

Применение метода функций Грина и алгоритма Эвальда для расчета притока жидкости к скважинам

*Л.А. Гайдуков (ОАО «ТНЦ»),
Д.В. Клийменко, Д.В. Посвянский (Rohar)*

Методика расчета притока флюида к скважинам играет важную роль при численном моделировании разработки нефтегазовых месторождений. Как правило, в численных моделях фильтрации используется формула Писмана, которая предполагает, что течение вблизи скважины имеет радиальную геометрию. В ряде случаев такое приближение может приводить к существенным погрешностям, для устранения которых необходимо заметно измельчать сетку вблизи скважин, что приводит к замедлению численных расчетов, а для крупных месторождений – к невозможности корректного прогнозирования технологических показателей без применения кластерных вычислительных систем.

Для расчета притока жидкости к скважинам использован метод функций Грина, в рамках которого можно учесть как геометрию ствола скважины, так и различные условия на границах пласта. Точное аналитическое решение представляется в виде ряда по собственным функциям задачи. Однако скорость сходимости таких рядов очень мала и прямое применение метода функций Грина не только не дает преимуществ, а подчас и уступает по скорости гидродинамическим симуляторам. Эта проблема хорошо известна в квантовой теории твердых тел. Разработан эффективный метод ее решения. Применение этого метода к задачам подземной гидродинамики позволяет значительно ускорить расчеты и обеспечивает возможность корректного прогнозирования технологических показателей разработки без измельчения сетки в районе скважин.

Получены формулы притока к горизонтальным и несовершенным вертикальным скважинам в однородном и анизотропном пласте при различных условиях на границах. Показано, что в ряде случаев при использовании стандартных подходов погрешности при определении депрессии могут составлять около 2 МПа. Корректировка формулы Писмана на основании полученных выражений обеспечивает корректные значения депрессии даже на грубых сетках, что дает возможность сократить расчетное время.

Полученные выражения могут быть использованы для моделирования нестационарного притока к скважинам и интерпретации результатов гидродинамических исследований скважин.