

УДК 622.831.245(075)

Вал. В. Сенкус

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В ПРИКОНТУРНОЙ ЗОНЕ РАЗРЕЗА

Рассмотрено моделирование движения очистного забоя в приконтурной зоне разреза, по результатам которого предложены рекомендации по ведению подземных горных работ под открытыми горными выработками.

Ключевые слова: обоснование, параметры, крепь, анкерная, сопряжение, разработка, приконтурная зона разрезов.

О обоснование параметров выемочного участка при ведении подземных горных работ в приконтурной зоне разреза проводилось научными коллективами МГГУ, ИГД им. А.А. Скочинского, ИПКОН РАН, ИИУ СО РАН, ИГД СО РАН, СПбГУ, ВНИМИ, КузНИУИ, КузГТУ, СибГИУ и другими организациями, однако результаты исследований не обеспечили создание нормативных документов по проектированию и ведению горных работ в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях в приконтурной зоне разреза.

Целью работы является обоснование параметров выемочного участка при ведении горных работ в приконтурной зоне разреза для обеспечения прогноза безопасных режимов ведения горных работ и расширения области применения открыто-подземного способа разработки угольных месторождений.

Для достижения цели было проведено моделирование движения очистного забоя в приконтурной зоне разреза с использованием пространственной дискретизации модели массива горных пород на конечные элементы по алгоритму разра-

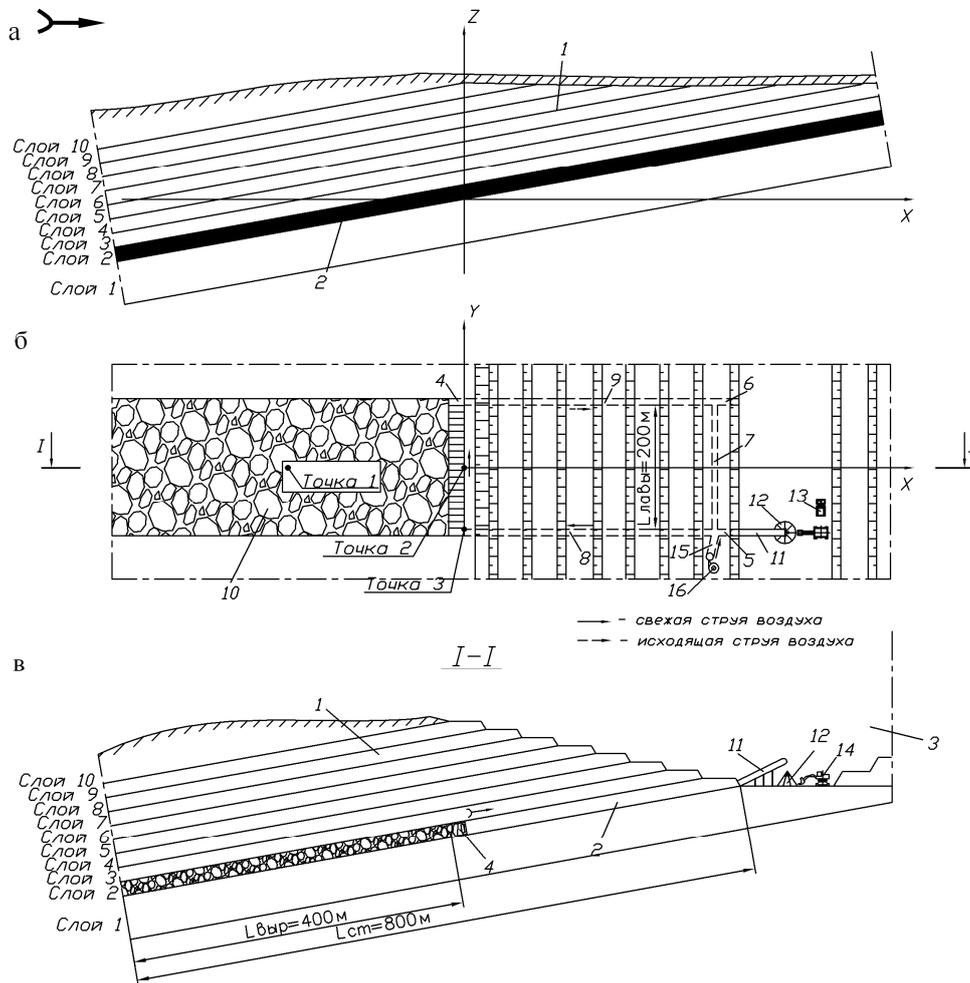
ботанному Л.Д. Павловой и В.Н. Фряновым [1-3].

