

Численное моделирование задачи о нагревании пласта с высоковязкой нефтью горизонтальными скважинами¹

Тазетдинова Ю.А.*, Гизатуллина А.А.***, Тазетдинов Б.И.*

*Бирский филиал Башкирского государственного университета, Бирск

**Филиал ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, Октябрьский

Развита и исследована математическая модель процесса фильтрации высоковязкой нефти в пласте с применением теплового воздействия через горизонтальную скважину. Использован оригинальный подход замены двух близко расположенных скважин одной «гипотетической», одновременно осуществляющей нагрев пласта и отбор нефти. Математическая модель, основанная на уравнениях неразрывности, теплопроводности, закона Дарси с учетом переменной вязкости, построена в рамках радиально одномерной задачи. Численной реализация задачи выполнена методом конечных разностей с использованием явной схемы. Моделируются режимы нагревания нефтяного пласта при отсутствии фильтрации и отбор нефти из пласта. Время выбора каждого режима может быть определено в зависимости от толщины нефтенасыщенного слоя и физико-химических свойств нефти, породы и других природных факторов каждого конкретного месторождения.

На фоне полученных решений проанализированы затраты тепла на прогревание нефтяного пласта, эволюция дебита нефти и масса откачанной нефти за рассматриваемый период времени, позволяющие оценить экономическую эффективность данного метода. Показано, что с энергетической точки зрения рассмотренная схема добычи нефти вполне рентабельна, поскольку теплотворная способность добытой нефти более чем на один порядок превышает затраты тепла на разжижение высоковязкой нефти. Проведен анализ выбора времени прогрева пласта с точки зрения затрат тепла и дебита нефти. Полученные результаты вносят важный вклад в создание и совершенствование программных средств моделирования разработки месторождений тяжелой нефти, могут быть использованы при проведении инженерных расчетов, для выбора наиболее эффективной стратегии нефтедобычи на таких месторождениях.

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект 15-11-10016).