

НОСАЧ А.К. ( КИИ Дон НТУ), ЮСЫП А.Я., ЛЯЩЕНКО М.А. – студенты (КИИ Дон НТУ)

### ПРОГНОЗ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ДЛЯ 2 ЮЖНОЙ ЛАВЫ ПЛАСТА $m_2^4$ ОП ШАХТЫ «ПИОНЕР»

На шахте Пионер ГХК «Доброполье уголь» ведется отработка угольных пластов, одним из которых является пласт  $m_2^4$  залегающий на горизонте 449м и имеет сложное строение. При отработке пласта  $m_2^4$  управление горным давлением в лавах осуществляется полным обрушением.

Таблица 1. –

Характеристики породных слоев

№ слоя	Порода	Мощность слоя	Глубина залегания	Прочностные характеристики			
				$\sigma_{сж}$ , МПа	$\sigma_p$ , Мпа	$\lambda$	$\gamma$
4	Известняк	8	417,7	90	10	0,4	2,59
3	Аргилит темно-серый	4,8	425,7	29	3	0,3	2,51
2	Алевролит серый	12	430,5	41	4	0,45	2,52
1	Песчаник, аргилит темно серый	6,5	442,5	70	8	0,3	2,29
	Уголь	1,1	449	30	2		1,4

### 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 крепь 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 слоев кровли над выработанным пространством, формирования опорного давления и разрушающих напряжений, 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 призабойным 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.

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

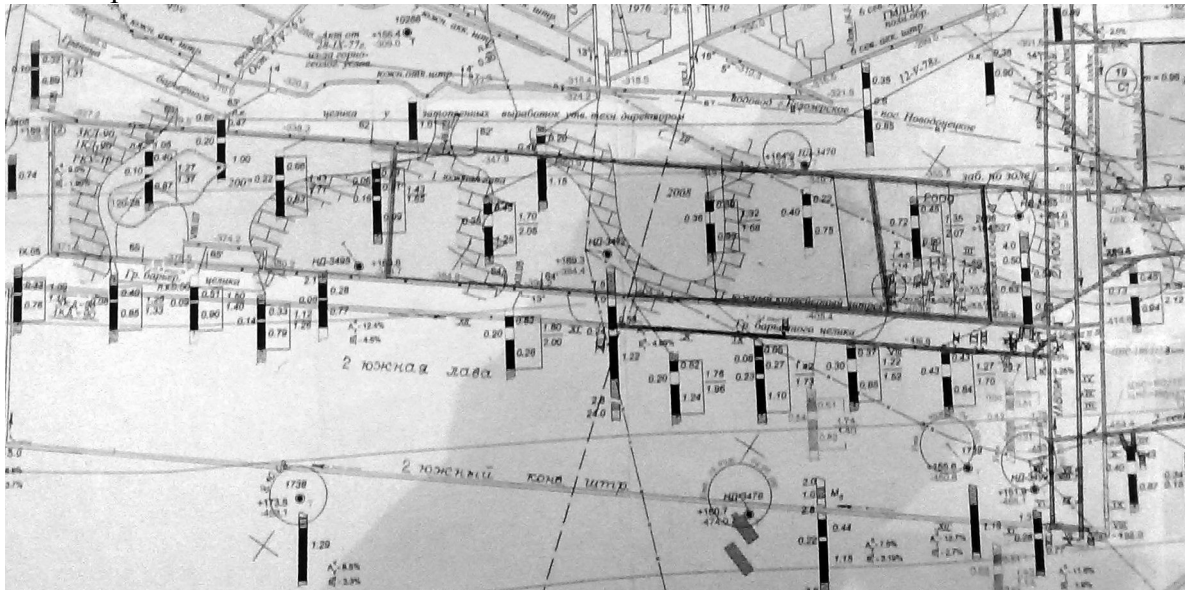


Рис. 1-Выкопировка из плана горных выработок пласта  $m_4^2$

Для выбора средств механизации выемки угля и крепления очистного забоя необходимо знать отдельные параметры, характеризующие напряженно деформированное состояние массива горных пород, примыкающего к очистному забою. Существует ряд методик по определению этих параметров.

Основными параметрами, характеризующими напряженно деформированное состояние пород в зоне опорного давления, являются: размер зоны отжима, величина смещений кровли, концентрация напряжений в зоне опорного давления.

Для прогноза параметров напряженно деформированного состояния углепородного массива пласта  $m_4^2$ , была использована методики ВостНИИ [1], [2].