В процессе поэтапного моделирования изначально задавался нетронутый углепородный массив, состоящий из 10 слоев (рис. 1, а): слой 1 в почве имеет мощность 50 м и предел прочности пород при сжатии 40 МПа; слой 2 – угольный пласт с мощностью 3 м и предел прочности угля при сжатии составляет 10 МПа; слои 3-9 – породные слои, имеют мощность 30 м каждый и предел прочности при сжатии 40 МПа; слой 10 – наносы, мощность 11 м, предел прочности при сжатии 5 МПа.

Для нетронутого углепородного массива были определены вертикальные и горизонтальные смещения и напряжения при глубине залегания пласта 200 м.

На втором этапе в массив было введено выработанное пространство разреза, подземное выработанное пространство длиной 400 м при общей длине выемочного столба 800 м, (рис. 1, б) и были определены вертикальные и горизонтальные смещения и напряжения.

Результаты моделирования показали, что в пределах выемочного столба рекомендуется выделять следующие

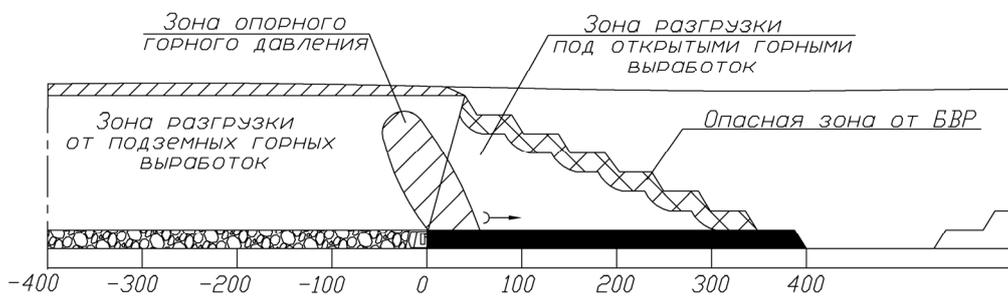


- направление движения очистного забоя в выемочном столбе

Рис. 1. Модель углепородного массива: а – схема нетронутого массива; б – горизонтальная схема отработки пласта; в – разрез по И; 1 – массив горных пород; 2 – угольный пласт; 3 – выработанное пространство разреза; 4 – очистной забой; 5 – конвейерный наклонный ствол; 6 – вентиляционный наклонный ствол; 7 – монтажный ходок; 8 – конвейерный штрек; 9 – вентиляционный штрек; 10 – выработанное пространство шахты; 11 – эстакада; 12 – угольный склад; 13 – автосамосвал; 14 – экскаватор; 15 – воздухоподающая скважина; 16 – главная вентиляторная установка

зоны: зона разгрузки от подземных горных выработок, зона опорного горного давления, зона разгрузки под открытыми горными выработками и опасную зону от взрывных работ разреза, рис. 2.

При расчете и выборе параметров крепи сопряжения вне зоны влияния очистных работ следует использовать существующий алгоритм, изложенный в методике ВНИМИ [4]. При ведении горных работ в зоне разгрузки и



- ◆ Вертикальные напряжения в нетронутом массиве
- Вертикальные напряжения в нетронутом массиве с учетом выработанного пространства разреза
- ▲ Вертикальные напряжения в массиве с учетом влияния выработанного пространства разреза и подземных горных выработок

Рис. 2. Графики распределение вертикальных напряжений

опасной зоне от взрывных работ разреза определение условий поддержания сопряжений горных выработок и типа крепи сопряжения определяются в соответствии формулами, представленными в [4], при этом параметр U_1 – смещения пород (мм) в зоне временного опорного давления очистного забоя рекомендуется определять по результатам математического мо-

делирования с учетом конкретных горно-геологических и горнотехнических условий.

