

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Осипцова А.А. "Модели механики многофазных сред для технологии гидроразрыва пласта", представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы»

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) относится к числу наиболее активно развивающихся в последние годы способов разработки нефтяных и газовых месторождений. Эффективность технологии обеспечивается усилиями многих научных и технических дисциплин, в том числе работами в области математического моделирования физических процессов. В диссертационной работе Осипцова А.А. на основе методов механики многофазных сред предложены новые модели гидродинамических процессов в системе трещина-скважина при закачке расклинивающего агента (проппанта) и при пуске скважины и очистке трещины от технологических жидкостей.

В работе убедительно обоснована необходимость непрерывного совершенствования теоретической и расчетной базы для модификаций процедуры ГРП, проводимых в разных геолого-технических условиях. Еще одним импульсом развития моделирования служит рост возможностей вычислительной техники, позволяющей повысить степень адекватности применяемых на практике моделей. Исходя из анализа современного состояния проблемы (глава 1), автор сформулировал цели диссертации, для достижения которых использовал аппарат механики многофазных сред. Рассмотрены многофазные течения в двух характерных областях - течения в трещине и течения в скважине.

Течения технологических жидкостей и суспензий в трещине рассмотрены в главах 2-4. Обоснована квазидвухмерная модель, учитывающая относительное движение твердых частиц проппанта. Исследована гравитационная неустойчивость и выполнены верификационные расчеты. Численно-аналитическими методами исследована миграция частиц и закономерности их осаждения в трещине. Для моделирования этапа очистки трещины предложена модель фильтрации суспензии через пористую среду, образованную плотной упаковкой твердых частиц. Представляет интерес метод определения взаимосвязи пористость – проницаемость на основании численного интегрирования уравнения Навье-Стокса с применением решеточной модели Больцмана.

Современные модели многофазных течений по длинным трубам рассмотрены в главе 5. Гидродинамические расчеты трубопроводов и скважин, транспортирующих газожидкостные смеси, широко востребованы в нефтегазовой отрасли. В диссертации предложен вывод новой математической модели и исследованы условия гиперболичности системы дифференциальных уравнений. Тем самым определены ограничения на эмпирические характеристики модели, обеспечивающие ее «физичность».

Важный компонент диссертационной работы составляют численные методы решения начально-краевых задач для систем нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих течения в трещине и скважине. Корректность предложенных методов подтверждена сопоставлением решений с

лабораторными данными и результатами предшественников. Разработанные автором и верифицированные алгоритмы могут быть использованы в дальнейшем при создании отечественных программных продуктов.

Об апробации полученных в диссертации научных результатов свидетельствуют их публикации в ведущих научных журналах и доклады на международных и всероссийских конференциях, а также патенты РФ и США.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Не отмечено влияние температурного фактора, например влияние температуры на вязкость при моделировании течения по скважине;
2. При описании целей работы автор упоминает о моделировании течения углеводородов в трещине. Однако в тексте автореферата конкретный вид углеводородов не указан;
3. Не пояснены некоторые обозначения в формулах, так в уравнении фильтрации суспензии (20) не пояснен физический смысл величин U_s, U_{crit} .

Высказанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации, результаты которой позволяют прогнозировать гидродинамические свойства трещины и выбирать технологические жидкости и режимы закачки, обеспечивающие высокую продуктивность скважины, что является конечной целью технологии ГРП. По теоретическому уровню и практической значимости представленных результатов автор заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук.

Заместитель Генерального директора по науке
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.г.-м.н.

А.Е. Рыжов

04.00.17- Геология нефти и газа (1991)

Гл. научный сотрудник
центра исследования пластовых
систем ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

Е.В. Шеберстов

05.15.06 – Разработка нефтяных и газовых месторождений (1990)

Подписи А.Е. Рыжова и Е.В. Шеберстова
затверждаю. Инв. с указанием по журналу
Е.В. Мещеряков

