

Обзор методов учета скважин произвольной формы в гидродинамических симуляторах

Лутидзе Георгий Нугзарович

Студент

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия

E-mail: gigoga@mail.ru

Одной из ключевых проблем в моделировании нефтяных месторождений является задача описания скважин в системе уравнений, моделирующих нефтесодержащий пласт. В современной литературе ключевой параметр, отвечающий за конфигурацию скважины, называется индексом продуктивности (Well Index, WI) и описывает связь между дебитом скважины и разностью давлений в скважине и пласте. Оказывается, в наиболее простых случаях эту связь можно выразить через геологические свойства скважины и резервуара.

Рассматривается модель двухфазной фильтрации (система вода-нефть), которая описывает вторую стадию нефтедобычи, называемую заводнением [1]. На этой стадии вода закачивается в нагнетательную скважину, вытесняя нефть, которая выходит через производящую скважину. Формула Д.Писмана - это классическая модель вычисления индекса продуктивности. В своих работах [4],[5] Писман рассматривал вертикальную или горизонтальную скважину на регулярной прямоугольной сетке в изотропной или анизотропной, но сонаправленной осям координат среде. Формула основана на предположении, что скважина проходит через центр ячейки, является совершенной (то есть дебит идет из каждой точки скважины), течение радиально-симметричное, стационарное и нет никакого взаимодействия с границами или другими скважинами.

Однако, на практике эта ситуация практически не встречается. Как правило, ячейки сетки не являются прямоугольными, тензор проницаемости не является изотропным, а скважина совершенной. Помимо этого, на практике используются не только вертикальные скважины, но еще и наклонные, горизонтальные и многосегментные. В данном докладе будет рассмотрено несколько альтернативных методов вычисления индексов продуктивности, которые лучше учитывают все случаи конфигурации скважин и ячеек. [2],[3],[6],[7],[8]

Литература

1. Никитин К.Д. Метод конечных объемов для задачи конвекции-диффузии моделей двухфазных течений // ИВМ РАН, (2010).
2. Aavatsmark I., Klausen R.A. Well index in reservoir simulation for slanted and slightly curved wells in 3D grids // SPE Journal 8, (2003), 41-48.
3. Chen Z., Huan G., Ma Y. Computational Methods for Multiphase Flows in Porous Media // SIAM, (2006), 549.
4. Peaceman D.W. Interpretation of Well-Block Pressures in Numerical Reservoir Simulation // SPE 6893, (1977).

5. Peaceman D.W. Interpretation of Well-Block Pressures in Numerical Reservoir Simulation With Nonsquare Grid Blocks and Anisotropic Permeability // paper SPE 10528, (1982).
6. Posvyanskii D.V., Makarova E.S., Milytin S.V., Posvyanskii V.S.. An Application of Green's Function Technique for Well Testing Horizontal and Partially Penetrating Wells.// 12th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, (2008).
7. Schlumberger ECLIPSE. Schedule User Guide 2004A, Chapter 6, (2004).
8. Wolfsteiner C., Durlofsky L. J., Aziz K. Calculation of Well Index for Nonconventional Wells on arbitrary Grids // Computational Geosciences, 7, 61-82, 2003.

Слова благодарности

Благодарю Никитина Кирилла Дмитриевича, Василевского Юрия Викторовича за информативные консультации и помощь в работе.