

УДК 622.272

В.В. Мельник, И.И. Кайдо, И.С. Кириченко

ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ УГОЛЬНОГО МАССИВА ПОДКРОВЕЛЬ-НОГО СЛОЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

В статье дано научное обоснование параметров явления фрустурации и дезинтеграции угольного массива подкровельного слоя при отработке мощных пологих угольных пластов с выпуском подкровельной толщи с учетом закономерностей нелинейной геомеханики.

Ключевые слова: угольный массив, дезинтеграция, напряженное состояние, очистной забой, подсечной слой, подкровельная толща, выпускное отверстие.

Семинар 16

В настоящее время в РФ и за рубежом, считается эффективной технология подземной добычи угля из мощных пологих и наклонных пластов длинными комплексно-механизированными очистными забоями по схеме с одним подсечным слоем и с выпуском угля подрабатываемой подкровельной толщи в призабойное пространство.

Анализ опыта отработки пологих мощных угольных пластов и результатов научных исследований показал, что недостаточно изучены закономерности дезинтеграции угольного массива подкровельной толщи за счет энергии горного давления. В настоящее время фактически отсутствуют эффективные способы управления дезинтеграцией угольного массива подкровельной толщи за счет энергии горного давления, а так же технические средства для их осуществления.

Цель настоящей статьи состоит в системном анализе структурных и кинематических особенностей угольного массива, определяющих закономерности его дезинтеграции в зоне опорного давления впереди забоя, при подработке подкровельной толщи

очистным забоем, при разгрузке и распоре секций механизированной крепи, при обнажении и обрушении позади секций, при формировании и движении его как сыпучего материала к выпускным отверстиям и, наконец, при выпуске его в призабойное пространство.

Угольный массив, как и все горные породы, обладает рядом структурных особенностей, обусловленных тектонофизическими процессами деформирования геологических структур [1]. Одной из главных особенностей является фрустурация – свойство формирования кусковатости при дезинтеграции крупных отдельностей на более мелкие [2]. Согласно концепции акад. М.А. Садовского о блочно-иерархическом строении объектов геосреды дезинтеграция должна давать от 2 до 5 кусков из одного более крупного [3]. Согласно концепции нелинейной геомеханики акад. М.В. Курлени и чл.кор. В.Н. Опарина структура массивов горных пород является сложной иерархической системой, в основе строения которой лежит процесс кластеризации фундаментального канонического ряда гео-

блоков [4]. Линейные размеры геоблоков они предложили определять по формуле

$$d_i = D_0 \times 2^{i/2}, \quad (1)$$

где $D_0 = 2,5 \cdot 10^6$ м - диаметр ядра Земли; i - показатель масштабного уровня геоблоков.

В таблице представлены расчетные значения размеров геоблоком иерархического ряда применительно к задачам геомеханики подземной разработки.

При этом между геоблоками всегда существует граничный слой (раскрытие трещины), ширина которого может быть оценена с использованием геомеханического инварианта Курлени-Опарина

$$\mu_b(\delta) = \frac{\delta_i}{d_i} = \theta \times 10^{-2}, \quad (2)$$

где δ_i - ширина граничного слоя (раскрытие трещины); $\theta = 0,5 \div 2$ - коэффициент.

Закономерные размеры иерархической структуры угольного массива проявляются в системах трещин пласта и в процессе деформирования и дезинтеграции. Впереди очистного забоя в зоне опорного давления массив находится в трехосном (объемном) напряженном состоянии и способен выдерживать высокие нагрузки. В зоне влияния обнажения (груди очистного забоя) напряженно-деформированное состояние существенно изменяется, поскольку структурные элементы массива получают возможность двигаться в сторону свободной от напряжений поверхности забоя. Дезинтеграция массива реализуется в виде отжима либо в форме отрывных отдельностей, либо в форме сдвига по плоскостям скольжения. Важно, что в обоих случаях дезинтеграция представляет собой синергетический процесс объединения микродефектов

(участков граничного слоя, трещин) для создания макродефекта - трещин отдельностей [5].

Дезинтеграция угольного массива подкровельной толщи вследствие несопоставимости удельной несущей способности секций механизированной крепи (порядка 10 КПа) и угольного массива (порядка 10 МПа) является продолжением процесса дезинтеграции вблизи обнажения (груди забоя). Таким образом, отжим угля начинается в забойной части угольного массива и распространяется в подкровельную толщу. Фактическим подтверждением реальности этого процесса является достаточно частые вывалы угля из подкровельной толщи при несвоевременной поддержке обнажений после выемки угля комбайном.

