

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Международная конференция
по физической мезомеханике,
компьютерному конструированию
и разработке новых материалов**

**5–9 сентября 2011 г.
Томск, Россия**

Учреждение Российской академии наук
Институт физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
по физической мезомеханике,
компьютерному конструированию
и разработке новых материалов
5–9 сентября 2011 г.
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Тезисы докладов Международной конференции по физической мезомеханике, компьютерному конструированию и разработке новых материалов, 5–9 сентября 2011 г., Томск, Россия – Томск: ИФПМ СО РАН, 2011. – 544 с.

Поврежденность поверхностного слоя моделировалась генерацией наноскопических нарушений сплошности покрытия путем удаления соответствующих автоматов из начальной структуры образца. Анализировались периодически расположенные протяженные повреждения — нанопоры (ширина — 12 нм, высота — 3 нм). Изучалась возможность определения расстояния между дефектами.

Полученные результаты позволяют предполагать, что нанопоры порядка 12–80 нм могут быть идентифицированы в реальных экспериментах на основе анализа спектра силы трения скольжения. В основу экспериментальной установки может быть положена система, предложенная в [3]. Идея установки состоит в том, что контртело, лежащее на поверхности, приводится в движение, при этом с высокой точностью измеряются как перемещение контртела, так и действующая на него сила.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Отделения энергетики, машиностроения и процессов управления РАН (проект № 13.13.3), интеграционного проекта СО РАН № 127 со сторонними организациями и междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 113.

Литература

1. Псахье С.Г., Попов В.Л., Шилько Е.В., Смолин А.Ю., Дмитриев А.И. Изучение поведения и диагностика свойств поверхностного слоя твердого тела на основе спектрального анализа // Физ. мезомех. — 2009. — Т. 12. — № 4. — С. 27–42.
2. Psakhie S.G., Horie Y., Ostermeyer G.P. et al. Movable cellular automata method for simulating materials with mesostructure // Theor. Appl. Fract. Mech. — 2001. — V. 37. — No. 1–3. — P. 311–334.
3. Popov V.L., Starcevic J., Filippov A.E. Reconstruction of potential from dynamic experiments // Phys. Rev. E. — 2007. — V. 75. — No. 6. — P. 066104-1–066104-6.

Численное моделирование катастрофических явлений в горном массиве с выработками

Смолин И.Ю., Макаров П.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия, 634021
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, 634050, Россия, smolin@ispms.tsc.ru

В связи с ростом производительности новой горнодобывающей техники обострились и задачи обеспечения безопасности проведения подземных работ, в том числе и связанные с развитием катастрофических разрушительных явлений в горных выработках. Цель работы —

продемонстрировать развиваемые методы и подходы к решению таких важных задач.

Предложен и развивается подход к анализу рисков развития катастрофических явлений в результате численного решения задач механики деформируемых твердых тел, основанный на идеях эволюции и самоорганизации внутренней структуры моделируемых объектов в процессе нагружения. Катастрофические явления рассматриваются как развитие процессов накопления повреждений и локальных разрушений в режимах с обострением. Применение развиваемого подхода к нагружаемому полем сил тяжести горному массиву, содержащему горные выработки, размеры и форма которых изменяется в ходе добычи полезных ископаемых, позволяет рассматривать его как нелинейную динамическую блочную систему, эволюционирующую в поле приложенных сил по законам синергетики. Причем механическое поведение такой нелинейной динамической системы исследуется с континуальной макроскопической точки зрения, что позволяет эффективно использовать методы и подходы механики сплошных сред и развитые там численные методы решения задач по моделированию процессов деформации и разрушения.

На основе развиваемого эволюционного подхода была разработана прогностическая модель горного массива с выработкой. Для адекватного описания изменения напряженно-деформированного состояния и разрушения массива горных пород вокруг очистной горной выработки были построены эволюционные определяющие уравнения второй группы, задающие кинетику накопления повреждений в локальных объемах массива горных пород для заданного масштаба рассмотрения и изменения локального напряженного состояния.

Для анализа процесса обрушения кровли численно был изучен характер накопления повреждений в кровле очистной горной выработки в зависимости от изменения размера вырабатываемого пространства. Установлено, что для процесса накопления повреждений в некоторых локальных объемах кровли наблюдается характерная для нелинейных динамических систем эволюция, состоящая из двух фаз: квазистационарной стадии очень медленного накопления повреждений и катастрофической стадии взрывного (очень быстрого) увеличения поврежденности.

Результаты выполненных численных экспериментов свидетельствуют о формировании так называемых зон затишья вблизи катастрофического события — замирании деформационного процесса ниже некоторого определенного уровня. Расчеты показывают, что подобное затишье является практически переключением деформационного процесса с достаточно обширной области на более локальный процесс формирования очага будущего катастрофического события. Причем такое затишье кажущееся, в это время идет сравнительно низкоамплитудный непрерыв-

ный квазистационарный процесс наращивания деградации в локальной зоне формирующегося очага разрушения.

Изучено влияние скорости подвигания забоя на процессы развития неупругих деформаций над вырабатываемым пространством. Это позволило определить условия и характерные времена обрушения кровли в зависимости от свойств вмещающих горных пород и скорости подвигания забоя.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 10-05-00509, проекта VII.64.1.8 фундаментальных исследований СО РАН на 2010–2012 гг. и междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 114 на 2009–2011 гг. Расчеты выполнены на вычислительном кластере СКИФ Cyberia Томского государственного университета.

Двухуровневое моделирование эволюции структуры металлов при неупругом деформировании

Трусов П.В., Швейкин А.И.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, 614990, Россия, alexsh59@bk.ru

Физико-механические характеристики поликристаллических материалов определяются внутренней структурой, которая эволюционирует при неупругом деформировании: меняется зеренная и дислокационная структура, происходят ротации решеток кристаллитов. Корректное описание эволюционирующей структуры материала даст возможность оптимизации существующих и разработки новых методов получения материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками: субмикроструктурных, нанокристаллических, текстурированных, способных к сверхпластическим деформациям материалов.

В последние годы при построении моделей деформирования поликристаллов, описывающих эволюцию мезо- и микроструктуры, все большее признание находит подход, основанный на явном введении в структуру определяющих соотношений параметров, отражающих состояние и эволюцию мезо- и микроструктуры, и формулировке эволюционных (кинетических) уравнений для этих параметров, называемых внутренними переменными и являющихся носителями информации об истории воздействий [1].

В работе предлагается двухуровневая конститутивная модель деформирования поликристаллических металлов, описывающая эволюцию внутренней структуры [1]. На макроуровне используется закон Гука в скоростной форме, при этом компоненты тензоров неупругой составляющей деформации скорости, анизотропных упругих свойств на мак-