

Численно-аналитический метод расчета работы нефтяной скважины в условиях образования газового конуса на примере Верхнечонского месторождения

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

Для прогнозирования режима работы нефтяных скважин подгазовой зоны стандартные гидродинамические модели часто являются мало пригодными, поэтому в последнее время используются подходы, основанные на упрощенном моделировании работы нефтяных скважин в подгазовой зоне, например, модель GORM. Модель GORM в полной мере не применима для условий, когда пласт является неоднородным, а разработка предполагает наличие системы поддержания пластового давления, что характерно для Верхнечонского месторождения. В связи с этим нами был разработан численно-аналитический метод NAMGC (Numerical-Analytical Model of Gas Coning), основанный на объединении модели GORM с аналитическим решением уравнения материального баланса, аналогичным модели CRM. Аналогичность решения заключается в том, что в оригинальном виде CRM не учитывает влияния многофазности на продуктивность скважины и свойства призабойной зоны. Использование GORM дает возможность расчета этих параметров и учета их в выражении для псевдо-CRM.

Схема NAMGC последовательная – сначала идет расчет по GORM, затем – по псевдо-CRM. В обоих случаях требуется решение обратных задач для определения неизвестных параметров расчетов. Для этого используется метод Нелдера-Мида. Поскольку GORM и псевдо-CRM – многопараметрические модели, для снижения фактора некорректности решения обратных задач применяется метод Монте-Карло. Такая концепция позволяет получить в качестве «истинного» решения набор управляющих параметров, при котором достигается наилучшее решение. Опыт расчетов показывает, что 100 реализаций для каждой из задач достаточно для достижения глобального экстремума.

Модель NAMGC была подробно исследована с позиции устойчивости решения, влияния типа целевой функции и способа расчета диапазона изменения управляющих параметров. В частности, показано, что для обеспечения стабильности численного решения в случае резко немонотонных граничных условий в скважине необходимо использовать фильтр входных данных; определен оптимальный диапазон временного шага, не приводящего к вырождению решения или чрезмерной численной диссипации; установлено, что только определенная комбинация весов в целевой функции может дать приемлемое качество адаптации одновременно по добыче и забойному давлению.

Ретроспективное тестирование модели NAMGC показало, что в большинстве случаев абсолютное значение средней погрешности определения текущих технологических показателей не превышает 25 %. Это достаточно для практического использования модели.