По мере подвигания секций механизированной крепи, что производится со снижением их распора, дезинтегрированный на достаточно крупные блоки трещинами отжима угольный массив подкровельной толщи получает дополнительную возможность взаимного перемещения блоком под действием собственного веса или с пригрузкой от веса пород непосредственной и основной кровли. В результате происходит разделение крупных блоков на более мелкие. Последующий распор секций мехкрепи приводит к дроблению крупных кусков на более мелкие.

Для обеспечения эффективности выпуска дезинтегрированного угольного массива подкровельной толщи через отверстие (квадрат со стороной 0,6 или 0,8 м) в ограждении секции или на завальный конвейер (квадрат со стороной до 1,2 м) необходимо, чтобы максимальная крупность кусков дезинтегрированного угольного массива перед входом в выпускное отверстие не превышала 1/3 его размера.

Значения размеров геоблоков иерархического ряда для задач геомеханики

<i>i</i>	d, м				
	диапазоны				
	мм	см	ед. м	дес. м	сот. м
-60	0,002 328306				
-59	0,003 292723				
-58	0,004 656613				
-57	0,006 585445				
-56	0,009 313226				
-55		0,01 3170890			
-54		0,01 8626451			
-53		0,03 2430536			
-52		0,03 7252903			
-51		0,05 2683561			
-50		0,07 4505806			
-49		0,10 5367121			
-48		0,14 9011612			
-47		0,21 0734243			
-46		0,29 8023224			
-45		0,42 1468485			
-44		0,59 6046448			
-43		0,84 2936970			
-42			1,19 2092896		
-41			1,68 5873940		
-40			2,38 4185791		
-39			3,37 1747881		
-38			4,76 8371582		
-37			6,74 3495762		
-36			9,53 6743164		
-35				13,48 699152	
-34				19,07 348633	
-33				26,97 398305	
-32				38,14 697266	
-31				53,94 796609	
-30				76,29 394531	
-29					107,89 59322
-28					152,58 78906
-27					215,79 18644
-26					305,17 57813

Из таблицы видно, что сантиметровый диапазон имеет широкий спектр значений размеров кусков, удовлетворяющих условию их прохождения через выпускное отверстие.

Таким образом, управление дезинтеграцией угольного массива должно строиться на выполнении условия максимального дробления подкровельной толщи непосредственно над забоем, где имеется возможность ис-

пользования энергии горного давления.

Одним из рациональных способов управления дезинтеграцией угольного массива подкровельной толщи непосредственно над забоем является бурение разгрузочных скважин на границе подсечного слоя и подкровельной толщи. При этом, используя межскважинные целики как локальные концентраторы напряжений,

которые при разрушении будут создавать условия развития трещин в подкровельной толще, ширина межскважинных целиков будет задавать (управлять) крупностью кусков дезинтегрирующегося угольного массива подкровельной толщи. Следовательно, для указанных выше выпускных отверстий (при соотношении

диаметра скважины к ширине целика равном единице) можно рекомендовать скважины диаметром не более 100÷200 мм, что будет достаточно близко соответствовать естественным размерам геоблоков иерархического ряда Курлени-Опарина (показатель $i = -47 \div -49$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Развитие* и выбор рациональной технологии горно-подготовительных работ на шахтах Южного Кузбасса с учетом геодинамики угольных месторождений /И. А. Шундулиди, В.В. Сенкус, А.С. Соловьев, И.И. Кайдо. - Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2000. - 148 с.

2. *Поваренных М.Ю.* Фрустурация (фрагментация, кусковатость, образование элементарной ячейки) – впервые выявленное свойство горных пород. – В кн. Теория, история, философия и практика минералогии: Материалы IV Международного семи-

нара. – Сыктывкар: Геопринт.- 2006.-328 с.- С. 66-67.

3. *Садовский М.А.* Естественная кусковатость горной породы // Докл. АН СССР. - 1979. - Т. 247. - № 4. - С. 829-831.

4. *Курленя М.В., Опарин В.Н.* Проблемы нелинейной геомеханики. Ч. I и II // ФТПРПИ. - 1999. - № 3. и ФТПРПИ.- 2000. - №4.

5. *Макаров П.В.* Об иерархической природе деформации и разрушения твердых тел и сред // Физ. мезомех. - 2004. - Т. 7. - № 4. - С. 25-34. **VIAS**

Коротко об авторах

Мельник В.В. – доктор технических наук, профессор кафедры ПРГПМ,
Кайдо И.И. – кандидат технических наук, доцент кафедры ПРГПМ,
Кириченко И.С. – аспирант кафедры ПРГПМ,
 Московский государственный горный университет,
 Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)			
МАСЛЕННИКОВ Станислав Александрович	Обоснование рациональных параметров чугунно-бетонной крепи вертикальных стволов	25.00.22	к.т.н.