

Кизияров О. Л.
к.т.н., доцент,
Касьян С. И.
к.т.н., доцент

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР,
Онищенко Ю. Н.

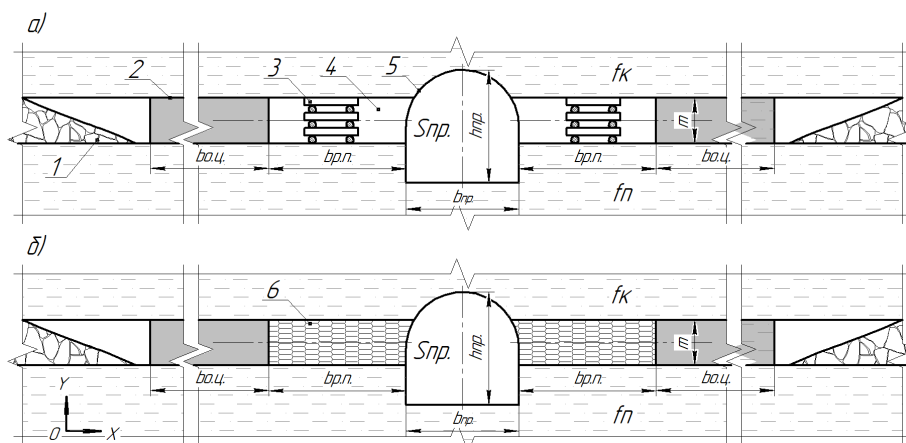
инженер
Гремячинский ГОК «ЕвроХим-проект», РФ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗГРУЗОЧНЫХ ПОЛОС ПРИ ОХРАНЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫМИ ЦЕЛИКАМИ

Основным способом охраны магистральных подготавливающих выработок на шахтах Донбасса является охрана угольными целиками больших размеров. Данный способ характеризуется простотой осуществления. Ширина угольных целиков зависит от горно-геологических условий и может превышать 100–150 м, что приводит к существенным потерям полезного ископаемого. Одним из способов снижения потерь угля является применение разгрузочных полос. Сущность данного способа заключается в извлечении угля в боках выработки (создание разгрузочной полосы) с последующим возведением деревянных костров (рис. 1, а) либо бутовой полосы (рис. 1, б). При этом зона опорного давления отдалается от охраняемой выработки, тем самым повышая ее устойчивость.

На рисунке 1 представлено: $b_{о.ц.}$ — ширина охранного целика, м; $b_{р.п.}$ — ширина разгрузочной полосы, м; m — мощность пласта, м; $S_{пр.}$ — площадь поперечного сечения магистральной выработки, м²; $h_{пр.}$, $b_{пр.}$ — соответственно высота и ширина выработки, м.

Согласно [1, 2], ширину разгрузочной полосы рекомендуется принимать равной 2 мощностям непосредственной почвы. При этом расчетные смещения кровли принимаются в 1,3 раза больше, а смещения почвы — в 3 раза меньше, чем при способе охраны целиками больших размеров. В действующих в настоящее время на шахтах ЛНР нормативных документах [3, 4] ширину разгрузочной полосы рекомендуют принимать более 20 м, при этом ширина полосы не учитывается при расчете смещений боковых пород. Ширина разгрузочной полосы также влияет на стоимость осуществления способа охраны. Таким образом, рекомендуемая ширина разгрузочной полосы существенно разнится и не влияет на прогнозные смещения пород, что требует более детального исследования.



1 — выработанное пространство; 2 — охранный целик; 3 — деревянный костер; 4 — разгрузочная полоса; 5 — магистральная выработка; 6 — бутовая полоса

Рисунок 1 — Схемы охраны магистральных выработок угольными целиками с применением в разгрузочных полосах: а — деревянных костров; б — бутовых полос

Цель работы — оценка влияния ширины разгрузочной полосы на состояние магистральной выработки при различных сочетаниях горно-геологических и технологических факторов.

Для проведения исследований в работе использовано численное моделирование. Для этого разработана объемная модель с применением метода конечных элементов в программном комплексе Ansys Workbench [5]. Размеры модели определены в соответствии с [6] и составили: по горизонтали — 200 + 200 м (в обе стороны от центра выработки); по вертикали — $H + 250$ м, где H — глубина залегания выработки.

Мощность пласта принята равной 1 м. Диапазоны варьирования исследуемых факторов представлены в таблице 1.

Для исследований составлен план дробного факторного эксперимента с варьированием каждого фактора на трех уровнях. Анализ показал, что с увеличением ширины разгрузочной полосы вертикальная величина вертикальных напряжений в кровле и почве выработок снижается. Кроме того, поперечный профиль поднятия почвы в выработке при применении разгрузочных полос более равномерный, чем в случае их отсутствия.

По результатам расчетов построен график зависимости вертикальных смещений от ширины разгрузочной полосы (рис. 2), при прочих средних условиях: $H = 800$ м; $f_k = f_n = 7$ ед.; $S_{пр} = 16$ м².

