

## ПРОГНОЗ ШАГА ОБРУШЕНИЯ ОСНОВНОЙ КРОВЛИ 2-Й СЕВЕРНОЙ ЛАВЫ, ПЛАСТА $m_4^2$ ОП ШАХТЫ «ПИОНЕР»

*Рассчитан шаг первичной посадки основной кровли по трем методикам*

На шахте Пионер ГХК «Доброполье уголь» ведется отработка угольных пластов, одним из которых является пласт  $m_4^2$  залегающий на горизонте 449м и имеет сложное строение. При отработке пласта  $m_4^2$  управление горным давлением в лавах осуществляется полным обрушением.

На отрабатываемом горизонте установившейся первичный шаг обрушения основной кровли составляет 30-40м. В данной работе мы устанавливали первичный шаг обрушения по 3 методикам.

Методика №1

### 1. ОЦЕНКА СТРОЕНИЯ ПОРОДНОГО МАССИВА КРОВЛИ ПЛАСТА

Строение породного массива кровли разрабатываемого пласта определяет характер проявления горного давления в очистных забоях, интенсивность смещения и обрушения кровли в призабойном пространстве лав. Наличие в непосредственной близости от пласта одного или нескольких мощных и прочных породных прослоев ведет к увеличению скорости и величины смещения боковых пород, давления на призабойную креп и кромку пласта. Их максимальный прогиб и обрушение часто приводит к завалам лав, поломкам забойного оборудования. Наиболее интенсивно это проявляется в период первичной посадки кровли.

Установленные механизмы взаимодействия слоёв кровли над выработанным пространством, формирования опорного давления и разрушающих напряжений(1-6), позволяет рассчитать шаг первичной посадки кровли на стадии проектирования очистных работ в выемочном поле лавы. Основными физико-механическими параметрами, определяющими часть массива, приходящего в движение над выработанным пространством являются прочностные характеристики пород, углы наклона линий обрушения и изгиба породных слоев над призабойном пространством. Схема сдвижения пород, построена с использованием указанных линий изгиба и обрушения, ограничивает число слоев, участвующих в процессе сдвижения и формирование опорного давления до первичной посадки кровли. Прочностные характеристики пород позволяет оценить несущую способность каждого породного слоя, прогибающегося над выработанным пространством, и могут быть взяты из справочника(7).

Количество и мощность слоев, участвующих в сдвижении над выработанным пространством лавы определяются из геологического разреза, построенном по геологоразведочным скважинам.

#### 1.1 Построение геологического разреза вмещающих пород

Для построения геологического разреза на плане горных выработок, в предлагаемом выемочном поле проектируемой лавы, фиксируются ближайшие геологоразведочные скважины, и по ним строится геологический разрез вдоль выемочного поля. На Рис.1 приведена схема расположения произвольных скважин на выемочном поле лавы.

При определении шага первичной посадки кровли достаточно детально рассмотреть строение породного массива части выемочного поля лавы длиной, равной

