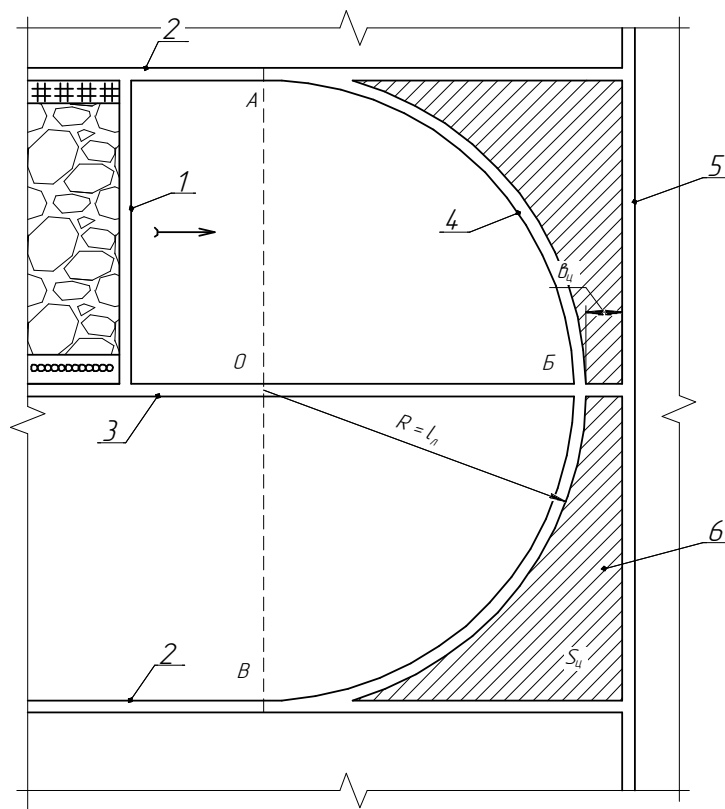


### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УГОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ ДЛЯ ОХРАНЫ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗВОРОТЕ ЛАВЫ НА 180°

При подземной угледобыче комплексно-механизированными очистными забоями неотъемлемой частью является переход лавы на новый выемочный столб с применением перемонтажных работ. Каждый перемонтаж длится 20...30 суток и более, при этом трудоемкость составляет 300...500 чел.-смен, а стоимость достигает 6...10 % стоимости мехкомплекса.

В настоящее время монтажно-демонтажные работы производят специальные организации с использованием оптимальных технологических схем и серийного оборудования для механизации данных работ. В целях уменьшения непроизводительных работ по монтажу-демонтажу очистных комплексов применяется технологическая схема с разворотом лавы на 180° при переводе ее из отработанного выемочного столба на новый, что позволяет практически исключить демонтажные и монтажные работы [1]. При данной технологии формируется угольный целик сложной формы — параллелепипеда с вырезанным цилиндрическим сегментом. В нормативном документе [2] приводится методика расчета ширины целика прямоугольной формы (в виде параллелепипеда), однако она не пригодна для расчета угольных целиков сложной формы. В свою очередь, от параметров последних зависит величина общешахтных потерь, т. е. вопрос определения оптимальных размеров угольных целиков для охраны капитальных выработок при развороте лавы является актуальным.

Расчетная схема представлена на рисунке 1.



1 — лава; 2, 3 — вентиляционная и транспортная выработка, соответственно; 4 — обводная печь; 5 — капитальная выработка (уклон); 6 — охранный угольный целик

Рисунок 1 — Расчетная схема к определению параметров охранный целика

На рисунке представлено:

$b_{ц}$  — минимальная ширина угольного целика, м;

$R$  — радиус разворота, численно равен длине лавы  $l_{л}$ , м;

$A-B-B$  — путь перемещения сопряжения лавы с вентиляционной выработкой.

Для решения данной задачи нами предложено численное моделирование с применением метода конечных элементов МКЭ [3, 4]. Горизонтальные размеры модели  $400 \times 600$  м, расстояние от пласта до основания модели — 200 м. Мощность пласта принята равной  $m = 1,0$  м. Диапазоны варьирования исследуемых факторов представлены в таблице 1.

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 разработки $H$	м	300	800	1300
Мощность непосредственной кровли $h_{н.к.}$	м	0	3	6
Предел прочности непосредственной кровли на сжатие $\sigma_{сж.н.к.}$	МПа	30	45	60
Мощность основной кровли $h_{о.к.}$	м	5	10	15
Предел прочности основной кровли на сжатие $\sigma_{сж.о.к.}$	МПа	40	70	100
Коэффициент крепости угля $f_y$	ед.	1,5	2,0	2,5
горнотехнические				
Длина лавы $l_{л}$	м	100	200	300

Для исследований составлен план дробного факторного эксперимента типа  $2^{7-3}$ . Расчет производился в физически нелинейной постановке. Для каждого сочетания факторов подбиралось такое минимальное значение  $b_{ц,\min}$ , при котором сохранялось устойчивое состояние целика (не разрушался).

После обработки результатов получена следующая зависимость

$$b_{ц} \geq 0,0185 \cdot H - 0,717 \cdot h_{н.к.} - 0,158 \cdot \sigma_{сж.н.к.} - 0,336 \cdot h_{о.к.} + 0,0936 \cdot \sigma_{сж.о.к.} + 10,9 \cdot f_y + 0,0428 \cdot l_{л}, \text{ м.} \quad (1)$$

В формуле (1) наиболее влияющими параметрами являются  $H$ ,  $l_{л}$ , а также прочностные свойства угленосного массива, и в тоже время такие параметры как  $h_{н.к.}$  и  $h_{о.к.}$  оказались малозначимыми. После их исключения, а также принимая 20 % запас по ширине целика, получена следующая формула

$$b_{ц} = 0,0217 \cdot H - 0,225 \cdot \sigma_{сж.н.к.} + 0,0987 \cdot \sigma_{сж.о.к.} + 11,7 \cdot f_y + 0,0478 \cdot l_{л}, \text{ м.} \quad (2)$$

Выводы: наиболее влияющие факторы при определении требуемой ширины охранного целика являются глубина разработки, длина лавы и прочностные свойства пород вокруг выработки. Получена эмпирическая зависимость для определения ширины целика для технологии разворота механизированного комплекса на  $180^\circ$ .

### Список литературы

1. Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах : утв. Минуглепром СССР 19.08.91. — М., 1991 — 206 с.
2. СОУ 10.1.00185790.011: 2007. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. — К. : Мінуглепром України, 2007. — 116 с.
3. Морозов, Е. М. Ansys в руках инженера. Механика разрушения / Е. М. Морозов, А. Ю. Муйземнек, А. С. Шадский — М. : ЛЕНАНД, 2010. — 456 с.
4. Чигарев, А. В. Ansys для инженеров : справ. пособ. / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. — М. : Машиностроение-1, 2004. — 512 с.