

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

Диссертационная работа Т.С. Ющенко посвящена совершенствованию методов математического описания физико-химических характеристик многокомпонентных углеводородных смесей, в том числе их фазового поведения. Это является важной теоретической задачей, имеющей практическую ценность. Жидкости, как известно, являются неупорядоченными системами, которые трудно поддаются моделированию. За последнее время разработано больше количество моделей жидкостей, позволяющих рассчитывать все типы жидких смесей. Тем не менее, наиболее применимыми на практике до сих пор остаются модели Ван-дер-Ваальсовского типа, называемые кубическими уравнениями состояния. Именно эти уравнения «вмонтированы» в симуляторы, позволяющие проектировать технологии разработки углеводородных залежей, оптимизировать работу промышленных установок. Они используются для расчета фазовых превращений при миграции углеводородных флюидов в пласте, при движении нефти и газа в скважине, в трубопроводах, в промышленных установках. Однако, при применении уравнений состояния к реальным углеводородным флюидам остаются серьезные проблемы. До сих пор это не только наука, но также и «искусство». Трудности имеются в методах представления конденсата и нефти и в правильном выборе параметров уравнения. Именно поэтому создание теоретических основ использования кубических уравнений состояния для решения практических задач является **актуальной задачей**.

Диссертационная работа Т.С. Ющенко состоит из введения, где сформулированы цели, задачи исследования, методы решения задач, четырех глав и приложений, в которых представлены используемые математические соотношения, а также разного рода данные.

В первой главе подробно изложены теоретические положения, важные для совершенствования PVT-характеристик природных углеводородных смесей. Надо сказать, что фазовые превращения являются сложной и довольно “запутанной” областью, со своими методами исследования. Чтобы развивать математический аппарат, необходимо во всем этом хорошо разбираться. В этом смысле, подробное описание основ, является необходимым элементом работы, показывает, что автор владеет понятийным аппаратом и методами. Глава, изложена логически последовательно, очень подробно и ясно. Она может служить хорошим введением в предмет

Во второй главе представлены разработанные автором методы адаптации модели природных газоконденсатных смесей. То есть, выбор таких характеристик математической модели, чтобы она максимально точно описывала исходные данные, служащие для ее настройки. Здесь анализируются исходные данные на их корректность, рассматриваются ключевые параметры уравнения состояния, служащие для настройки модели. Далее излагается методика адаптации. Представлены примеры. Итогом главы является разработка эффективного метода создания модели пластовой газоконденсатной смеси, который может быть использован для решения ряда важных практических задач.

В третьей главе рассматривается задача моделирования PVT-свойств газоконденсатных смесей при наличии минерализованной воды. Разработан метод решения этой задачи. Результатом является возможность правильного расчета влагосодержания газоконденсатной смеси, корректного моделирования трехфазного равновесия.

В четвертой главе решена задача идентификации компонентного состава пластовых углеводородных флюидов в случае ограниченной исходной информации. Предложенный метод позволяет восстанавливать компонентный состав смеси, правильно рассчитывать PVT свойства пластовой нефти и свободного газа. Результаты имеют важное практическое применение.

Итоги исследований сформулированы в основных положениях, выносимых на защиту. Отметим их **научную новизну**.

1. Создан метод построения модели пластовой газоконденсатной системы. Под этим имеется в виду способ ее математического представления для дальнейшего расчета PVT характеристик на основе уравнения состояния Пенга-Робинсона. Важной особенностью метода является то, что указаны конкретные параметры уравнения состояния, которые позволяют эффективно адаптировать модель.

2. Получены конкретные характеристики модели (значения параметров смешивания Хьюрона-Видаля), позволяющие корректно рассчитывать фазовое равновесие многокомпонентных углеводородных смесей, находящихся в контакте с минерализованным раствором воды. Это позволяет расширить класс практически решаемых задач с помощью уравнения состояния. Учет минерализации воды, в частности, является важным для подземной гидромеханики.

3. На основе результатов, полученных в п. 2 разработан метод, позволяющий учесть влияние минерализации воды на PVT-характеристики газоконденсатных систем, в том числе, определяющие важные показатели разработки газоконденсатных залежей.

4. В пп. 1-3 решались задачи максимально точного описания PVT-свойств углеводородных флюидов. Это возможно, когда имеется достаточно экспериментальных данных для математического представления пластового флюида с помощью общепринятых подходов. Как указывалось выше, это непростая задача. Однако проблемы возрастают, когда исходной информации явно недостаточно. Такое часто бывает на практике в ряде ситуаций. Требуется разработка соответствующих методов и для таких случаев. Данная задача была решена автором диссертационной работы (четвертое защищаемое положение).

Практическая ценность. В результате решения указанных задач созданы эффективные методы, позволяющие описывать фазовое

равновесие многокомпонентных углеводородных систем для актуальных практических задач. Это представляет важность работы с практической точки зрения. Автором создан программно-вычислительный комплекс. Он был использован для описания PVT-свойств пластовых смесей Астраханского, Уренгойского и Пелятинского и других месторождений.

Недостатки и замечания

1. Первая глава имеет описательный характер, однако по объему составляет половину диссертационной работы. Новых научных результатов в ней не дается. В диссертации в первую очередь должны представляться именно результаты автора, поэтому следовало бы дать лишь краткое описание известных методов, сославшись на соответствующие работы. Материал остальных глав, где излагаются полученные результаты, наоборот следовало бы представить более подробно.

2. Методы адаптации базируются в основном на данных лабораторных экспериментов, в которых исследуется динамика потери конденсата в пласте. Действительно, это, можно сказать, наиболее важные для практики данные. Именно такие эксперименты проводятся для газоконденсатных месторождений и являются основой для проектирования их разработки. Однако, не меньшую, а даже большую ценность для науки представляют иные данные. Такие как фазовые диаграммы пластовых флюидов, в частности, кривые начала конденсации, свойства физико-химические фаз. Этим показателям в работе не уделяется должного внимания.

3. В третьей главе при получении значений параметров правила смешивания Хьюрона-Видаля настройка математической модели проводится только на экспериментальные данные содержания паров воды в газовой фазе, при этом нет настройки на данные о содержании углеводородной компоненты в водной фазе. Также отсутствует проверка точности моделирования доли углеводородной компоненты в жидкой фазе.

Отмеченные недостатки не снижают ценности выполненных Т.С. Ющенко исследований. Диссертационная работа выполнена на хорошем научном уровне. Методы исследования, изложены логически

последовательно, подробно и ясно. Полученные результаты представляют научную и практическую ценность. По всем критериям диссертационная работа Ющенко Тараса Сергеевича «Математическое моделирование парожидкостного равновесия в многокомпонентных углеводородных системах» соответствует 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.

23 мая 2016 г.

Официальный оппонент,
кандидат физико-математических наук,

Баталин Олег Юрьевич

Почтовый адрес: Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина д. 3.

Телефон: +7 (499) 135-73-71.

Адрес электронной почты: oleg_batalin@mail.ru

Организация – место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук. должность: ведущий научный сотрудник

Подпись и сведения Баталина О.Ю. заверяю

*начальник отдела
кадров*



Н.В. Трушкова