

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

А.В. Корнеев¹, А.В. Новиков², Д.В. Посвянский²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Rohar Services

Фильтрация упругой жидкости к скважинам в пористой среде описывается уравнением пьезопроводности, относящееся к классу параболических уравнений математической физики. Для решения таких уравнений широко используется метод функций Грина, в рамках которого решение представляется в виде ряда по собственным функциям соответствующего линейного оператора:

$$p(\vec{r}) = \int d\vec{r}' \frac{\psi_n(\vec{r})\psi_n(\vec{r}')}{\lambda_n} q(\vec{r}'), \quad (1)$$

где $q(\vec{r}')$ - функция дебита скважины.

С учётом формулы суммирования Пуассона выражение (1) может быть записано в виде

$$p(\vec{r}) = \int d\vec{r}' \sum_n \int_0^\infty d\eta \psi_n(\vec{r})\psi_n(\vec{r}') e^{-\lambda_n \eta} q(\vec{r}'). \quad (2)$$

Однако в ряде практически важных случаев скорость сходимости таких рядов мала, что приводит к необходимости учёта большого числа членов разложения и значительному увеличению времени расчёта, что делает нецелесообразным использование метода функций Грина для решения задач, где важна скорость решения уравнений фильтрации. Для решения проблемы сходимости таких рядов был применён метод суммирования Эвальда, который получил широкое применение при решении прикладных задач. В настоящей работе метод функций Грина и алгоритм Эвальда применяются для расчёта нестационарного притока однофазной жидкости к нефтяным скважинам. Рассмотрены случаи вертикальной, горизонтальной и наклонной скважин. Также были рассчитаны коэффициенты продуктивности скважин для каждого из случаев.

Литература

1. *Peaceman D.W.* Interpretation of Well-Block Pressures in Numerical Reservoir Simulation // SPE 689 1977.
2. *Aavatsmark I, Klausen Well Index in Reservoir Simulation for Slanted and Slightly Curved Wells in 3D Grid, SPE Journal 75275, 2003*
3. *Wolfsteiner C., Durlofsky L.J., Aziz K.* Calculation of Well Index for Nonconventional Wells on Arbitrary Grid, *Computational Geosciences 7, 2003*
4. *Ewald P.P Ann Physik, 64, 1921*
5. *Natoli V.D., Pergler J., Mifflin Ewald Method for the Analytic Solution of Simple Reservoir Problems*
6. *With Neumann Boundary Conditions. SPE Journal 81754, 2004*