Как видно из графика, с увеличением ширины разгрузочной полосы смещения кровли возрастают, а смещения почвы, а также суммарные смещения уменьшаются.

Смещения кровли и почвы в выработке при возведении деревянных костров несколько меньше, чем при применении бутовых полос, что вызвано более высокими жесткостными характеристиками материала, однако первый вариант требует дополнительных затрат на лесоматериалы. После обработки полученных результатов получены зависимости для прогноза смещений кровли и почвы в выработке в зависимости от ширины разгрузочной полосы:

$$U_k = \frac{0,00062 \cdot H^2 \cdot S_{пр}}{f_n^2} \cdot \left(1,32 - \frac{1}{3,1 + b_{пр}} \right), \text{ мм}, \quad (1)$$

$$U_n = \frac{0,00045 \cdot H^2 \cdot S_{пр}}{f_k^2} \cdot \left(0,47 + \frac{1}{1,9 + b_{пр}} \right), \text{ мм}. \quad (2)$$

Окончательный выбор наиболее оптимальной ширины разгрузочной полосы требует технико-экономического сравнения суммарных затрат, включающих в себя затраты на поддержание выработки, амортизацию оборудования (в случае, если возведение бутовых полос осуществляется механизированным способом), стоимость материалов и затраты на возведение охранных сооружений в пределах разгрузочной полосы, а также учет экономического эффекта от снижения потерь угля в охранных целиках.

Таблица 1 — Диапазоны варьирования исследуемых факторов

Фактор	Единицы измерения	Значение фактора		
		минимальное $X_{\min}, (-1)$	среднее $X_{\text{mean}}, (0)$	максимальное $X_{\max}, (+1)$
горно-геологические				
Глубина залегания выработки H	м	300	800	1300
Коэффициент крепости пород кровли f_k	ед.	4	7	10
Коэффициент крепости пород почвы f_n	ед.	4	7	10
технологические				
Ширина разгрузочной полосы $b_{р.п}$	м	0	10	20
Площадь поперечного сечения магистральной выработки в проходке $S_{пр}$	м ²	12	16	20

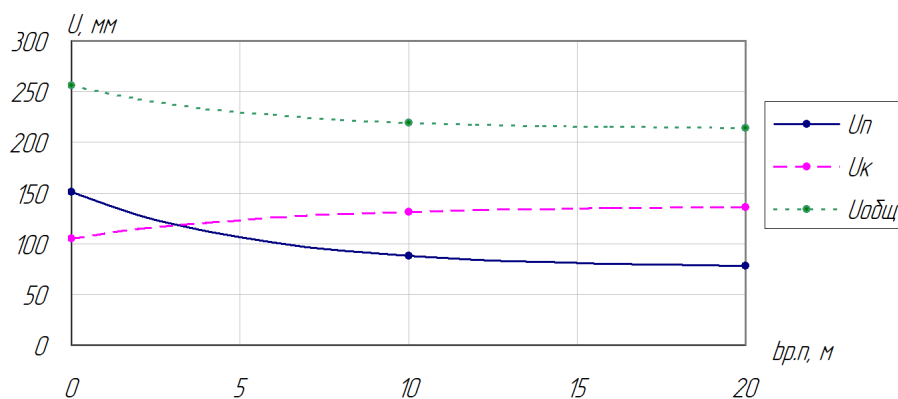


Рисунок 2 — График зависимости смещений кровли и почвы выработки от ширины разгрузочной полосы при прочих средних условиях

Выводы. Применение разгрузочных полос при охране магистральных выработок угольными целиками приводит к снижению вертикальных напряжений вокруг выработки, росту смещений кровли и снижению поднятия почвы. Получены эмпирические зависимости для прогноза смещений кровли и почвы магистральных выработок в зависимости от ширины разгрузочной полосы.

Список литературы

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. — 4-е изд., доп. — Л. : ВНИМИ, 1986. — 222 с.
2. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах / Сибирская угольная энергетическая компания (СУЭК). — М. : Горное дело, 2011. — 215 с.
3. СОУ 10.1.00185790.011–2007. Подготовительные выработки на пологих пластах. Выбор крепи, способов и средств охраны. — К.: Минтопэнерго, 2007. — 113 с.
4. СОУ-П 10.1.00185790.0014–2009. Технологические схемы отработки газоносных пластов с высокими нагрузками на очистной забой. — К. : Минтопэнерго, 2010. — 176 с.
5. Морозов, Е. М. Ansys в руках инженера. Механика разрушения // Е. М. Морозов, А. Ю. Муйземнек, А. С. Шадский — М. : ЛЕНАНД, 2010. — 456 с.
6. Комисаров, С. Н. Управление массивом горных пород вокруг очистных выработок / С. Н. Комисаров. — М. : Недра, 1983. — 237 с.