

ЕМКОСТНО-РЕЗИСТИВНАЯ МОДЕЛЬ CRMP

Разработка и эксплуатация нефтяных пластов является комплексным процессом, включающим производственную деятельность человека по извлечению углеводорода из недр и динамическую реакцию пластовых систем на оказываемое воздействие при эксплуатации. Целью грамотной разработки пластов является поддержание оптимальных темпов добычи нефти, достижение планового коэффициента нефтеотдачи пласта при приемлемом уровне экономических затрат на разработку [1]. Из актуальных инженерных задач в области нефтедобычи можно выделить

- задачи оценки текущего состояния объекта эксплуатации: получение количественных характеристик работы отдельных скважин и месторождения в целом, диагностика качества управления разработкой (достигаются ли целевые показатели, каковы причины отклонения от намеченных планов);
- задачи прогнозирования поведения пластовой системы: расчеты различных стратегических и оперативных вариантов разработки пласта, расчеты влияния мероприятий-воздействий на динамику основных показателей системы.

Необходимым инструментом в решении этих задач является модель месторождения, которая позволяет воспроизвести поведение реальной системы «скважины – пласт» и обеспечить достоверные прогнозы поведения системы при различных сценариях эксплуатации. Такой моделью является емкостно-резистивная модель. В установившемся (псевдостационарном) режиме поведение системы будет описываться уравнением материального баланса

$$c_r V_p \frac{d\bar{p}}{dt} = I(t) - q(t)$$

Здесь c_t – сжимаемость пласта, V_p – объем дренирования, \bar{p} – забойное давление, $I(t)$ и $q(t)$ – закачка и добыча соответственно.

Рассмотрим емкостно-резистивную модель CRMP. CRMP – многоскважинная модель добыча закачка. В реальной ситуации с N_{pro} добывающими и N_{inj} нагнетательными скважинами имеется как минимум $N_{pro} \times N_{inj}$ связей. Соответствующие связи принято характеризовать коэффициентами взаимодействия $f_{k,j}$. Для построения многоскважинной модели сделаем ряд допущений. Каждая добывающая скважина j с постоянным коэффициентом продуктивности J_j обладает своим объемом дренирования V_{pj} . Отбор скважины q_j определяется изменением среднего давления в зоне дренирования скважины и долей отбора от общей закачки окружения. Переток между зонами отборов добывающих скважин отсутствует [3]. Тогда из уравнения материального баланса непосредственно следует

$$\frac{dq_j(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_j} q(t) = \frac{1}{\tau_j} \sum_{k=1}^{N_{inj}} f_{k,j} I_k(t) - J_j \frac{dp_{w,j}}{dt}, j = 1..N_{pro}$$

Коэффициент связности $f_{k,j}$ определяет долю закачки k -ой нагнетательной направленной в сторону добывающей скважины j .

Численный расчет по данной модели была разработан по двум схемам SVIR и LVIR. Схема SVIR – последовательное ступенчатое изменение закачки при линейной вариации забойного давления, а схема LVIR – линейное изменение закачки в пределах заданного интервала времени.

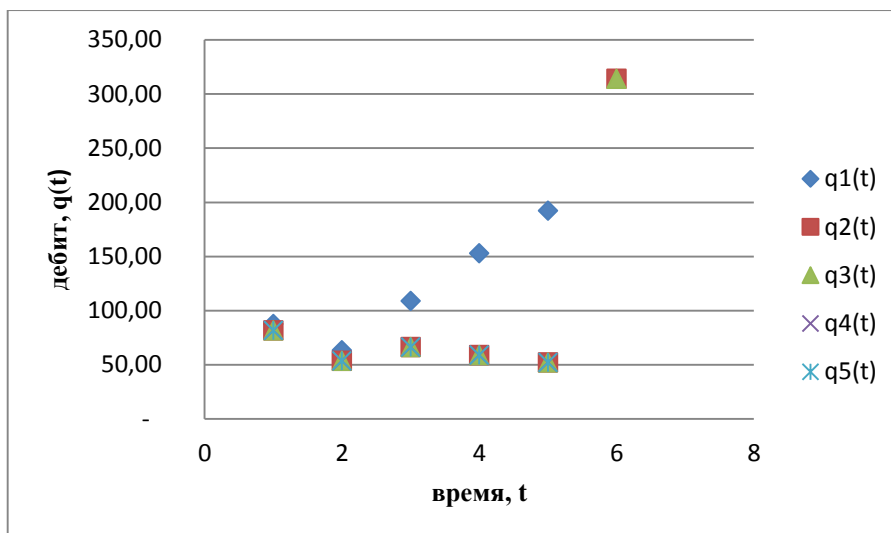


Рис. 1 Решение модели CRMP по схеме SVIR

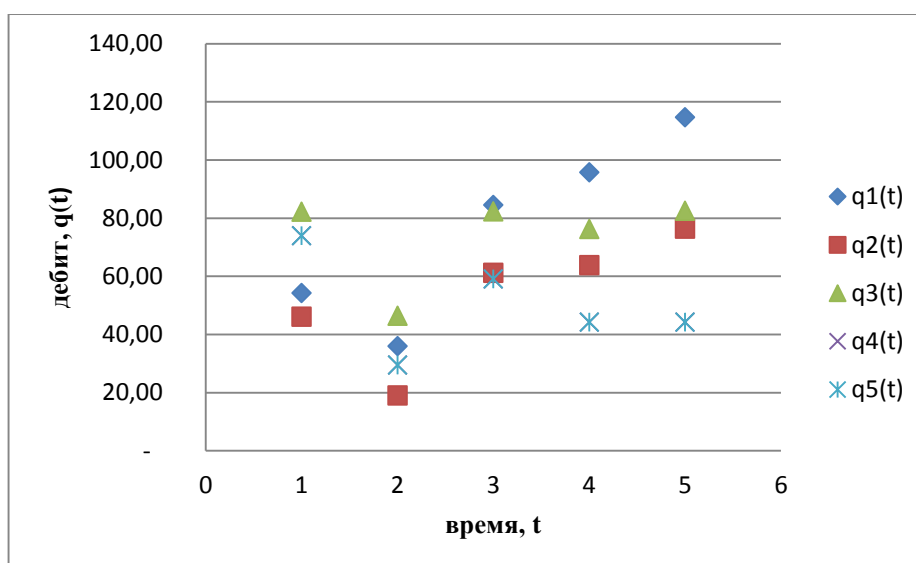


Рис. 2 Решение модели CRMP по схеме LVIR

Важной особенностью модели является нелинейный характер отклика системы на возмущения, контролируемый параметром τ (постоянная времени). Этот параметр непосредственно связан с параметрами резервуара. Малые времена τ обусловлены или малой сжимаемостью и малыми поровыми объемами или большой продуктивностью (проницаемостью).

Литература

1. Азиз Х., Сепари Э. // Математическое моделирование пластовых систем. Москва Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2004. С. 416.

2. Баранов В. Е., Куреленков С. Х., Воробьева Л. В // Прикладное моделирование пласта. 2012. С. 104.
3. Mohammad Soroush.: “Interwell Connectivity Evaluation Using Injection and Production Fluctuation Data” 2014.