УДК 622.831.32

Д.В.СИДОРОВ, *канд. техн. наук, доцент, sidorov-post@yandex.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

D.V.SIDOROV, *PhD in eng. sc., associate professor, sidorov-post@yandex.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ НЕУДАРООПАСНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ МНОГОШТРЕКОВОЙ ПОДГОТОВКЕ ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ

Разработана методика расчета системы неудароопасных податливых межштрековых целиков при применении многоштрековой схемы подготовки выемочных столбов на удароопасных угольных пластах. Даны рекомендации по выбору параметров межштрековых целиков для обеспечения безопасных условий подготовки защитных пластов Четвертый и Пятый на шахтах ОАО «Воркутауголь».

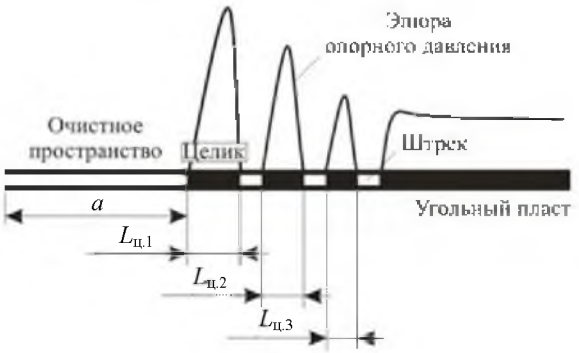
***Ключевые слова*:** целики, напряженное состояние, удароопасность, параметры.

METHODICAL MAINTENANCE OF CALCULATION PARAMETERS OF PILLARS WHEN DEVELOPING COAL-BED DANGEROUS ON ROCKBURST

The design procedure parameters of system of pillars of when developing coal-bed dangerous on rockburst. Recommendations about a choice of parameters of pillars are provided for example the preparation of protective seams Fifth and Fourth on JSC «Vorkutaugol» mines.

***Key words*:** pillars, stress state, rockburst, parameters.

Для эффективной и безопасной отработки удароопасных угольных пластов в свите необходимо обеспечить опережающую выемку защитных пластов. В условиях разработки Воркутского угольного месторождения в качестве защитного рассматривается пласт Пятый для защиты пласта Мощный и пластов Тройной и Четвертый, а также пласт Четвертый для защиты пласта Тройного. При этом должны выполняться требования по расположению горных выработок на опасных пластах Мощный, Тройной и Четвертый в границах защищенных зон и требования по оптимальным опережениям линии очистных забоев на защитном и защищаемом пластах. С учетом этих требований длина лав на пластах Пятый и Четвертый должна быть не менее 200 м, а скорость подвигания линии очистных забоев должна обеспечивать своевременный ввод очистных забоев на опасных пластах и их расположение вне границ участков восстановления опасных нагрузок. Если учесть, что пласты Пятый и Четвертый являются угрожаемыми по горным ударам и характеризуются высокой газоносностью, то для выполнения перечисленных требований и обеспечения эффективной и безопасной работы лав по фактору вентиляции целесообразным является переход на многоштрековые схемы подготовки выемочных столбов. Для успешного применения этих прогрессивных схем на удароопасных пластах необходимо решить вопрос по установлению оптимальных размеров неудароопасных целиков (двух и более).



Распределение нагрузки между податливыми целиками

При многоштрековой подготовке действующая нагрузка на ряды межштрековых целиков за счет влияния очистного пространства распределяется между ними неравномерно (см. рисунок).

Наиболее нагруженным является первый ряд податливых межштрековых целиков, прилегающих к очистному пространству. Следующий ряд целиков испытывает меньшую пригрузку, и еще меньшую пригрузку будет испытывать последний ряд целиков, прилегающий к краевой части угольного пласта (несущей опоре). Для определения размеров межштрековых целиков предложена инженерная методика, учитывающая механизм перераспределения опорных нагрузок в зависимости от совокупного влияния глубины разработки, размеров прилегающих выработанных пространств, мощности подготавливаемых защитных пластов Пятый и Четвертый и их прочности.

Размеры угольных целиков $L_ц$ между подготовительными выработками защитных пластов Пятого и Четвертого при многоштрековой подготовке определяются исходя из условия обеспечения их неудароопасного состояния. Размер каждого из податливых неудароопасных угольных целиков между подготовительными выработками при многоштрековой подготовке, формируемых на пластах, склонных к горным ударам, является неопасным, если его ширина устанавливается из условия

$$L_ц \le 0{,}5L_{пр.ц} + m, \qquad (1)$$

где $L_{пр.ц}$ – размер предельно-напряженного целика, т.е. целика в средней части которого зона упругих деформаций отсутствует и два максимума опорного давления сливаются в один, м; m – средняя вынимаемая мощность защитного пласта Пятого (Четвертого), м.

