

**Н.В.КРОТОВ**, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, [geosecurlab@mail.ru](mailto:geosecurlab@mail.ru)  
**Ф.П.ИВЧЕНКО**, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, [f.p.ivchenko@mail.ru](mailto:f.p.ivchenko@mail.ru)  
**Д.В.СИДОРОВ**, канд. техн. наук, заведующий лабораторией, [geosecurlab@mail.ru](mailto:geosecurlab@mail.ru)  
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

**N.V.KROTOV**, PhD in eng. sc., leading research assistant, [geosecurlab@mail.ru](mailto:geosecurlab@mail.ru)  
**F.P.IVCHENKO**, PhD in eng. sc., leading research assistant, [f.p.ivchenko@mail.ru](mailto:f.p.ivchenko@mail.ru)  
**D.V.SIDOROV**, PhD in eng. sc., laboratory head, [geosecurlab@mail.ru](mailto:geosecurlab@mail.ru)  
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

## УСТАНОВЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ УГОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЛАСТОВ ПАРНЫМИ ВЫЕМОЧНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Приводятся результаты внедрения на шахтах методики установления размеров угольных целиков при подготовке удароопасных угольных пластов парными выемочными. Установлены безопасные значения опережений при проходке подготовительных выработок с формированием податливых целиков.

**Ключевые слова:** горные удары, угольные целики, податливые целики.

## DETERMINATION OF COAL PILLAR SIZES IN PREPARATION OF SEAMS WITH PAIRED MINE WORKINGS

The results of introduction at coal mines of the methods for determination of coal pillar sizes in preparation of rockburst-hazardous seams with paired workings are discussed in the paper. Safe values of advancing in drifage of development workings with formation of yielding have been established.

**Key words:** rock bursts, coal pillars, yielding pillars.

При внедрении на угольных шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам технологических схем подготовки выемочных столбов парными выработками, были разработаны требования и методические положения по выбору параметров целиков.

Размеры целиков при технологических схемах парной и многоштрековой подготовки пластов должны удовлетворять требованиям по их податливости и неудароопасному состоянию.

Эти требования выполняются по результатам оценки геомеханического состояния массива горных пород и режима работы целика. Основными показателями геомеханической характеристики являются: суммарная величина естественных и техногенных напряжений, параметры перераспределения напряжений при проведении выработки или вы-

работок при парной (многоштрековой) подготовке и по мере отработки выемочного столба. Условие податливости целика обеспечивается его деформированием при остаточной прочности. Окончательная ширина целика  $l_{ц}$  устанавливается из оценки его предельного размера  $l_{пр}$ , т.е. когда в его средней части отсутствует зона упругих деформаций. Угольные целики на удароопасных пластах считаются неопасными, если их ширина составляет менее  $0,5 l_{пр}$  или более  $1,25 l_{пр}$ .

Для неудароопасных угольных пластов оптимальным является размер целика  $1,25-1,5 l_{пр}$ .

При установлении проектного расстояния между парными выработками расчет ширины целика следует производить с учетом ожидаемого размера  $r$  зон отжатого от кромки целика угля, формируемых при проходке и поддержании выработок.

Для установления предельного размера  $l_{пр}$  целика при отработке пластов Воркутского месторождения была разработана номограмма и программный комплекс.

Для практических целей величину отжатой зоны целесообразно принимать для пласта Пятого  $r = 0,7m$ , для пласта Четвертого  $r = 0,6m$  и для пластов Тройного и Мощного  $r = 0,5m$  (где  $m$  – мощность пласта на участке расположения целика). Отсюда ширина в метрах податливого межштрекового целика

$$l_{ц} = 0,5l_{пр} + 2r.$$

При проведении выработок на подработанном пласте Тройном необходимо исключать влияние работ по пласту Четвертому на активизацию сдвижения пород над проводимой выработкой, для чего граница подработки должна находиться от нее на расстоянии не менее 170-200 м.

Парные выработки должны проводиться последовательно (разновременно) или одновременно вне зоны опорного давления отработанных участков и выемочных столбов как на защитных пластах Четвертом и Пятом, так и на подработанных пластах Тройном и Мощном с соблюдением безопасных опережений между горно-проходческими забоями.

Типовые участки проведения спаренных выработок характеризуются следующими условиями:

- 1) проведение выработок в нетронутом массиве;
- 2) проведение выработок в защищенной зоне;
- 3) проведение выработок в области восстановления опасных нагрузок;
- 4) проведение выработок в зоне ПГД.

При разновременной проходке вторая выработка проводится параллельно существующей подготовительной выработке.

Технологическая схема одновременной проходки спаренных выработок регламентирует безопасное опережение проходческого забоя передовой выработки относительно проходческого забоя отстающей выработки.

Опережение  $L_{заб}$  передового проходческого забоя по отношению к забою другой выработки  $L_{заб} = 3(b_1 + b_2 + 0,1l)$  где  $b_1$  и  $b_2$  – соот-

ветственно ширина каждой выработки в проходке;  $l$  – ширина зоны опорного давления. При выбранном размере целика (более  $0,1l$ ) значение  $L_{заб}$  умножается на коэффициент, равный 0,9 при размере целика до  $0,2l$ ; 0,7 при целике до  $0,3$ ; 0,5 при целике до  $0,4l$ ; равен нулю при ширине целика  $0,5l$ . При расстоянии между спаренными выработками, равном и более  $0,5l$ , минимальное опережение между проходческими забоями не ограничивается. Параметр  $l$  устанавливается индивидуально для каждой вышеуказанной схемы с учетом действующих напряжений. Например, на пласте Четвертом при его первоочередной отработке в свите допустимое минимальное опережение проходческих забоев спаренных выработок (условие 1)  $L_{заб} = 3(5 + 5 + 6,5) = 50$  м. Параметр  $l = 65$  м принят по инструкции по горным ударам для глубины разработки 1000 м. Когда пласт Четвертый будет подготавливаться после первоочередной выемки пласта Пятого, в защищенной зоне минимальное опережение проходческих забоев (условие 2)  $L_{заб} = 3(5 + 5 + 3) = 40$  м. Параметр  $l = 30$  м принят для пласта Четвертого с учетом влияния эффективной разгрузки от подработки защитным пластом Пятым.

На участке восстановления опасных нагрузок (условие 3) параметр ширины зоны опорного давления  $l = 45$  м и соответственно минимальное опережение проходческих забоев  $L_{заб} = 44$  м.

В зоне ПГД параметр  $l = 90$  м принят с учетом коэффициента пригрузки  $k = 1,4$  и опережение проходческих забоев спаренных выработок по пласту Четвертому (условие 4) должно быть не менее  $L_{заб} = 60$  м.

При варианте многострековой подготовки выемочных столбов ширина второго и третьего целика (очередность номеров целиков принята со стороны первой влияющей лавы) принята соответственно с коэффициентами 0,8 и 0,7 к принятой ширине первого целика.

По результатам опытно-промышленной проверки методики были выданы рекомендации по выбору размеров 24 целиков для горно-геологических и горно-технологических условий разработки пластов Мощный, Тройной, Четвертый и Пятый шахтами ОАО «Воркутауголь».