

Расчет фильтрации в разрушающейся пористой упругопластической среде

Н.Г.Бураго

(Институт проблем механики РАН, Москва 119526, пр. Вернадского, 101-1)

Описан метод решения и результаты численного моделирования нестационарных двумерных задач континуального разрушения стохастически неоднородной пористой упругопластической среды с учетом нестационарной фильтрации жидких фракций. Использован критерий разрушения по предельной главной деформации. При выполнении этого критерия в зоне концентрации напряжений и деформаций начинается быстрое локальное накопление микротрещин, характеризующееся параметром повреждаемости. Это вызывает потерю средой свойств сопротивления деформации. Величины модулей упругости с ростом повреждаемости уменьшаются, деформации показывают всплеск, перемещения возрастают скачкообразно. Получаемое решение имитирует внутренний контактный разрыв типа макротрещины. Наличие физических и геометрических неоднородностей в среде существенно влияет на картины развития зон разрушения.

Конечное число (10-20 штук в области решения) макронеоднородностей типа разным образом ориентированных эллиптических пор и жестких включений учитывались в расчетах непосредственной аппроксимацией многосвязных областей решения. Исследовалось влияние микро и макро дефектов на интегральные диаграммы деформирования растягиваемых образцов. В численных экспериментах показано, что параметры метода решения (форма и размер ячеек) довольно сильно влияют на получаемые картины зон разрушения, в то же время интегральные характеристики решения (диаграмм деформирования образцов в целом) сходятся к общему пределу при измельчении различных сеток. Это важное обстоятельство показывает, что используемый подход к имитации свойств реальных сред обладает некоторыми из необходимых свойств для обеспечения достоверности результатов.

Стохастическая неоднородность прочностных свойств среды обеспечивалась искусственным ограниченным разбросом значений предела прочности с помощью датчика случайных чисел. Разброс свойств провоцирует развитие множественных зон разрушения, образующих картины, напоминающие фрактальные структуры.

Исследовано развитие фрактальных структур трещин гидроразрыва геоматериала вблизи скважины, нагруженной внутренним давлением. Дальнейшей целью предпринятого исследования является оценка влияния множественных нарушений сплошности горного массива на его фильтрационные свойства. Представлены предварительные результаты такой оценки, полученные путем численных расчетов взаимосвязанных нестационарных процессов фильтрации, деформации и разрушения в пористой упругопластической среде.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ по проекту 05-01-0245а.

Список литературы

1. Бураго Н.Г., Кукуджанов В.Н. О разрушении и локализации деформаций. Москва: Институт проблем механики РАН, 2004. Препринт No. 746. С. 1-36.
2. Бураго Н.Г., Ковшов А.Н., Модель дилатирующей разрушающейся среды, Изв. РАН, МТТ, 2001, N. 5, С. 112-117