



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
кандидат экономических наук

М.Ю. Недзвецкий

«26» февраля 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»), ПАО «Газпром» на диссертационную работу **Попова Сергея Николаевича** на тему:
«Аномальные проявления механико-химических эффектов при разработке залежей нефти и газа», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» для получения отзыва ведущей организации в установленные сроки были представлены следующие основные материалы диссертационного исследования **Попова Сергея Николаевича** на тему: **«Аномальные проявления механико-химических эффектов при разработке залежей нефти и газа»**:

Диссертация (364 страницы), включающая введение, шесть глав, заключение, список использованной литературы из 385 наименований, а также 31 таблицу, 157 рисунков 119 формул; автореферат диссертации (52 страницы).

Все представленные материалы оформлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению диссертаций и других документов на соискание ученой степени.

1. Актуальность темы диссертационной работы

В процессе разработки нефтяных и газовых месторождений отмечаются изменения комплекса физических свойств пород-коллекторов. В частности, происходит деформирование и уплотнение поровой матрицы, смыкание трещин в коллекторах, следствием чего является изменение его фильтрационно-емкостных свойств (пористость, проницаемость), упругих и прочностных характеристик (модуль упругости, коэффициент Пуассона,

пределы прочности и др.). При этом важную роль играют и физико-химические явления в системе «флюид-порода». Так, при нагнетании воды возникают разнообразные химические реакции, приводящие к выпадению или растворению солей, набуханию и диспергированию глинистых минералов в зонах проникновения нагнетаемого флюида.

По отдельности изменения ФЕС и механических свойств горных пород при изменении напряженного состояния пласта или при воздействии химически активных жидкостей достаточно хорошо изучены. Однако совместное влияние этих процессов имеет свои особенности. Совокупный эффект изменения ФЕС и механических свойств при одновременном воздействии механических и химических процессов не является аддитивной характеристикой. Зачастую при этом проявляется эффект, не совпадающий с ранее установленными закономерностями. Совместное влияние нескольких факторов на изменение емкостного пространства и упруго-прочностных свойств горных пород требует междисциплинарного подхода, комплексно учитывающего изменение свойств коллекторов под воздействием как механических, так и химических эффектов, возникающих при разработке месторождений нефти и газа. Все это определяет необходимость изучения аномальных механико-химических явлений при разработке залежей углеводородов, что является предметом настоящей работы, и, несомненно, актуально для развития нефтегазовой отрасли.

2. Новизна и значимость для науки основных результатов диссертационных исследований автора

Научную ценность и новизну диссертационной работы определяют следующие результаты исследования, полученные соискателем.

Аналитически выявлено и экспериментально установлено влияние механико-химических эффектов на фильтрационно-емкостные и механические свойства коллекторов при одновременном воздействии изменяющегося напряженно-деформированного состояния и длительной фильтрации пресных вод и кислотной обработке пласта.

Исследование проявлений механико-химических эффектов позволило уточнить, что изменения фильтрационно-емкостных и механических свойств коллекторов нефти и газа обусловлены аномальной локальной растворимостью и микродеформациями участков контактов зерен породы, находящихся под воздействием концентрации напряжений, при совокупном влиянии переменных напряжений и маломинерализованных агентов заводнения карбонатных пород и кислотных агентов обработки терригенных коллекторов.

Впервые разработаны методы и алгоритмы моделирования процессов фильтрации флюидов с учетом техногенного изменения фильтрационных и деформационных свойств пласта в околоскважинных зонах под воздействием физико-химически активных флюидов и меняющихся эффективных напряжений.

Значимость для науки результатов исследований заключается в том, что в работе впервые комплексно рассмотрено влияние механических и химических процессов на трещиноватые и гранулярные коллектора и научно обосновано, что это влияние обусловлено аномальной локальной растворимостью и микродеформациями участков контактов зерен породы при напряженном состоянии.

3. Практическая ценность и реализация результатов исследования

Полученные автором результаты исследований могут быть применены для оценки влияния механико-химических явлений на проницаемость трещиноватых образцов керна при совместном воздействии фильтрации воды и изменяющихся эффективных напряжений, а также при геомеханическом моделировании месторождений углеводородов.

Разработанные автором методики изменений фильтрационно-емкостных и механических свойств коллекторов и алгоритмы их анализа позволяют прогнозировать изменения этих свойств пласта вблизи скважины, а также его напряженно-деформированного состояния под воздействием кислотных реагентов для целей интенсификации добычи и приемистости нагнетательных скважин.

Попов Сергей Николаевич является одним из авторов трех патентов, которые используются при определении фильтрационно-емкостных свойств трещинных коллекторов в условиях, моделирующих пластовые условия, и оценки влияния на них кислотных обработок. Результаты, полученные с применением способов, описанных в этих патентах, используются при подготовке проектов разработки месторождений углеводородов.

4. Рекомендации по использованию результатов диссертации

Предложенные в диссертации методики могут быть рекомендованы к применению при лабораторных исследованиях образцов керна с целью определения влияния механико-химических явлений на проницаемость трещиноватых образцов керна при совместном воздействии фильтрации воды и изменяющихся эффективных напряжений. Выявленные автором диссертации закономерности и модели изменения проницаемости трещин

могут быть использованы при геомеханическом моделировании месторождений углеводородов.