На участках сопряжения горных выработок с очистными забоями, попадающих в зону действия вторичных осадков основной кровли, необходимо предусматривать дополнительное усиление крепи, при этом методы, способы и средства управления геомехани-

Таблица 1

Типы кровли по обрушаемости

I тип кровли	II тип кровли	III тип кровли
Типы кровли согласно инструкции [5]		
Однородная, из слоистых преимущественно глинистых, песчано-глинистых и песчаных сланцев (аргиллитов и алевролитов), $R_c < 60$ МПа	Неоднородная, над непосредственной кровлей из слоистых сланцев мощностью от 0 до 0,3В залегают массивные песчаники и известняки, преимущественно $R_c > 80$ МПа	Однородная и неоднородная, с интенсивной кососекущей трещиноватостью в зонах тектонических пликативных и разрывных нарушений
Уточненные типы кровли в опасной зоне от БВР		
Однородная и неоднородная, с интенсивной кососекущей трещиноватостью в зонах тектонических пликативных и разрывных нарушений	Однородная и неоднородная, с интенсивной кососекущей трещиноватостью в зонах тектонических пликативных и разрывных нарушений	Однородная и неоднородная, с интенсивной кососекущей трещиноватостью в зонах тектонических пликативных и разрывных нарушений

Таблица 2

Класс кровли по устойчивости

I класс Неустойчивая кровля	II класс Кровля средней устойчивости	III класс Устойчивая кровля
Типы кровли согласно инструкции		
Обрушение кровли после обнажения на расстоянии от забоя до 1 м. Преимущественно тонкослоистые и трещиноватые глинистые сланцы, $R_c \leq 30$ МПа	Сохранение устойчивости при обнажении кровли на расстоянии от забоя от 1 до 3 м. Преимущественно слоистые малотрещиноватые глинистые $R_c \leq$ и песчаные сланцы, $30 < 80$ МПа	Сохранение устойчивости при обнажении кровли на расстоянии от забоя свыше 3 м. Преимущественно массивные нетрещиноватые песчаники и известняки, $R_c > 80$ МПа
Уточненные классы кровли в опасной зоне от БВР		
Обрушение кровли после обнажения на расстоянии от забоя до 1 м. Преимущественно тонкослоистые и трещиноватые глинистые сланцы, $R_c \leq 30$ МПа	Сохранение устойчивости при обнажении кровли на расстоянии от забоя от 1 до 3 м. Преимущественно слоистые малотрещиноватые глинистые и песчаные сланцы, $30 < R_c \leq 80$ МПа	

ческим состоянием массива горных пород оцениваются по величине критерия K_r , который рекомендуется определять по формуле:

$$K_m = \left[\frac{R_c \cdot h_0 \cdot m}{\gamma \cdot H \cdot L_0 \cdot (1 + h_m)} \right]^{0,25}, \quad (1)$$

где R_c – прочность пород основной кровли на сжатие, МПа, при ведении

горных работ в опасной зоне от взрывных работ разреза, следует определять с учетом коэффициента остаточной прочности пород после ведения взрывных работ; h_0 – мощность пород основной кровли, м; m – вынимаемая мощность угольного пласта, м; H – глубина ведения горных работ, м; γ – объемный вес породы, т/м³; L_0 – шаг обрушения кровли, определяе-

Таблица 3

Результаты расчета скорости крепления и производительности комбайна

Ширина вынимаемой полосы угля, м	Зона опорного горного давления		Зона разгрузки		Опасная зона от взрывных работ разреза	
	скорость крепления, м/мин	Производительность комбайна, т/мин	скорость крепления, м/мин	Производительность комбайна, т/мин	скорость крепления, м/мин	Производительность комбайна, т/мин
0,8	8	25	8	25	2,1	6,6
0,63	8	19,7	8	19,7	4,3	10,6
0,5	8	15,6	8	15,6	6,4	12,5

мый по результатам математического моделирования МКЭ.

