

Моделирование нелинейной фильтрации и геомеханики сопряженными разномасштабными моделями

*Н.А. Черемисин, С.В. Костюченко
(ООО «Тюменский нефтяной научный центр»)*

На поздних стадиях разработки месторождений возрастает роль гидродинамического регулирования процесса вытеснения. Это необходимо для увеличения градиентов давления при фильтрации флюидов в слабодренлируемых зонах пласта, использования энергии внутренних напряжений пород и их упругопластических свойств и соответственно более полного довытеснения нефти из этих зон. При этом коэффициент извлечения нефти можно повысить на 15-25 % в зависимости от особенностей строения коллектора. Актуальность этого направления обусловлена высокой долей высокообводненных запасов в общей структуре текущих извлекаемых запасов компании «Роснефть» (около 60 %, более 5000 млн. т).

Рассмотрены проблемы геолого-технологического моделирования традиционного и циклического заводнения, заводнения с применением методов увеличения нефтеотдачи (МУН) и других видов воздействия на пласты. Во-первых, в современных симуляторах, как правило, отсутствует практическая возможность моделирования неравновесной нелинейной фильтрации (нелинейность закона Дарси, предельный градиент сдвига, зависимость остаточной нефтенасыщенности от градиентов давления). Во-вторых, отсутствует возможность моделирования ползучей необратимой деформации (как правило, процесс необратимой деформации в симуляторах происходит мгновенно). В-третьих, существуют проблемы моделирования воздействий физико-химических МУН в полномасштабных гидродинамических моделях. Это обусловлено загромождением исходных моделей и невозможностью корректно рассчитать физико-химические и другие процессы, происходящие на первых десятках метров от скважины. Измельчение расчетной сетки вокруг скважины требует введения в цифровую модель месторождения огромного дополнительного числа ячеек.

Предложена технология встраивания («вживления») результатов расчетов, полученных на секторных моделях с использованием «РН-КИМ» и других специализированных симуляторов, а также на аналитических моделях, в полномасштабные модели. При этом появляется возможность распараллеливания этих расчетов. Результаты вычислительных экспериментов показали, что такая технология позволяет адекватно моделировать процессы конусообразования (газ/вода), воздействия на пласты МУН, ползучей необратимой деформации коллекторов и решать другие задачи без применения локальных расчетных сеток (LGR).

Использование предложенного подхода совместно с уже известной технологией сопряжения разнородных секторных моделей позволит существенно расширить спектр задач, решаемых на полномасштабных геолого-технологических моделях.