

Численное моделирование механического поведения пороупругопластического искусственного материала в процессе проведения гидроразрыва пласта

Гребенщикова Е.М. (1, 2), Начев В.А. (1, 2)

(1) ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.А. САДОВСКОГО РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, Москва, Россия

(2) федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия

e-mail: grebenschikova.em@phystech.edu

В данной работе приводятся результаты численного моделирования механического поведения пороупругопластических материалов, воспроизводящих фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов. Авторы выполняют численное моделирование лабораторных экспериментов, проведенных ранее в ИДГ РАН на установке, позволяющей исследовать распространение трещин в условиях трёхосного нагружения. Численное моделирование выполняется для исследования динамики распространения трещины при различных условиях нагружения, для этого в работе учитываются поровые и упругопластические свойства исследуемой среды.

Для исследования траектории распространения и формы трещины ГРП в пороупругопластических искусственных материалах авторы подготовили математическую модель (задали систему определяющих уравнений и критерии разрушения) и затем подготовили численные модели с использованием механического программного пакета. Трёхмерная численная упругопластическая модель горной породы была построена на основании геометрии образца. Моделирование включает задание набора механических параметров: модуля Юнга, коэффициента Пуассона, угла внутреннего трения, угла дилатансии и деформационного критерия разрушения. В исследовании мы использовали готовые физические и математические механические модели, зависящие от давления, Друкера-Прагера и Мора-Кулона и учитывали поровое давление. Далее была выполнена серия численных механических расчетов, используя расширенный метод конечных элементов.

В результате проведенного численного моделирования с использованием программного пакета получено, что в пороупругопластической модели образца перед образованием трещины возникает зона пластичности в области центральной скважины и затем по мере распространения трещины зона пластичности вдоль пути распространения трещины сохраняется. В результате расчета НДС вдоль линии трещины получены несимметричные распределения напряжений, давлений и пористости относительно центральной скважины из-за различных значениями давлений в нагнетательной и добывающей скважине, что возможно приводит к образованию разных длин трещин в сторону добывающей и нагнетательной скважины, что мы видим при проведении лабораторных экспериментов.