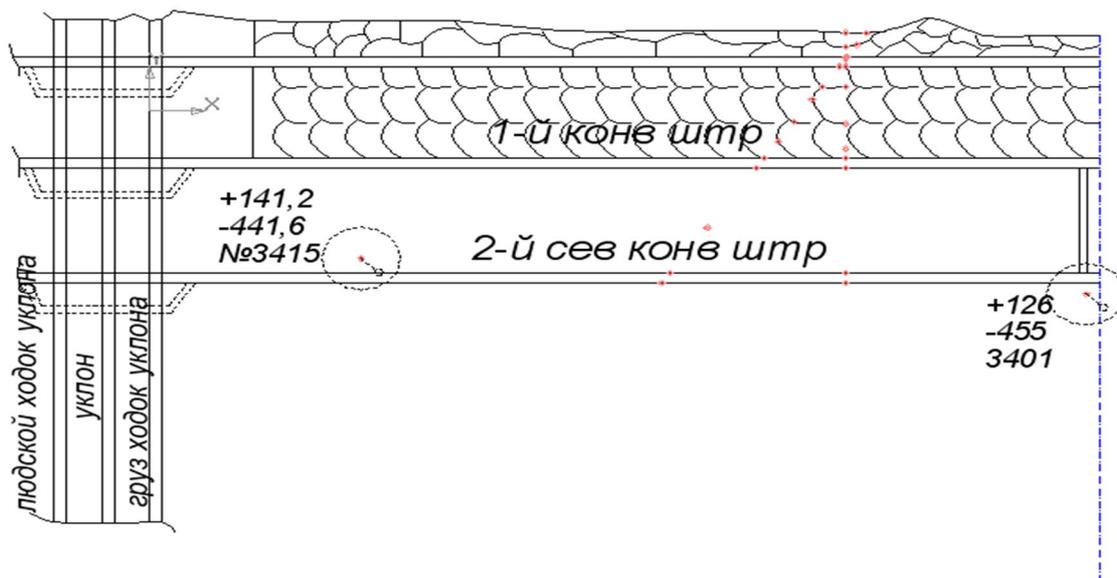


Рис. 1 - Схема расположения геологоразведочных скважин

длине очистного забоя начиная от разрезной печи (так называемый квадрат). Согласно рисунку 1 геологический разрез (Рис. 2) строиться по линии, условно проведенной между скважинами.

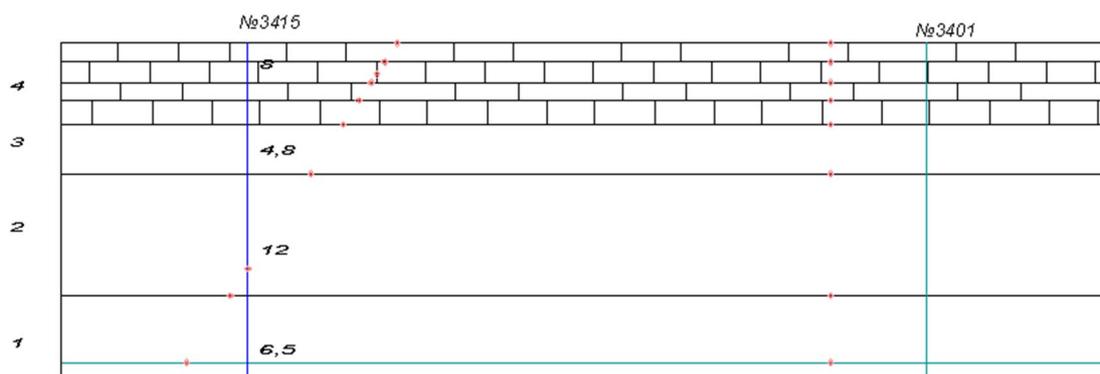


Рис. 2 - Геологический разрез по скважинам

Характеристика каждого слоя кровли, определяется по данным геологоразведки или справочных физических свойств горных пород(б), приведена в таблице 1.

## 1.2 Определение несущего слоя кровли

В выемочном поле лавы каждый породный слой можно считать однородным, сплошным, и рассматривать как толстую или тонкую плиту ABCD (рис.3) , жестко защемленную по: а) четырем сторонам; б) трем сторонам; в) двум сторонам.

Таблица 1.

Характеристики породных слоев

№ слоя	Порода	Мощность слоя	Глубина залегания	Прочностные характеристики			
				сж, МПа	р, МПа		
4	Известняк	8	417,7	90	10	0,4	2,59
3	Аргиллит темно-серый	4,8	425,7	29	3	0,3	2,51
2	Алеврит серый	12	430,5	41	4	0,45	2,52
1	Песчаник, аргиллит темно серый	6,5	442,5	70	8	0,3	2,29
	Уголь	1,1	449	30	2		1,4

