

ОТЗЫВ

*официального оппонента на диссертационную
работу Ющенко Тараса Сергеевича
«Математическое моделирование парожидкостного
равновесия в многокомпонентных углеводородных
системах», представленную на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и
плазмы*

1. Актуальность темы

Адаптация параметров парожидкостного равновесия углеводородных систем с промышленной информацией и данными экспериментальных исследований лежит в основе решения многих задач разработки как нефтяных, так и газовых и газоконденсатных месторождений. Если для нефтяных и газовых залежей такая адаптация проводится отработанными методами и алгоритмами, то для газоконденсатных месторождений эта проблема является научной, т.е. требующей индивидуального подхода и решения. Переход к массовой разработке ачимовских, воланжинских газоконденсатных отложений делает эту проблему крайне актуальной. Предложенный автором инженерный поэтапный алгоритм адаптации PVT модели газоконденсатной смеси на промышленные и экспериментальные данные и является продвижением в решении этой актуальной задачи.

2. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных диссертантом результатов не вызывает сомнения. Модели и корреляционные зависимости, используемые автором, представлены в известной литературе и отработывались другими исследователями. Предлагаемые алгоритмы описаны достаточно детально и не допускают неоднозначных решений. Алгоритмы апробировались на реальных природных системах с известными свойствами. Результаты моделирования углеводородных систем и адаптации их параметров сравнивались с данными экспериментов. Полученные Т.С.Ющенко

результаты исследования обсуждались и получили одобрение на различных научных семинарах, всероссийских и международных конференциях.

3. Научная новизна работы

Главной парадигмой описания термодинамических свойств природных углеводородных смесей является невозможность получить полный компонентный состав и необходимость введения в рассмотрение помимо легких компонентов фракций «тяжелых» углеводородов. Их свойства и являются теми подгоночными параметрами, значения которых выбираются таким образом, чтобы наиболее точно описать промысловые и экспериментальные данные. И хотя идейная сторона подбора значений этих параметров проработана достаточно полно, инженерные методы и алгоритмы последовательной их настройки в общем виде отсутствуют.

Автор разработал такой алгоритм, который настраивается на начальное содержание стабильного конденсата в газе, коэффициента сверхсжимаемости пластового газа, соотношения конденсат – газ, полученного в результате газоконденсатных исследований, плотность стабильного конденсата, давления начала ретроградной конденсации и результатов исследований газа при постоянном объеме. В работе изложена последовательность этапов определения молекулярной массы остатка C_{N+} , критических давления и температуры, а в случае необходимости, второй остаточной фракции и шифт-параметров легких и промежуточных компонентов.

Важным вопросом является устойчивость предложенного алгоритма для углеводородных систем с различным начальным содержанием стабильного конденсата. Эффективность алгоритма проверена на природных смесях разного состава. Показана хорошая сходимость адаптированных моделей к экспериментальным данным.

При повышении пластовой температуры возрастает концентрация паров воды в газовой фазе, а, следовательно, ее влияние на фазовое равновесие и углеводородной составляющей системы. Фазовое равновесие расширенной системы предлагается рассчитывать с помощью правила смешивания

Хьюрона-Видаля. Алгоритм достаточно сложный, завязан на определение фугитивностей компонентов и использовании правила фаз Гиббса. Расчеты продемонстрировали, что разработанный алгоритм воспроизводит экспериментальные данные лучше, чем имеющиеся инженерные методики.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Многофакторная подгонка параметров всегда требует научных исследований для поиска формализованного алгоритма. Принципиальная научная значимость работы автора состоит, по мнению рецензента, в согласованном анализе исходных лабораторных и промысловых параметров, на которые опирается разработка газоконденсатных месторождений, современных PVT моделях углеводородных систем и формализации алгоритмов адаптации последних для построения достоверных уравнений состояния.

Актуальность предложенной методики адаптации PVT моделей на промысловые и экспериментальные данные имеет ключевое значение в практических задачах прогноза одновременной добычи газа и конденсата, прогноза начальных и извлекаемых запасов этих углеводородов. Неотъемлемой частью проектирования разработки газоконденсатных месторождений также являются исследования и построение PVT моделей. Возможности применения сайклинг процессов опирается на те же исследования. Все это показывает значимость результатов, полученных автором, для практики.

Полученные в диссертации выводы и результаты могут быть использованы и уже используются газодобывающими предприятиями при прогнозировании и проектировании процессов разработки газоконденсатных месторождений.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенности и замечания

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 130 страницы и

включает список литературы из 149 наименований, 41 рисунка, 31 таблицы и 4 приложений. В целом, материал представлен доступно, основные результаты хорошо иллюстрированы. Диссертация является завершенной работой, по содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По работе имеются следующие **замечания**:

1. Адаптация PVT модели углеводородной смеси подразумевает, что количество настроечных параметров модели должно совпадать с числом параметров, определяемых в лабораторных и промышленных исследованиях. Последнее число зависит от полноты исследований, которая может изменяться от месторождения к месторождению. Было бы желательно определить минимальный перечень необходимых исследований для алгоритма адаптации и предусмотреть процедуры, когда число исследований превышает или меньше установленного перечня.

2. Введение в рассмотрение термодинамического равновесия смеси углеводородов еще и воды, безусловно, расширяет наши представления о поведении расширенной системы. Однако рецензент не нашел в работе случаев, когда учет паров воды является принципиальным или значительным, а алгоритм расчета усложняется многократно.

3. В выводах преобладают заключения об анализе существующих подходов, разработке алгоритма, создании метода. Отсутствуют выводы, которые показывают, что установил, обнаружил автор в результате своих исследований.

6. Публикации, отражающие основное содержание работы

Основное содержание работы опубликовано соискателем в печати. Результаты исследований отражены в 13 работах, в том числе в 9 статьях, входящих в перечень ВАК. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях.

Заключение

Анализ научных и практических достижений автора и замечаний по работе привели рецензента к следующему заключению. Считаю, что диссертация Ющенко Тараса Сергеевича «Математическое моделирование парожидкостного равновесия в многокомпонентных углеводородных системах» является законченным исследованием, обладающим как научной новизной, так и серьезной практической значимостью и соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а автор диссертации заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических

наук, профессор

«17» мая 2016 г.

Константин Михайлович Федоров

Почтовый адрес: Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Перекопская д. 15а.

Телефон: +7 (3452) 25-15-94 доб. 232.

Адрес электронной почты: k.m.fedorov@utmn.ru

Организация – место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет»

Должность: Директор физико-технического института

Подпись и сведения К.М. Федорова заверяю

Ученый секретарь ФГБОУ ВО ТюмГУ



Э.М.Лимонова