

Федеральное агентство научных организаций  
Российский фонд фундаментальных исследований  
Уральское отделение Российской академии наук  
Институт машиноведения УрО РАН  
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

**ХII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«МЕХАНИКА, РЕСУРС И ДИАГНОСТИКА  
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ»**

Сборник материалов

(Екатеринбург, 21–25 мая 2018 г.)

Екатеринбург  
ИМАШ УрО РАН  
2018

# АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ И КАТАСТРОФИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ НАГРУЖЕНИЯ

Ахметов А.Ж.<sup>1,2</sup>, Кульков А.С.<sup>1,2</sup>, Смолин И.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
36, пр. Ленина, Томск, 634050, Российская Федерация

<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,  
2/4, Академический пр., Томск, 634055, Российская Федерация,  
e-mail: [avan.akhmetov93@gmail.com](mailto:avan.akhmetov93@gmail.com)

Исследование неупругой деформации и поврежденности горных пород является основой прогноза устойчивости горных массивов, необходимого для безаварийного ведения подземных работ. Развитие пластических деформаций и образование трещин в горных породах и массивах происходит на разных масштабных уровнях, что обусловлено иерархической структурой горной среды.

Цель работы – определение очагов зарождения пластических деформаций и катастрофических разрушений на мезоуровне с помощью компьютерного моделирования на основе эволюционного подхода нелинейной динамики [1].

При подготовке данных для проведения расчетов были построены структурные модели образцов мрамора на основе снимков, полученных с помощью растрового электронного микроскопа. В качестве элементов структуры мрамора были выделены зерна карбонатов, имеющие разные физико-механические свойства, а также поры, содержание которых не превышает 8–9 %.

Для проведения численного эксперимента были использованы структурные модели образцов мрамора с размером порядка 0,15×0,15 см. Они отличались по размерам зерен, их конфигурации, количеству и распределению пор. С применением данных моделей были проведены численные расчеты на основе конечно-разностного метода Уилкинса в двумерной постановке в условиях плоской деформации с применением упругопластической модели Друккера–Прагера–Николаевского, а также комбинированного критерия разрушения, описанных в работах [2, 3].

Показано, что очаги разрушения зарождаются около пор. Если пор нет, то зарождение разрушения происходит от границ образца. В мезообъеме без пор сначала развиваются локализованные 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.

Исследования указанных особенностей формирования и развития зон локализованной неупругой деформации и разрушения направлены на решение фундаментальной проблемы – безопасности ведения горных работ, а также распознавания катастрофических явлений в горных массивах.

## Литература

1. Макаров П.В., Смолин И.Ю., Стефанов Ю.П., Кузнецов П.В., Трубицын А.А., Трубицына Н.В., Ворошилов С.П., Ворошилов Я.С. Нелинейная механика геоматериалов и геосред. – Новосибирск : Академич. изд-во «Гео», 2007. – 235 с.
2. Уилкинс М.Л. Расчет упруго-пластических течений // Вычислительные методы в гидродинамике / Под ред. Б. Олдера, С. Фернбаха, М. Ротенберга. – М. : Мир, 1967. – С. 212–263.
3. Николаевский В. Н. Механические свойства грунтов и теория пластичности // Механика твердых деформируемых тел. Т. 6. Итоги науки и техники. М. : ВИНТИ АН СССР, 1972. – С. 5–85.