Ширина предельно-напряженных угольных целиков 1, 2 и 3 соответственно

$$L_{пр.ц\ 1} = 0{,}7\left(\frac{a_{пр}}{\frac{2}{D_1^{\ 3}}} + \frac{b_{штр}}{\frac{2}{D_2^{\ 3}}}\right);$$

$$L_{пр.ц\ 2} = 0{,}7\left(\frac{b_{штр}}{\frac{2}{D_3^{\ 3}}} + \frac{b_{штр}}{\frac{2}{D_4^{\ 3}}}\right);$$

$$L_{пр.ц\ 3} = 0{,}7\left(\frac{b_{штр}}{\frac{2}{D_5^{\ 3}}} + \frac{b_{штр}}{\frac{2}{D_6^{\ 3}}}\right).$$

Градиенты нарастания опорного давления D_1-D_6 в целиках от влияния выработок следующие (принято $\frac{b_{штр}}{m}\frac{1{,}4\sigma_{сж}}{\gamma H} = N$):

$$D_1 = \frac{a_{пр}}{m}\frac{1{,}4\sigma_{сж}}{\gamma H}; \quad D_2 = N;$$

$$D_3 = \frac{\sqrt{\left(1 + \frac{2(L_{ц.1} + 0{,}5b_{штр})}{a_{пр}}\right)^2 - 1}}{1 + \frac{2(L_{ц.1} + 0{,}5b_{штр})}{a_{пр}}} N;$$

$$D_4 = \frac{\sqrt{\left(1 + \frac{2(2L_{ц.1} + 1{,}5b_{штр})}{a_{пр}}\right)^2 - 1}}{1 + \frac{2(2L_{ц.1} + 1{,}5b_{штр})}{a_{пр}}} N;$$

$$D_5 = \frac{\sqrt{\left(1 + \frac{2(L_{ц.1} + L_{ц.2} + 1{,}5b_{штр})}{a_{пр}}\right)^2 - 1}}{1 + \frac{2(L_{ц.1} + L_{п.2} + 1{,}5b_{штр})}{a_{пр}}} N;$$

$$D_6 = \frac{\sqrt{\left(1+\dfrac{2(L_{ц.1}+2L_{ц.2}+2{,}5b_{штр})}{a_{пр}}\right)^2 - 1}}{1+\dfrac{2(L_{ц.1}+2L_{ц.2}+2{,}5b_{штр})}{a_{пр}}} N.$$

Здесь $a_{пр} = a\left(1-\dfrac{a}{2H}\right)$ – приведенный размер очистного пространства, м; a – суммарный размер отработанных лав по защитному пласту Пятому (Четвертому), прилегающих к угольному целику 1, м; H – глубина расположения угольного целика, м; m – средняя вынимаемая мощность защитного пласта Пятого (Четвертого), м; $\sigma_{сж}$ – предел прочности образцов угля на одноосное сжатие, МПа; γH – вес столба до земной поверхности, МПа; γ – средний объемный вес толщи вышележащих пород, кН/м^3; $b_{штр}$ – ширина подготовительной выработки (штрека), м; $L_{ц.1}$, $L_{ц.2}$ и $L_{ц.3}$ – искомая ширина податливых целиков, м.

В качестве примера приведена оценка системы неудароопасных целиков при многоштрековой подготовке выемочных столбов на пластах Пятый и Четвертый. В расчетах принимались следующие исходные данные: a = 600,0 м, H = 1000,0 м, m = 0,9 м (пласт Пятый), m = 1,4 м (пласт Четвертый), $\sigma_{сж}$ = 14,0 мПа (пласт Пятый), $\sigma_{сж}$ = 11,0 мПа (пласт Четвертый), γH = 25,4 МПа, γ = = 2,54 кН/м^3, $b_{штр}$ = 5,0 м. Результаты расчетов размеров целиков для условий подготовки пластов приведены в таблице.

Приведенный размер

$$a_{пр} = 600\left(1-\frac{600}{2\cdot 1000}\right) = 420\text{ м}.$$

Результаты оценки размеров податливых угольных целиков для условий пластов Пятого (в числителе) и Четвертого (в знаменателе)

Параметр	Номер целика		
	1	2	3
D_1	306,1/181,9	–	–
D_2	4,3/2,2	–	–
D_3	–	1,1/0,6	–
D_4	–	1,6/0,9	–
D_5	–	–	1,6/0,9
D_5	–	–	1,9/1,1
$L_{пр.ц}$, м	7,1/11,2	5,8/8,7	4,8/7,0
$L_{ц}$,м	4,5/7,0	3,8/5,8	3,3/4,9

Анализ результатов расчетов показывает, что ширина целика 1, примыкающего к очистному пространству, примерно на 20 % превышает ширину целика 2 и на 35 % ширину целика 3. По мере отхода от краевой части вглубь пласта влияние очистного пространства снижается, что приводит к более равномерному перераспределению нагрузок между целиками и в среднем составляет 10-15 %.

Предложенная выше методика может быть использована при расчете системы неудароопасных податливых межштрековых целиков при применении многоштрековой схемы подготовки выемочных столбов на других удароопасных угольных месторождениях.