

Моделирование пороупругих трещиновато-пористых сред

Научный руководитель – Родионов Сергей Павлович

Легостаев Дмитрий Юрьевич

Сотрудник

Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики им. С.А.

Христиановича СО РАН, Тюмень, Россия

E-mail: legostaevdy@yandex.ru

Традиционно при моделировании разработки нефтегазовых месторождений основное внимание уделяется фильтрационным процессам. Однако известен ряд проблем, решение которых требует полноценного учета напряженно-деформированного состояния пластовой системы [1]. В этом случае для описания системы «пласт»-«флюид» обычно используется линейная модель пороупругой среды [2, 3], которая позволяет описать фильтрацию флюида в порах совместно с напряженно-деформированным состоянием вмещающей среды. Определяющее влияние геомеханических эффектов наблюдается в трещиноватых пластах, поэтому интерес представляет изучение влияния напряженно-деформированного состояния таких систем на фильтрационные потоки.

Одним из методов моделирования пластовых неоднородностей является модель дискретных трещин. Применение данной модели для гидродинамического моделирования нефтяных резервуаров описано в работе [4]. В рамках данной модели расчетная область разбивается на две подобласти: двумерная, соответствующая поровой матрице и одномерная - трещинам, между которыми имеются перетоки флюида, определяемые разностью давлений между областями.

В настоящей работе для дискретизации уравнений теории упругости и фильтрации применялся метод контрольных объемов. При численном моделировании использовались неструктурированные расчетные сетки, для совместного решения системы уравнений пороупругости применялись итерационно связанные алгоритмы. При геомеханическом моделировании дискретная трещина рассматривается как свободная внутренняя граница. Положение границ трещины определяется из условия равновесия, которое зависит от напряжений окружающих горных пород и давлением флюида, насыщающего горную породу и находящегося в трещине. Для реализованной модели проведено сопоставление результатов численных расчетов с известными аналитическими решениями задач пороупругости. Исследование итерационно связанных подходов к совместному моделированию показало, что метод «с фиксированными напряжениями» обладает наилучшей скоростью сходимости. Проведено численное моделирование пороупругой среды, содержащей одиночную трещину, показано влияние трещины на динамику порового давления и на напряженно-деформированное состояние вмещающей среды.

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-19-00049).

Источники и литература

- 1) Кук Д., Фредериксен Р. О важности механических свойств горных пород: лабораторная проверка геомеханических данных. Нефтегазовое обозрение 2007, 44–69.
- 2) Biot M.A. General theory of three-dimensional consolidation. J. Appl. Phys. 12, 1941, 155–164.
- 3) Coussy O. Poromechanics. Chichester, England: John Wiley and Sons, 2004.
- 4) Karimi-Fard, M., Durlofsky, L.J. and Aziz K. An efficient discrete fracture model applicable for general purpose reservoir simulator. SPE Journal 9(2), 2004, 227–236.