

Численное моделирование метода направленной закачки воздуха при разработке месторождений высоковязкой нефти

*С.Г. Вольпин, Р.М. Кац, И.В. Афанаскин
(ФГУП НИИСИ РАН)*

Рассматривается трехмерная нестационарная композиционная неизотермическая модель фильтрации с химическими реакциями и фазовыми переходами.

Если в численной модели с стандартными размерами ячеек ($25 \times 25 \text{ м} - 100 \times 100 \text{ м}$) в качестве исходных данных использовать кинетические параметры химических реакций, полученные на экспериментальных установках, без коррекции, то расчетные физические поля и показатели разработки будут искажаться из-за несоответствия масштабов. Поэтому при моделировании химических реакций с использованием размеров ячеек, существенно превышающих размеры фронта горения (которые составляют от нескольких сантиметров до метра), необходимо проводить корректировку параметров моделей.

Предложенный способ ремасштабирования неизотермических моделей с химическими реакциями для вычислений на крупноблочных сетках заключается в следующем:

1. Построение секторной модели типичного участка залежи с учетом применяемой системы разработки и геологического строения объекта. Размеры ячеек этой условно мелкоячейстой модели не должны превышать нескольких метров.

2. Расчет на мелкоячейстой секторной модели планируемых вариантов разработки с предполагаемыми параметрами (один вариант или несколько). Результаты расчетов по этой модели назовем «экспериментом».

3. Ремасштабирование созданной мелкоячейстой секторной модели до размеров блоков, соответствующих размерам, планируемому в полномасштабной модели объекта. Ремасштабированию подвергаются только фильтрационно-емкостные параметры модели. Такую секторную модель назовем крупноблочной.

4. Выбор целевых функций для ремасштабирования, позволяющих оценить степень расхождения расчетов по крупноблочной и мелкоячейстой моделям.

5. Выбор теплофизических, химических и фильтрационно-емкостных параметров, путем изменения которых будут минимизироваться или максимизироваться целевые функции.

6. Расчет вариантов разработки на крупноблочной модели путем многофакторного поиска по параметрам, выбранным в пункте 5, с пересчетом показателей разработки по крупноблочной модели проводится минимизация или максимизация целевых функций, т.е. решается задача оптимизации.

7. Задача оптимизации считается решенной, а ремасштабирование успешно завершенным, когда достигается заранее выбранное пороговое значение целевой функции, которое устраивает специалиста по моделированию.

Приведены результаты исследований метода направленной закачки воздуха применительно к разработке месторождений высоковязкой нефти с помощью численного моделирования. Рассмотрены различные варианты реализации метода. Показано, что при разработке месторождений высоковязких нефтей этим методом потенциальная нефтеотдача может приближаться к 50 %.