

Общая характеристика работы

Актуальность темы. При многовариантных гидродинамических расчетах можно использовать трехмерные численные гидродинамические модели многофазной фильтрации в нефтяных, газовых, геотермальных и т.д. пластах. Гидродинамические модели создаются на основе геологических моделей, которые содержат до 100 млн. ячеек разностной сетки, время расчетов которых неприемлемо для практического использования модели. Поэтому необходимо уменьшить количество ячеек путем объединения мелких ячеек геологической сетки в крупные ячейки гидродинамической сетки, для которой определяются «эквивалентные» фильтрационно–емкостные параметры. Такая процедура называется ремасштабирование (up’scaling) геологической модели в гидродинамическую. В последнее время методы ремасштабирования интенсивно развиваются, но завершенная теория пока не построена.

Эквивалентными параметрами укрупненных ячеек, необходимыми для гидродинамических расчетов, являются пористость пластовой породы, насыщенности фаз, абсолютная проницаемость пористой среды и относительные фазовые проницаемости (ОФП). Эквивалентные фильтрационно–емкостные параметры крупных ячеек, которые зависят от параметров составляющих их мелких ячеек, необходимо определить таким образом, чтобы различие результатов вычислительного эксперимента (ВЭ) на исходной и укрупненной сетках было минимальным.

Создание новых методов расчета модифицированных ОФП представляется важным и актуальным.

Исследование точности численных расчетов по осредненным моделям в двумерной постановке по сравнению с результатами численного решения трехмерной задачи двухфазной фильтрации является актуальной задачей, необходимой для определения возможности использования этих осредненных моделей при площадном заводнении конкретных месторождений.

Актуален и вопрос о применимости осреднённых моделей и их модифицированных ОФП в задачах площадного заводнения при двухфазной фильтрации, например, в пятиточечной и девятиточечной системах заводнения.

Целью диссертационной работы является математическая разработка и

проверка методик для расчета процесса фильтрации и показателей разработки с использованием модифицированных ОФП при ремасштабировании геолого–гидродинамических моделей пластовых систем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать осредненную математическую модель, в которой используются модифицированные ОФП;
- на основании разработанной осредненной математической модели разработать и реализовать в виде комплекса программ для дистанционных расчетов на базе HTTP-сервера численный алгоритм вычисления модифицированных ОФП;
- с помощью разработанного комплекса программ получить модифицированные ОФП;
- провести ВЭ для проверки полученных модифицированных ОФП в сравнении с эталонными моделями.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- Проанализировано влияние характера слоистой неоднородности пласта на процесс вытеснения и величину каждого из основных показателей разработки при площадном заводнении для 6–ти известных вероятностных законов распределения функции $K(z)$: равномерного, треугольного, бета–распределения, Максвелла, гамма–распределения, экспоненциального.
- При помощи разработанного автором комплекса программного обеспечения для дистанционных расчетов на базе HTTP-сервера численно получены модифицированные ОФП для осредненной двумерной двухфазной модели, на основе допущения о струйности вытеснения фаз для 6–ти известных вероятностных законов распределения, применяемых в расчетах в подземной гидродинамике в проектных организациях;
- С помощью ВЭ исследована погрешность расчетов основных показателей разработки по двум осредненным моделям B и C , по сравнению с трехмерными эталонами A_i . Впервые получены границы изменения при площадном заводнении для эталонов A_i , в которых находится их каждый технологический показатель разработки: коэффициент нефтеотдачи; доля воды в потоке на выходе; суммарный отбор жидкости.

Достоверность полученных результатов работы подтверждается строгостью