

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**

**21 - 25 сентября 2015 г.**

**Томск, Россия**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

микросейсмическим данным и геомеханическими процессами при росте трещины.

Целью работы является определение эффективных точечных источников сейсмических волн на основе анализа упругих колебаний, возникающих при росте трещины гидроразрыва. Численно исследованы некоторые особенности излучения упругих волн при продвижении трещины под действием внутреннего давления в зависимости от напряженного состояния, характера приращения трещины и свойств среды. На основе выполненных расчетов выделены наиболее близкие типы источников излучения, что может быть использовано для развития методов акустического мониторинга. Полученные типы точечных источников использованы, чтобы сузить класс возможных источников при инверсии данных микросейсмического мониторинга, т.к. в самой общей постановке определить тензор момента оказывается затруднительно из-за малой апертуры скважинных систем наблюдений. Проведенные исследования показали существенное влияние трещиноватости среды и пластической деформации на излучение.

Изучение процессов излучения было выполнено с использованием явной конечно-разностной схемы решения системы уравнений МСС.

Работа была выполнена при финансовой поддержке Сколтеха (Соглашение № 711-MRA)

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ И МНОГОМАСШТАБНОГО РАЗРУШЕНИЯ В ГОРНОМ МАССИВЕ С ВЫРАБОТКАМИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ**

Еремин М.О.<sup>1,2</sup>, Макаров П.В.<sup>1,2</sup>, Перышкин А.Ю.<sup>1,2</sup>,  
Евтушенко Е.П.<sup>2</sup>, Орлов С.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский Государственный университет, Россия,*

<sup>2</sup>*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,*

*eremin@ispms.tsc.ru, pvm@ispms.tsc.ru, alexb700@yandex.ru,*

*eugene@ispms.tsc.ru, orlov@ftf.tsu.ru*

Практика управления горным давлением требует понимания основных закономерностей накопления повреждений в кровле и почве породного массива при извлечении полезных ископаемых, например, угля. Для правильного выбора параметров крепи, необходимо знание шагов первичной и установившихся осадок кровли. Современные методы геомеханического моделирования, учитывающие структурные, а также упругие и прочностные особенности породного массива, позволяют исследовать эволюцию напряженно-деформированного состояния (НДС) при ведении горных работ на различных горизонтах залегания угольных пластов и проводить оценку шагов первичной и установившихся осадок кровли.

Для описания неупругого деформирования пород в массиве применена модель Друккера-Прагера-Николаевского с неассоциированным законом течения [1]. Полная система уравнений механики деформируемого твердого тела также дополнена моделью накопления повреждений, разработанной ранее [2].

В работе представлены результаты 2D и 3D моделирования эволюции НДС при движении очистной выработки на различных горизонтах залегания угольных пластов. Численно изучены особенности накопления повреждений и многомасштабного разрушения в кровле и почве породного массива. Получены оценки шагов первичной и установившихся осадок кровли для условий залегания угольного пласта на шахте «Алардинская», ОАО «ЮжКузбассУголь».

Показано, что породы кровли и почвы, сложенные в основном песчаниками и алевролитами, подвержены хрупкому и квазихрупкому разрушению. При движении очистной выработки формируются области локализованных повреждений различных масштабов, по которым происходит осадка кровли.

Анализ вида НДС показывает, что в своде формируется область переходного напряженного состояния, где происходит смена знаков напряжений, препятствующая распространению локализованных повреждений.

С увеличением глубины залегания угольного пласта до глубин  $\approx 500$  м наблюдается увеличение протяженности пролетов зависающей кровли, т.е. шаг осадки возрастает, затем длины зависающей кровли уменьшаются. Этот эффект обусловлен тем, что до глубин 500 м вклад в прочность пород за счет внутреннего трения превалирует над конкурирующим фактором накопления повреждений. С ростом глубины и соответствующим ростом напряжений скорость накопления повреждений существенно возрастает, что приводит к уменьшению длин осадок кровли.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 14.17-00198.

### **Литература:**

1. Николаевский В.Н. Геомеханика (том 1) / В.Н. Николаевский // М.: Недра. – 1996. – 447 с.
2. Макаров П.В., Еремин М.О. Модель разрушения хрупких и квазихрупких материалов и геосред. // Физ. Мезомех. 2013. – Т.16. – №1. – с. 5-26.

## **К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ С ПОМОЩЬЮ РАЗГРУЗОЧНЫХ ТРЕЩИН**

Лавриков С.В.

*Институт горного дела СО РАН, Новосибирск, Россия  
lvk64@mail.ru*

Прохождение горной выработки нарушает целостность породного массива. Это влечет перераспределение напряжений в массиве, обуславливает концентрацию напряжений на контуре выработки и в