

Моделирование фильтрации трехфазной многокомпонентной смеси в пористой среде

С.В. Кузнецов
(ООО «Газпромнефть НТЦ»)

Сформулирована система уравнений фильтрации парафинистой нефти к горизонтальной скважине с учетом фазовых переходов (выделения газа, кристаллизации парафина), эффекта Джоуля – Томсона, а также геометрических особенностей системы. За основу принято допущение о локальном термодинамическом равновесии всех фаз в каждой точке пористой среды в каждый момент времени. Разработан алгоритм расчета фазового равновесия трехфазной многокомпонентной смеси, с учетом термодинамических функций фугитивности (летучести) и активности. Обосновано квазиодномерное приближение уравнений, описывающих течение пластового флюида. Учтено снижение проницаемости призабойной зоны пласта в результате кристаллизации парафина. На основе сформулированной системы уравнений разработан пакет программ, позволяющий с хорошей точностью моделировать процесс фильтрации трехфазной многокомпонентной среды в призабойной зоне горизонтальной скважины. Исследован процесс кристаллизации парафина в нефти и показано, что на его скорость значительно влияет разгазирование нефти. Промоделирован процесс вывода скважины на технологический режим и установлено, что изменение забойного давления существенно влияет на конечный коэффициент продуктивности скважины. Показано, что при быстром уменьшении забойного давления может произойти заметное снижение температуры, динамической пористости и проницаемости.

На основании предложенного подхода выявлены закономерности снижения коэффициента продуктивности скважины в зависимости от интенсивности уменьшения забойного давления. Выполнены численные эксперименты, в результате которых определена оптимальная динамика забойного давления в процессе освоения скважины для достижения максимального коэффициента продуктивности.