

ОТЗЫВ

официального оппонента к.т.н. Р.Ю. Юнусова на диссертационную работу С.М. Дуркина: "Математическая модель скважины, дренирующей трещиновато-пористый коллектор", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.17- "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений".

Актуальность темы диссертации

Значительная часть месторождений нефти и газа имеет неоднородный (в частности, карбонатный) коллектор. Разработка таких месторождений связана с рядом специфических явлений, приводящих к снижению компонентоотдачи. Поэтому возникает необходимость создания адекватных методик идентификации видов фильтрационных потоков и дальнейшего прогнозирования технологических показателей разработки, что определяет важность теоретических, экспериментальных и промысловых исследований в области теории и практики разработки месторождений нефти и газа с неоднородными коллекторами. Такие продуктивные пласты характеризуются течением флюида в среде двойной пористостью и проницаемостью. Но прежде чем отнести к какому типу коллектора относится залежь, необходимо корректно интерпретировать результаты гидрогазодинамических исследований. Исследования, как на стационарных, так и на нестационарных режимах фильтрации позволяют получить массу полезной информации о продуктивном пласте для дальнейшего прогнозирования показателей.

Несмотря на то, что на рынке программных средств предлагается значительное число программных продуктов, осуществляющих интерпретацию гидродинамических исследований (в основном зарубежных), работы в области совершенствования методов математического моделирования далеки от завершения. В частности ощущается недостаток адекватных численных моделей скважин, дренирующих трещиновато-пористые среды.

В таких условиях диссертационная работа С.М. Дуркина, направленная на решение перечисленных выше задач, является актуальной.

Основное содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Введение содержит изложение рассматриваемой проблемы, цель работы, а также основные защищаемые положения.

В первой главе на основании анализа литературных источников приведен краткий обзор известных в России и за рубежом методических основ моделирования процессов течения флюидов в трещиновато-пористых средах.

Диагностировать к какому типу коллектора относится залежь достаточно сложно. Таким образом, интерпретация промысловых результатов

гидродинамических исследований трещиноватых коллекторов связана с проблемой выбора математической модели, позволяющей идентифицировать трещиноватость коллектора. Согласно автору данной работы технология «вложенных сред», получившая наибольшую популярность моделирования трещиновато-пористых коллекторов затрудняет оперирование такими параметрами как раскрытость, протяженность и количество трещин. И описанная модель в основном используется для прогнозирования технологических показателей всего пласта. При интерпретации же гидродинамических исследований вертикальных и горизонтальных скважин, дренирующих трещиновато-пористые коллекторы, ощущается недостаток адекватных математических моделей.

Во второй главе представлен вывод основных уравнений изотермической фильтрации в принципиально новой постановке задачи моделирования скважины, дренирующей трещиновато-пористый коллектор. Так как при исследовании скважин необходимо учитывать как влияние ствола скважины, так и движение флюида по внутрипромысловому оборудованию, автор учитывает движение флюида по пласту, скважине и по шлейфу до внутрипромыслового оборудования. Автором разработана принципиально новая постановка моделирования трещиновато-пористых сред, основанная на создании реалистичной модели распространения трещин. Описанная математическая модель рассмотрена в двумерном и трехмерном виде и реализована с помощью современного языка программирования C#.

Третья глава посвящена описанию разработанной компьютерной программы, основанной на численном решении балансовых соотношений предложенной модели. Приведена структура заполнения исходных данных, необходимых для моделирования процессов фильтрации флюидов.

Разработанный программный комплекс представляет собой трехмерную численную реализацию математической модели скважины, дренирующей трещиновато-пористый коллектор. Опционально в программе возможен выбор нескольких законов фильтрации, что позволяет моделировать различные ситуации фильтрации в продуктивном пласте. Особенно актуальным является наличие собственного разработанного программного кода, позволяющего вносить собственные коррективы и дополнять специфическими особенностями, присущими для каждого конкретного месторождения углеводородов.

