

Математическое моделирование нестационарной работы нефтяной скважины с учетом неравновесности фазовой проницаемости

*А.В. Иванов, С.В. Степанов
(ООО «Тюменский нефтяной научный центр»)*

Динамика фактических технологических показателей эксплуатации скважин очень часто характеризуется резко выраженной немонотонностью. Проблема изучения физических и/или технологических факторов, обуславливающих подобную динамику показателей в настоящее время до конца не изучена. Имеются специализированные программные продукты, позволяющие имитировать работу отдельных скважин, однако они не позволяют описать сложность многофазной фильтрации вблизи скважин, в частности, учесть влияние нелинейных эффектов и неравновесности на относительные фазовые проницаемости (ОФП). При этом фактор неравновесности является значительно менее изученным.

Рассмотрены результаты применения разработанной компьютерной программы для численного исследования работы нефтяной скважины пласта БВ₁₀¹⁻³ Самотлорского месторождения. Компьютерная программа создана на основе физико-математической модели, описывающей фильтрацию нефти и воды в пласте, в том числе с учетом неравновесных ОФП по модели Г.И. Баренблатта. Приведены результаты тестирования компьютерной программы, в том числе при использовании расчетных сеток различной конфигурации и детализации. Установлено, что для приемлемого по времени и качеству расчета можно использовать равномерную расчетную сетку. Показаны также результаты исследования влияния способов решения системы линейных уравнений. Отмечено, что итерационные методы при определенных погрешностях вычислений могут обуславливать осциллирующий характер динамики обводненности, однако величина этих осцилляций меньше наблюдаемой на фактической кривой динамики обводненности скважины.

Модель неравновесной фильтрации Г.И. Баренблатта предполагает использование времени релаксации. Поскольку время релаксации невозможно однозначно оценить, в данной работе выполнен анализ чувствительности с различными временами релаксации. Установлено, что для рассмотренной системы пласт – флюиды время релаксации составляет ориентировочно 100 сут.

Приведены результаты исследования динамики обводненности скважины в зависимости от специфики режима ее эксплуатации и особенностей строения пласта. Во всех случаях неравновесность ОФП приводит к выраженным пульсациям обводненности.