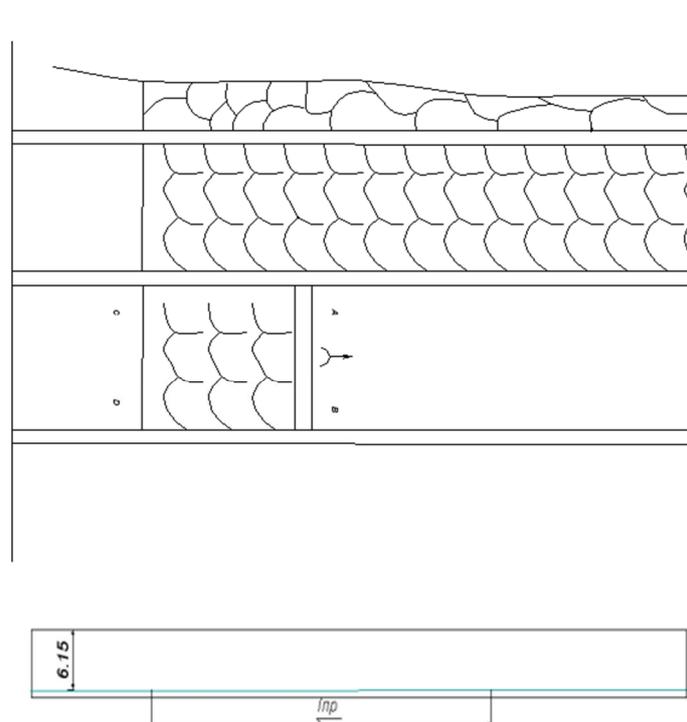


Рисунок 3 Схема жесткого защемления кровли по трем сторонам  
максимальный прогиб плиты будет в первом случае (т.е. в центре лавы) во втором со стороны выработанного пространства до центра, в третьем по всей длине лавы.

Породные слои имеют разную несущую способность и ведут себя как несущие, способные нести на себе вес ранее обрушившихся, выше лежащих слоев, и как слои пригрузки. Определив предельные пролеты породных слоев, мощность которых более 10 метров и сравнив их между собой, разделяем породный массив на группы слоев. В каждой группе находится несущий слой и выше могут залегать более слабые (меньшая жесткость слоя), являющиеся пригрузкой. Предельный пролет определяется из выражения (1), считая, что каждый слой прогибается отдельно от вышележащих слоев.(8);

где  $h$ -мощность пласта, м;

, - предел прочности породы соответственно на сжатие и растяжение, МПа;

□- Коэффициент бокового распора;

- Удельный вес породы,  $\text{НМ/м}^3$ ;  
Н- глубина залягания слоя, м;

В момент обрушения пролет верхней кромки слоя отличается от нижней кромки на величину, зависящую от угла обрушения слоя  
Величина его определяется из выражения 2

$$\text{-----} \quad (2)$$

Где - предельный пролет верхней кромки рассчитываемой группы слоев, м;

- предельный пролет нижней кромки рассчитываемого слоя, м;

мощность слоев пригрузки, м;

I- Номер слоя, изменяющийся от 1 до n;

$\Psi$ - угол наклона линии обрушения слоя АБ (Рис. 4).

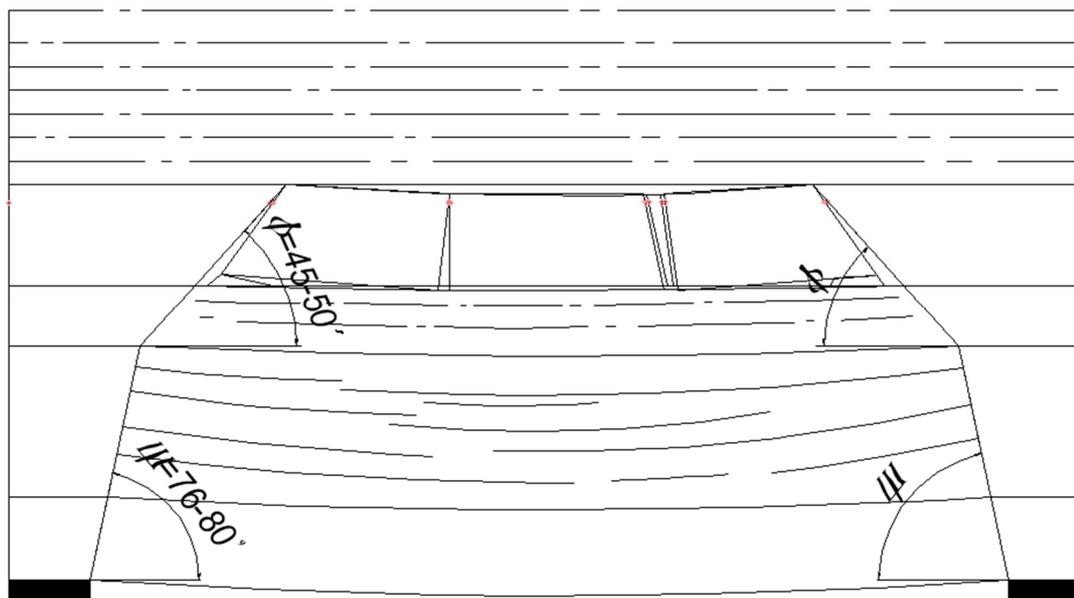


Рис. 4 - Схема образования слоев пригрузки

Учитывая четкий межслоевой контакт и считая, что слои при изгибе легко отделяются друг от друга, сравниваем величины предельного пролета верхней кромки ( ) нижнего слоя с предельным пролетом нижней кромки ( ) вышележащего слоя. При соблюдении условия:

