

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу **Молчанова Дмитрия Анатольевича** «Исследование процессов двухфазной фильтрации смеси углеводородов в пористой среде с учетом фазовых переходов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Д.А. Молчанова посвящена исследованиям неустойчивых режимов фильтрации двухфазной смеси «метан–н-пентан» в пористой модели газоконденсатного коллектора. Отличительной особенностью газоконденсатных смесей является наличие ретроградной области фазовой диаграммы, в которой при снижении давления ниже критического идет процесс обратной конденсации. В результате этого процесса за счет накопления в призабойной зоне малоподвижного конденсата нарушается стабильный режим фильтрации и снижается дебит скважины. Определение условий возникновения неустойчивых режимов фильтрации является актуальной задачей, имеющей как фундаментальное, так и практическое значение. Экспериментальные исследования этих процессов представляют значительные трудности, чем объясняется относительно небольшое количество публикаций, посвященных экспериментальному моделированию процессов фильтрации в призабойной зоне пласта.

Использованный в диссертационной работе комплексный подход к исследованию особенностей фильтрации модельной смеси метан–н-пентан, сочетающий численное моделирование на основе математической модели пласта и экспериментальные исследования при термобарических параметрах реальных газоконденсатных пластов, позволил автору работы определить условия, при которых возможно возникновение колебательных режимов фильтрации.

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы и одно приложение. Объем диссертации составляет 151 страницу, включая 85 рисунков и 13 таблиц. Список литературы включает 95 наименований.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследований, определены цель и задачи работы, обозначена научная новизна и практическая значимость исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит анализ литературы по теме исследований. Рассмотрены особенности процесса фильтрации газоконденсатных смесей и их фазового поведения, в частности, явление ретроградной конденсации. Обсуждается влияние относительных

фазовых проницаемостей на процесс конденсации в призабойной области газоконденсатной скважины. Рассмотрены методы моделирования фазового состояния углеводородных систем. Отмечено, что при определенных условиях возможно существование неустойчивых режимов фильтрации, в т.ч. автоколебательных, природа которых до конца не изучена.

Во **второй главе** приведено описание экспериментальной установки и методик подготовки эксперимента: подготовка насыпной модели пласта, обеспечение однородности углеводородной смеси, определение проницаемости модели пласта, градуировка хроматографа. Дано описание средств измерения и методики проведения эксперимента.

В **третьей главе** представлена математическая модель течения двухфазной двухкомпонентной смеси углеводородов в пористой среде. Приведены уравнения сохранения массы компонентов смеси. Обоснованы основные допущения модели. Дано подробное описание метода расчета фазового равновесия. Представлены численные методы расчета фазового состава бинарной смеси и решения системы дифференциальных уравнений модели. Приведены результаты верификации математической модели.

Четвертая глава содержит результаты расчетов и экспериментальных исследований процесса фильтрации двухфазной смеси «метан–н-пентан». Определены условия возникновения неустойчивых режимов фильтрации. Показано, что необходимым условием возникновения колебательных режимов является комбинация параметров (давление, температура, концентрация легкого компонента), определяющих нахождение флюида в ретроградной области фазовой диаграммы. Обсуждается механизм возникновения автоколебаний расхода флюида.

В **заключении** приводятся выводы и основные результаты, полученные в ходе исследования.

Научная новизна:

1. Экспериментально показано, что необходимым условием возникновения неустойчивых, в т.ч. автоколебательных режимов фильтрации модельной смеси метан–н-пентан является комбинация параметров состояния (температура, давление, концентрация смеси), соответствующих области обратной конденсации фазовой диаграммы состояния.
2. Экспериментально определены диапазоны давлений и концентраций смеси «метан–н-пентан», при которых реализуются автоколебательные режимы течения.
3. Методом численного моделирования определены условия возникновения режимов фильтрации с периодической блокировкой расхода смеси (образование «конденсатных пробок»).

Практическая значимость:

1. Созданный в процессе работы стенд «Пласт-2» позволяет проводить исследования особенностей фильтрации газоконденсатных смесей, в т.ч. флюидов реальных газоконденсатных месторождений в широком диапазоне термобарических параметров и моделировать физические методы воздействия на пластовые системы с целью предотвращения неустойчивых режимов фильтрации.

2. Разработанный пакет программ расчета фазовых равновесий многокомпонентных углеводородных смесей и процессов фильтрации углеводородного флюида дает возможность моделировать реальные процессы, происходящие в призабойной зоне газоконденсатных месторождений (режимы на истощение, режимы с периодической блокировкой расхода флюида, автоколебательные режимы), и исследовать физические методы воздействия на газоконденсатную систему.

Основные результаты, представленные в диссертации, опубликованы в четырех научных журналах, входящих в перечень ВАК, и в пяти изданиях, индексируемых в базе данных Scopus. Результаты работы неоднократно докладывались автором на отечественных и международных научных конференциях.

Замечания по содержанию диссертационной работы.

1) Чем обоснован использованный в расчетах вид функций относительных фазовых проницаемостей?

2) Из текста диссертации не ясно, контролировался ли состав смеси «метан–н-пентан» на входе в экспериментальный участок в процессе экспериментов.

3) Определялось ли значение проницаемости пористой среды после экспериментов?

4) Автор излишне подробно описывает стандартный процесс определения коэффициента проницаемости пористой среды.

Приведенные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы Молчанова Д.А. Работа выполнена на актуальную тему, результаты работы обладают научной новизной. Диссертация соответствует научной специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы: пункт 7 паспорта специальности – фильтрация жидкостей и газов в пористых средах.

Автореферат отражает основное содержание диссертации, содержит обоснованные выводы, отвечает требованиям ВАК РФ.

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы: в ОИВТ РАН, ООО ВНИИГАЗ, ИПНГ РАН, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

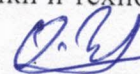
Заключение по работе

Диссертация Молчанова Дмитрия Анатольевича «Исследование процессов двухфазной фильтрации смеси углеводородов в пористой среде с учетом фазовых переходов» является завершенной научной работой, соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. "О порядке присуждения ученых степеней", а ее автор, Молчанов Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

Отзыв составлен официальным оппонентом, директором Филиала ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук «Научный центр нелинейной волновой механики и технологии РАН» д.т.н. Ганиевым Олегом Ривнеровичем.

Директор Филиала ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук «Научный центр нелинейной волновой механики и технологии РАН»

д.т.н.



Ганиев О.Р.

Филиал ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук «Научный центр нелинейной волновой механики и технологии РАН» (НЦ НВМТ РАН)

119334, Москва, ул. Бардина, 4

+7 (499) 135 61 51, oleg62@inbox.ru

Подпись Ганиева О.Р. удостоверяю

Ученый секретарь НЦ НВМТ РАН

к.т.н.



Гранова Г.Н.

Филиал ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук «Научный центр нелинейной волновой механики и технологии РАН» (НЦ НВМТ РАН)

119334, Москва, ул. Бардина, 4

+7 (499) 135 61 15, gggranova@gmail.com