При $K_r < 1,0$ дополнительные мероприятия по усилению крепи не проводят. При $K_r = 1,0-1,5$ параметры средств усиления основной крепи необходимо усиливать на 10-25%, а при $K_r > 1,5$ – на 50 %.

При проведении горных выработок вне зоны влияния открытых горных работ, в зоне разгрузки под открытой горной выработкой и опасной зоне от БВР, параметры анкерной крепи рекомендуется определять в соответствии с инструкцией ВНИМИ [5], при проведении выработок в опасной зоне от БВР следует уточнять

класс и тип устойчивости основной и непосредственной кровли, в соответствии с табл. 1 и 2, по расчетному сопротивлению пород кровли при сжатии (R_c) с учетом коэффициента остаточной прочности пород после ведения взрывных работ.

При ведении очистных работ в опасной зоне от БВР разреза в очистном забое высока вероятность появления отжима угля от забоя, что приводит к уменьшению нагрузки на очистной забой, из-за снижения скорости крепления согласно методике ИГД им. А.А. Скочинского по расчету нагрузки на длинный комплексно-механизированный забой [6].



Рис. 3. Диаграмма нагрузок на очистной забой при ведении горных работ в приконтурной зоне разреза

Результаты расчета скорости крепления и производительности комбайна для условий принятой модели углепородного массива при ведении горных работ вне зоны влияния открытых горных выработок, зоне разгрузки под открытыми горными выработками и опасной зоне от взрывных работ

разреза с учетом применения противоотжимных козырьков и уменьшения ширины вынимаемой полосы угля представлены в табл. 3, результаты расчета суточной нагрузки на очистной забой приведены на рис. 3.

Анализ результатов расчета нагрузки на очистной забой позволяет сделать следующий вывод: применение крепи с противоотжимными козырьками и уменьшение ширины вынимаемой полосы угля позволяет стабилизировать нагрузку на очистной забой в опасной зоне от взрывных работ и снизить вероятность возник-

новения аварийной ситуации в очистном забое.

Разработанные рекомендации по определению параметров выемочного участка при ведении горных работ в приконтурной зоне разреза обеспечивают прогноз безопасных режимов ведения горных работ, а так же разработку предложений по изменению существующих нормативных документов [4, 5], что позволяет расширить область проектирования строительства и эксплуатации угледобывающих предприятий с открыто-подземным способом добычи угля.

Статья подготовлена в рамках Федеральной целевой программы: «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы», госконтракт номер П 195 на 2010-2011 годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки 2673. Пространственная расчетная модель динамического блочного обрушения горных пород с последовательным накоплением повреждений / Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов. СибГИУ. - №ОФАП 2673, № 50200300498; дата регистр. 06.06.03.

2. Павлова Л.Д. Расчет напряженно-деформированного состояния углепородного массива методом конечных элементов в окрестности сопряжений горных выработок / Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов // Компьютерные учебные программы и инновации. – 2002. - №6(10). – С. 29.

3. Павлова Л.Д. Моделирование геомеханических процессов в разрушаемом угле-

породном массиве: Монография / Л.Д. Павлова. – Новокузнецк.: СибГИУ, 2005. – 239 с.

4. Методика расчета и выбора параметров крепи на сопряжениях горных выработок при одинарной и парной подготовке выемочных столбов. – Санкт-Петербург: Изд-во ВНИМИ, 2004. – 84с.

5. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. – Санкт-Петербург: Изд-во ВНИМИ, 2000. – 70с.

6. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Часть 1. Пояснительная записка / ИГД им. А.А. Скочинского. – М.: Изд-во ИГД им. А.А. Скочинского, 1980. – 312 с. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Сенкус Валентин Витаутасович – аспирант кафедры подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет».