Т.е. предельный пролет верхней кромки нижележащего слоя больше предельного пролета нижней кромки вышележащего слоя, делаем заключение, что верхний слой, обрушаясь, служит пригрузкой нижележащему слою. В случае, если

Т.е. предельный пролет верхней кромки нижележащего слоя меньше предельного пролета нижней кромки вышележащего слоя, верхний слой обрушится после обрушения нижележащего и является самостоятельным несущим слоем.

Первая группа слоев, в основании которой залегает несущий слой, представленный мощным породным слоем, является основной кровлей.

## 2.ОПРЕДЕЛИНИЕ ШАГА ПЕРВИЧНОЙ ПОСАДКИ ОСНОВНОЙ КРОВЛИ

Строение породных массивов и параметры разработки угольных пластов предопределяет образование толстых и тонких плит(9) в кровле пласта по мере отхода лавы от разрезной печи. Различие между ними состоит в отношении  $h/L_x$  (Рис. 5)(3), где h-

мощность рассчитываемого слоя, м;  $L_x$ -мениший пролет (величина отхода лавы от разрезной печи), м.

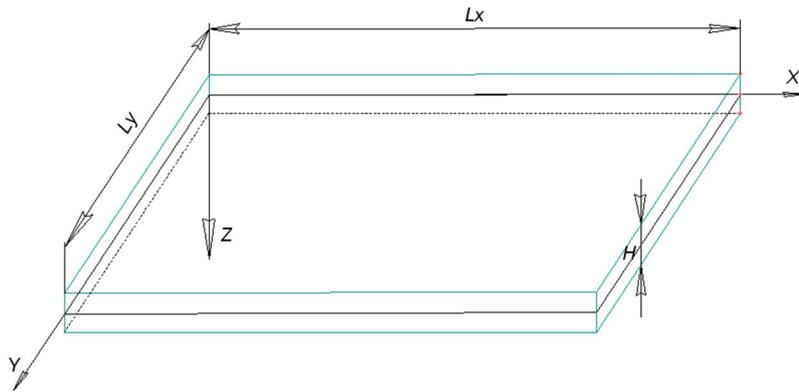


Рис. 5 - Параметры плиты

При отношении величины отхода лавы от разрезной печи к мощности слоя кровли  $L_x / h \leq 5$ , определяем шаг посадки кровли как предельный пролет толстой плиты. При отношении  $L_x / h > 6 \dots 80(4)$ , шаг посадки кровли определяется как предельный пролет тонкой плиты.

Шаг посадки аргилитов и алевролитов не выше средней крепости, меньше шага посадки мощных и прочных песчаников. Поэтому слои ведут себя как толстые плиты. Большинство слоев песчаников находится на границе толстых и тонких плит и для расчета их предельного пролета (6), равного шагу первичной посадки основной кровли используется следующее выражение. Шаг первичной посадки основной кровли под действием разрушающих касательных напряжений:

$$\frac{L_x}{h} = \frac{K_x \cdot K_y \cdot \gamma \cdot L_p}{\sigma_{\text{сж}}}$$

Где  $K_x$  и  $K_y$  - корректирующие коэффициенты соответственно для напряжений по осям x и y:

$$K_x = \frac{1}{1 + \frac{L_x}{h}}$$

$$K_y = \frac{1}{1 + \frac{L_y}{h}}$$

- распределительная нагрузка, действующая на слой кровли,  $\text{H/m}^2$

- предельно допустимое сжимающее напряжение в слое, МПа;

- объемный вес породы в слое,  $\text{H/m}^3$ ;

$h$ - глубина ведения отчисных работ, м;

$L_p$ - длина лавы, м;

- коэффициент Пуассона.

Шаг первичной посадки кровли от действия растягивающих напряжений:

$$L_x = \frac{\sigma_{\text{раст}}}{\mu \cdot \gamma}$$

- коэффициент трения пород в межслоевом контакте, для аргилитов  $= 0,2-0,3$ ; для алевролитов  $= 0,3-0,4$ , для песчаников  $= 0,4-0,5$ ;

$\sigma_p$ - предельно допустимые растягивающие напряжения в слое, МПа.

