp_{cgo}}{dS} \frac{dS}{d\chi}$. Эта ошибка повторяется в последующих уравнениях.
20. В формуле 4.112 исчез символ второй степени.
21. На графике рисунка 4.15 некорректно выбрана шкала оси OY.
22. Отсутствует описание полученных результатов раздела 4.3.

По существу работы:

1. По пунктам научной новизны. Представленные в диссертационной работе пункты научной новизны не содержат новых научных знаний, а представляют собой декларацию направлений исследований и больше относятся к защищаемым положениям. Например, физико-математическая модель - это инструмент для получения новых научных знаний, но не новый научный факт.

Необходимо было изложить, какие новые научные знания были получены с помощью этой модели.

2. В предложенном автором алгоритме расчета трехфазной относительной проницаемости поставленная задача сводится к решению систем нелинейных алгебраических уравнений, которые предполагают наличие нескольких корней. В работе не указано, каким образом происходит отбор «нужных» решений. Это важный момент, тем более, что если на рисунках 2.14 и 2.15а мы видим хорошее соответствие расчетных и экспериментальных значений, то на рисунке 2.15б такого соответствия нет. Автор никак не комментирует данный факт.
3. Для наглядной демонстрации качества своего метода расчета трехфазной относительной проницаемости, автор строит кросс-плот и сравнивает его с кросс-плотами для моделей Бейкера и Стоуна. Однако, сравнение ограничивается только визуальным сравнением, для корректного сравнения необходимо было ввести количественный показатель.
4. На странице 95 на графике 4.10 водонасыщенность принимает отрицательные значения. Не физичное решение!
5. При рассмотрении трехфазной фильтрации (нефть, газ, вода) (стр. 96) не учитывается растворимость газа в воде!
6. Переход от уравнений (4.83) и (4.84) к уравнениям (4.96) и (4.97) не является очевидным. Обычно считается, что движение флюидов в коллекторе происходит в результате изменения упругого состояния как самих флюидов, так и коллектора. Автор же считает, что движение газа происходит из-за изменения упругого состояния только в газовой фазе, а растворенного в нефти газа только при изменении упругого состояния в нефтяной фазе. Это надо доказать.
7. На странице 107 приводится вывод «Полученный результат позволяет утверждать, что учет капиллярного давления в PVT свойствах флюидов оказывает существенное влияние на динамику распределения давления и насыщенности вертикальной скважины, тогда как его учет в виде дополнительного слагаемого значительного эффекта не имеет». Однако, данный вопрос (учет капиллярного давления в виде дополнительного слагаемого) в работе не изучен. На основе каких данных сделан этот вывод?
8. Не понятно, почему автор при описании процесса фильтрации газа использует модель слабосжимаемой жидкости?

7. Публикации, отражающие основное содержания диссертационной работы

По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 1 статья в издании, входящем в перечень ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 9 статей в изданиях, входящих в базу данных SCOPUS и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты работы докладывались на российских и международных конференциях, и форумах. Тематика публикаций соответствует теме диссертации и достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

8. Оценка содержания автореферата

Автореферат написан простым и понятным языком. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

9. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертационная работа Бенсон Ламиди Абдул-Латиф, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченным научным исследованием, выполненное автором самостоятельно.

Работа отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждениях ученых степеней» ВАК Минобрнауки, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Бенсон Ламиди Абдул-Латиф, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.17 – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Разработка и эксплуатация
газовых и газоконденсатных месторождений»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет» (УГНТУ)
д.т.н., профессор



Владимиров И.В.

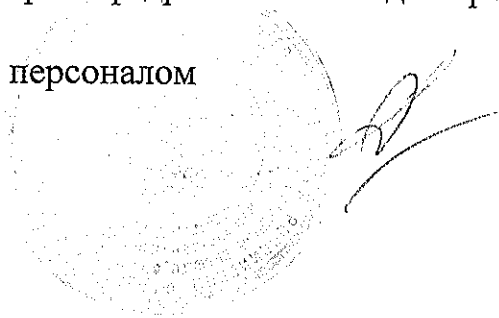
“ 19 ” МАРТА 2019 г.

Владимиров Игорь Вячеславович, доктор технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки), профессор, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ).

*Адрес: 450062, г. Уфа, ул. Кольцевая 9, ауд. 4-410
УГНТУ, Горно-нефтяной факультет, кафедра РГКМ.
Телефон: 8(347) 242-09-16, 8(347)243-17-79, +79177563459.
E-mail: igorv@ufamail.ru*

Подпись д.т.н., профессора кафедры РГКМ Владимирова И.В. заверяю.

Нач. отдела по работе с персоналом
ФГБОУ ВО «УГНТУ»



О.А. Дадаян