

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

диаграммами деформирования. Параметр характерная температура, отвечающий за падение прочности с ростом температуры, был идентифицирован на примере данных [2] о падении прочности и верифицирован по данным [3] об изменении предела текучести в зависимости от температуры и скорости деформации.

После идентификации параметров уравнения были успешно применены для моделирования процесса пробивания преград. Получено хорошее соответствие расчётов с данными эксперимента по пробиванию. Также в работе получена кривая зависимости вклада термического разупрочнения от скорости деформации. Показано, что механизм термопластической неустойчивости начинает играть существенную роль, начиная со скоростей деформирования 10^4 с⁻¹. При меньших скоростях больший вклад в общую релаксацию напряжений, инициирующую локализацию пластической деформации, вносят структурные изменения в материале.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проекты № 16-48-590534-р_а, 16-41-590892-р_а, 17-08-00905_а).

Литература

1. Наймарк О. Б. Коллективные свойства ансамблей дефектов и некоторые нелинейные проблемы пластичности и разрушения // Физическая мезомеханика. – 2003. – Т. 6, № 4. – С. 45-72.
2. Фролов К.В. Машиностроение. Энциклопедия. Том II-3: Цветные металлы и сплавы. Композиционные металлические материалы. – М.: Машиностроение, 2001. – 880 с.
3. Глушак Б.Л., Игнатова О.Н., Пушков В.А., Новиков С.А., Гирич А.С., Синицын В.А. Динамическое деформирование алюминиевого сплава АМг-6 при нормальной и повышенной температурах // Прикладная механика и техническая физика. – 2000. – Т. 41, № 6. – С. 139-143.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕУПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД НА МЕЗОУРОВНЕ

¹Ахметов А.Ж., ^{1,2}Смолин И.Ю., ^{1,2}Кульков А.С., ^{1,2}Макаров П.В.

¹Томский государственный университет, Томск, Россия,

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия
ayan.akhmetov93@gmail.com

Исследование пластической деформации и поврежденности горных пород является основой прогноза устойчивости горных массивов при внешних воздействиях различной природы и развития разрушения горных пород. Развитие неупругих деформаций и локальных разрушений горных пород и массивов происходит на разных масштабных уровнях и обусловлено иерархической структурой горной среды. Целью данной работы является выявление очагов разрушения и зарождения неупругой деформации на мезоуровне в образцах горных пород с помощью численного моделирования на основе эволюционного подхода [1, 2].

2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

В ходе подготовки расчётов была определена структура образцов мрамора с помощью растрового электронного микроскопа. В качестве элементов структуры образцов мрамора были выделены зерна разной ориентации, имеющие разные физико-механические свойства, а также поры, содержание которых не превышает 8%. Образцы имеют схожие структурные элементы, но отличаются по их размерам, конфигурации зерен, распределением пор.

Для моделирования были построены две структурные модели размером 100 мкм и 500 мкм на основе двух фотографий образцов. Кроме этого в каждой из моделей было выделено разное количество пор, учитываемых явно. Используя построенные двумерные модели, был проведен ряд численных исследований при разных видах нагружения. Расчёты проведены конечно-разностным методом в двумерной постановке в условиях плоской деформации с применением упругопластической модели Друккера-Прагера-Николаевского, учетом поврежденности и разрушения, описанных в работе [2].

Исследования показали, что очаги разрушения зарождаются около пор. Если пор нет, то зарождение разрушения происходит от границ образца. В мезообъеме без пор сначала развиваются нелокализованные пластические деформации в менее прочных зернах вблизи границ зерен, а после образования областей разрушения (трещин), возле них появляются локализованные пластические деформации. В пористых образцах сначала развиваются области разрушения, а затем возле них образуются локализованные пластические деформации.

Указанные особенности формирования и развития зон локализованной неупругой деформации и разрушения горных пород важны для анализа безопасности ведения горных работ.

Литература

1. Макаров П. В. Математическая теория эволюции нагружаемых твердых тел и сред // Физическая мезомеханика. – 2008. – Т.11 - №3 – С.19-35
2. Нелинейная механика геоматериалов и геосред / П. В. Макаров [и д.р.]. – Новосибирск : Академ. изд-во «Гео», 2007. – 232 с.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ЖЕСТКОСТНЫЕ СВОЙСТВА И УСТОЙЧИВОСТЬ НАНОПЛАСТИН

Бочкарев А.О.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Россия
a.bochkarev@spbu.ru*

Широкое распространение получили двумерные модели упругих нанопластин и оболочек на основе гипотез Кирхгофа, Мидлина, учитывающих поверхностные напряжения в рамках линеаризованных соотношений Гертвина-Мердоха [1]. Однако разрешающие уравнения в этих оценочных моделях имеют неклассическую структуру, обусловленную наличием недеформационных