Из полученных значений  $L_{пр}^{сж}$  и  $L_{пр}^p$ -минимальная величина определяет величину шага первичной посадки основной кровли.

Ошибка вычислений не превышает 20%.

Предварительное определение шага первичной посадки кровли позволит принять технологическое решения, предупреждающие обрушения кровли в призабойном пространстве, приводящим к завалу лав.

Провели расчеты по этой методике, и получили такие результаты:

$$L_1=129м; l_2=108м; l_3=74м; l_4=180м.$$

Слой 2 и 3 прогибаются вместе с 1 слоеми являются пригрузкой, поэтому считаем, что в первую группу слоев входят:

- несущий слой №1;

- №2, №3 в качестве пригрузки.

Выше залегает слой №4.

$$L_i^B=119м;$$

Сравниваем пролет верхней кромки первой группы слоев с пролетом нижней кромки слоя №4

$$119 < 180$$

Делаем вывод, что при обрушении первой группы слоев, слой №4 не обрушается. Основоной кровлей является первая группа слоев.

$$L_{пр}^{сж}=27,8м;$$

$$L_{пр}^p=32,2м;$$

Ожидаемый шаг посадки основной кровли составит 27,8м.

Методика №2

Определение первичного шага обрушения основной кровли

Акт про первичную посадку основной кровли составляется комиссией в составе главного технолога, главного маркшейдера, главного геолога, начальника участка и прилагается к паспорту выемочного участка. Шаг обрушения прогнозируется на основе расчетов.

Первичный шаг обрушения пород основной кровли:

$$L_{перв}^o = 36(1 + \sin \alpha) \frac{f_{кр}^o \sqrt{V_{сут}}}{\sqrt{L_{л}}} + 10,5 \sqrt{V_{сут}} (1 + \sin \alpha) e^{-0,7 \frac{h_p}{f_{кр}^o}} = 43м$$

$f_{кр}^o$ -Коефициэнт крепости пород основной кровли;

$\alpha$ -Угол падения пласта, град;

$V_{сут}$ -суточная скорость подвигания забоя, м/сут;

$L_{л}$ - длина лавы, м;

$h_p$ - размер зоны активного разслаивания пород кровли, м;

Ожидаемый шаг посадки основной кровли составит 43м.

Методика №3

Решение задачи управление труднообрушающейся кровли в лаве сводится к установлению закономерностей геомеханических процессов, протекающих в окружающем породном массиве в следствии непрерывного подвигания забоя. Рассматриваемая задача, вообще говоря, является пространственной и решать ее целесообразно каким-либо численным методом. Однако для разработки основной модели имеет смысл на первом этапе рассмотреть более простую механическую модель с тем, что бы в следствии закономерности, установленные на ее основе, перенести на более сложный вариант для исследований напряженно-деформированного состояния породного массива в окрестности перемещающегося забоя лавы. Рассматривая эту модель мы сделали несколько промежуточных расчетов и получили формулу для первичной посадки основной кровли. Зависимость имеет линейный характер и описывается следующей формулой:

$$a=30+0,95h_{п}$$

где:  $h_{\text{П}}$ -средневзвешанный коэффициент крепости пород.

$$a = 30 + 0,95 * 7 = 36,6\text{м}$$

По первой методике мы получили 27,8м, по второй методике-43м, по третьей-36,6м. Можно сделать вывод, что первая и третья методика наиболее приближена к шагу обрушения основной кровли, который взят по результатам натурных наблюдений и составляет 30-40м.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Антипов И.В., Лобков Н. И. Исследования изменения опорного давления впереди отчисного забоя пологих пластов. В сборнике физико-технические проблемы горного производства/ Выпуск №6. Под общей редакцией А.Д. Алексева-Донецк:ООО «Апекс»
2. И.Л.Черняк, С.А. Ярунин, В.С. Сапронов Практикум по дисциплине «Процессы подземных горных работ. Управление состоянием массива».-М., 1987г.
3. Н.В. Хозяйникова, Закономерности обрушения пород кровли лав, вмещающий пласт прочных горных пород. / Научный вестник Национального Днепропетровского технического университета.- 2004г.- № 10.