В четвертой главе представлены результаты численных экспериментов на созданной математической модели с целью определения работоспособности последней и изучения характерных особенностей фильтрации в среде с двойной пористостью и двойной проницаемостью. На основе реализованной модели, не имеющей мировых аналогов, выявлены основные типы фильтрационных потоков, характерных для неоднородных коллекторов, в частности, линейный и билинейный фильтрационные потоки.

Исследовано влияние различных факторов на результаты гидродинамических исследований, таких как:

- технологический режим работы скважины;
- особенности радиальной модели и модели, пронизанной системой вертикальных трещин;
- влияние ствола скважины на результаты интерпретации ГДИС;
- влияние зональной неоднородности на результаты исследования скважин;
- влияние слоистой неоднородности на результаты исследований скважин;
- влияние зависимости пористости и проницаемости от давления;
- влияние закона фильтрации на результаты исследования скважин;
- влияние вертикальной трещиноватости на характер кривой восстановления давления;
- влияние интерференции скважин на результаты ГДИС;
- моделирование горизонтальной скважины, дренирующей трещиновато-пористый коллектор;
- влияние гидроразрыва пласта.

По данным промысловых исследований реальных скважин выполнена адаптация с помощью разработанной модели.

Научная новизна работы

В диссертационной работе представлены:

- математическая модель скважины, дренирующей трещиновато-пористый коллектор в принципиально новой постановке. Появилась возможность оперировать реальными параметрами трещиноватости коллектора при различных законах фильтрации.

- методика интерпретации и особенности фильтрации в трещиновато-пористых коллекторах флюида, полученные в результате численных экспериментов.

- результаты воспроизведения промысловых исследований реальных нефтяных и газовых скважин Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

Практическая ценность работы

На основе проведенных исследований разработан и внедрен программный комплекс. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, №2013619167. Гидрогазодинамический комплекс-симулятор «Ekaterina». Правообладатель: Дуркин Сергей Михайлович, дата государственной регистрации в реестре программ для ЭВМ 26 сентября 2013 г. Разработанная компьютерная программа позволяет моделировать следующие ситуации:

- построение индикаторных диаграмм на установившихся режимах;
- расчет и построение кривой падения устьевого и забойного давлений с течением времени при эксплуатации скважины;
- расчет и построение кривой восстановления устьевого давления на скважине;
- расчет и построение кривой восстановления забойного давления;

- расчет технологических показателей разработки месторождений нефти и газа.

Обоснованность научных исследований и выводов

Примененные автором методические подходы и математический аппарат в целом вполне корректны и возражений не вызывают.

Все основные выводы автора имеют достаточно убедительное подтверждение.

Степень реализации полученных результатов

Результаты диссертационной работы используются при выполнении НИР в лаборатории гидродинамического моделирования ФГБОУ ВПО «УГТУ».

Замечания по диссертации

1. В диссертационной работе отсутствуют сведения о разработанной соискателем модели для многофазного случая.

2. В работе также отсутствует методика решения обратной задачи при воспроизведении результатов промысловых исследований. Недостаточно ясно, каким образом производилась адаптация (вручную или автоматически).

3. В диссертации также не представлено сопоставление результатов исследований с помощью разработанной автором модели с коммерческими программными продуктами.

Высказанные замечания ни в коей мере не ставят под сомнение высокий уровень представленной диссертации.

Общая оценка работы и заключение

В целом диссертационная работа Дуркина С.М. «Математическая модель скважины, дренирующей трещиновато-пористый коллектор» представляет собой законченную, выполненную на высоком научном уровне работу, имеющую большое научно-практическое значение. Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Дуркин С.М. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Официальный оппонент
кандидат технических наук

Подпись Р.Ю. Юнусова
заверяю, ведущий специалист



R.Yu. Yunusov

Р.Ю. Юнусов

N.V. Prokopenko

Н. В. Прокопенко