Результаты диссертации можно рекомендовать для прогноза изменения фильтрационно-емкостных и физико-механических свойств коллектора и околоскважинной зоны при воздействии на них кислотных реагентов для целей интенсификации добычи. Представленные в диссертации методика и алгоритм моделирования трещиноватого карбонатного коллектора могут быть применены для прогноза изменения проницаемости систем трещин, приемистости нагнетательных скважин или дебита высокообводненных добывающих скважин под воздействием фильтрации пресной воды и эффективных напряжений в процессе длительной разработки месторождений углеводородов.

Результаты, полученные в диссертационной работе, рекомендуются для использования в научно-исследовательских институтах и высшими учебными заведениями нефтегазовой отрасли для повышения квалификации руководителей и специалистов, занимающихся вопросами проектов разработки месторождений углеводородов в сложно построенных трещинных и гранулярных пластах.

5. Общая оценка работы

Диссертационная работа Попова С.Н. на тему: «Аномальные проявления механико-химических эффектов при разработке залежей нефти и газа» является завершенным научным исследованием, решающим научную проблему, имеющую важное хозяйственное значение. *Теоретическое обоснование принципов изучения механико-химических явлений при физико-химических и геомеханических воздействиях на пласты-коллекторы и исследование проявлений механохимических эффектов* вносит значительный вклад в развитие нефтегазовой науки.

Материал изложен логично, грамотно и аргументировано. В тексте диссертации имеются необходимые ссылки на литературные источники, использованные автором и публикации, подготовленные с участием автора. Автореферат соответствует основным положениям диссертации и полностью отражает его содержание.

6. Замечания по диссертационной работе

Следует отметить, что полученные в диссертации результаты представлены последовательно и изложены логично. Вместе с тем работа не лишена некоторых недочетов и упущений.

1. Недостаточно полно проведена апробация теоретических результатов на реальных месторождениях в зависимости от режимов работы добывающих скважин.

2. Весьма малое количество сопоставлений аналитических результатов с данными промысловых экспериментов.

3. В работе уделено очень мало внимания оценке погрешности определения механохимических эффектов.

4. Не представлены и не рассмотрены результаты исследований изменений проницаемости во времени при фильтрации газа, т.е. в условиях, когда растворение материала горной породы не происходит.

5. В тексте работы много говорится о растворяемости материала матрицы горных пород, но она является очень малой величиной, а прямого подтверждения объёмов выносимого материала в работе не приведено.

6. В работе приводится двухкомпонентная формула для расчета механохимического влияния на раскрытие трещины, но нет даже приблизительной отдельной оценки каждого из механизмов: химического – растворения материала горных пород и механического – влияния изменений напряженного состояния.

7. Автор рассматривает объекты с наличием трещин, но в диссертации не отражено, что одним из последствий разработки месторождений является активизация разломных зон.

8. Довольно слабо и только общими словами охарактеризована практическая значимость и применимость полученных результатов.

Отмеченные здесь недостатки и замечания не снижают значимости основных результатов и выводов диссертации и не влияют на общую положительную оценку работы.

7. Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Материалы, вошедшие в диссертацию, опубликованы в 76 научных трудах, из них 44 статьи в периодических изданиях, рекомендованных ВАК и 9 публикаций, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science. Также имеются 32 публикации - доклады и материалы конференций и статьи в журналах, не входящих в список рекомендованных ВАК, и получено три патента.

Опубликованные работы в полной мере отражают основное содержание диссертации, что дает основание сделать вывод о достаточной апробации диссертационной работы.

8. Заключение

Диссертационная работа Попова Сергея Николаевича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на современном научно-техническом уровне, в которой на основании выполненных автором исследований представлено решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, а именно – **выявление закономерностей аномальных проявлений механико-химических эффектов в пластах-коллекторах** вносит значительный вклад в повышение эффективности освоения месторождений нефти и газа.

Диссертационная работа Попова Сергея Николаевича «Аномальные проявления механико-химических эффектов при разработке залежей нефти и газа» отвечает паспорту заявленной специальности 25.00.17 - Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений и требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства от 24.09.2013 №842.

Автор диссертационной работы Попов Сергей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.17 - Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Работа была заслушана на расширенном заседании Корпоративного центра исследования пластовых систем (керна и флюиды) Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»). В заседании приняли участие сотрудники структурных подразделений ООО «Газпром ВНИИГАЗ», деятельность которых соответствует тематике диссертации соискателя.

Протокол №2 от 17 января 2020 года.

Голосование: «за» - 14 человек, «против» - нет, воздержавшихся – нет.

Председатель заседания:

Начальник отдела ученого совета
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
чл.-корр. РАН, профессор, д.т.н.



Григорьев Борис Афанасьевич

Секретарь заседания:

Главный научный сотрудник
лаборатории комплексных исследований
керна материала, д.т.н.



Жуков Виталий Семенович