Важной характеристикой зоны опорного давления является расстояние от линии очистного забоя до максимума опорного давления. Оно может быть определено по выражению:

$$X = m \left( \frac{r^1}{a_1 \varphi r^1 + b^1} + \frac{d_1 \ln(D)}{\varphi} \right), \text{ м}; \quad (1)$$

$$X = 1,1 \left( \frac{9,5}{1,650 * 1,92 * 9,5 + 0,930} + \frac{0,995 * \ln(2,75)}{1,92} \right) = 0,935 \text{ м}; \quad (2)$$

$m$  – вынимаемая мощность пласта, м;

$r^1$  - половина шага обрушения пород кровли, отнесенная к вынимаемой мощности пласта, м:

$$r^1 = 0,5 * (r_0 / m) = 0,5(21/1,1) = 9,5 \text{ м}; \quad (3)$$

$r_0$  – последующий шаг обрушения пород кровли, м.

Последующий шаг обрушения пород основной кровли определяется по формуле

$$r_1^0 = 10,5 * \sqrt{v} (1 + \sin \alpha) e^{-0,7 \frac{h_p}{F_{кр}^H}}, \text{ м} \quad (4)$$

$$r_1^0 = 10,5 * \sqrt{3,78} (1 + 0,24) e^{-0,7 \frac{1,6}{9}} = 25 * 0,8 = 21 \text{ м} \quad (5)$$

$\alpha$  - угол падения пласта;

$v$  - средняя скорость подвигания очистного забоя м/сут;

Для нахождения значений величины зоны расслоения пород кровли при средней скорости подвигания 1м/сут формула имеет вид:

$$h_p = 36 * 10^{-3} Z \sqrt{\frac{M * n * a}{f * (1 + \eta)(1 + \sin \alpha) * \psi}} = 36 * 10^{-3} \sqrt{\frac{6.5 * 4 * 1}{0.6(1 + 0.8)(1 + 0.24) * 1}} = 3,1 \text{ м} \quad (6)$$

$\eta$  - отношение начального распора крепи к ее рабочему сопротивлению

$M$  – мощность пород непосредственной кровли, м.

$n$  - количество расслоений в одном метре пород кровли; При отсутствии конкретных данных можно принимать  $n=2\dots 6$

$\psi$  - количество стоек на 1 м<sup>2</sup> обнажения кровли, шт.;

$a_1$  -параметр, который равен 1,650;

$\varphi$  -функция, зависящая от коэффициента трения пород кровли и почвы, определяется из выражения:

$$\varphi = 2 f_{mp} \lambda = 2 * 0,4 * 2,4 = 1,92$$

$f_{mp}$  -коэффициент трения пород по породам кровли и почвы,  $f_{mp}=0,4$ ;

$\lambda$  -вспомогательная функция, зависящая от угла внутреннего трения, определяется из выражения:

$$\lambda = \frac{1 + \sin \rho}{1 - \sin \rho} = \frac{1 + 0.4}{1 - 0.4} = 2.4; \quad (7)$$

$\rho$  -угол внутреннего трения угля ,определяемый по зависимости:

$$\rho = 45f - 2,5 = 45 * 0,6 - 2,5 = 24,5 \text{ град};$$

$f$  - средневзвешенный коэффициент крепости угольного пласта;

$b^1$  -параметр, который равен 0,930;

$d_1$  = параметр, который равен 0,995;

$D$  = вспомогательная функция, определяется из выражения:

$$D = 0,25H/K_t = 0.25 * 449/40 = 2.75;$$

$H$  - глубина разработки, м;

$K_t$  -коэффициент сцепления угля, определяется по формуле:

$$K_t = K_0 * v * \exp\left(\frac{\varphi}{\alpha_1} l * \exp(-\alpha_1 t)\right) = 2.8 * 3 * \exp\left(\frac{1.92}{0.42} 0.63 * \exp(-0.424)\right) = 2.8 * 3 = 40 \quad (8)$$

$K_0$  -коэффициент, зависящий от крепости угля, определяется из выражения

$$K_0 = 9,5 * f^2 - 0.62 = 9.5 * 0.6^2 - 0.62 = 2.8; \quad (9)$$

$v$  - вспомогательная функция, зависящая от угла внутреннего трения угля, определяется из выражения:

$$v = \frac{2 \cos \rho}{1 - \sin \rho} = \frac{2 \cos 24.5}{1 - \sin 24.5} = \frac{2 * 0.9}{1 - 0.4} = 3.0; \quad (10)$$

$\alpha_1$  -реологический параметр, определяющийся по формуле:

$$\alpha_1 = 0,7 - 0,6f = 0.7 * 0.6 = 0.42; \quad (11)$$

$t$  - время между очередными циклами выемки, определяемое из выражения:

$$t = 24l/v = 24 * 0,63/3,78 = 4; \quad (12)$$

$l$  -подвигание очистного забоя за цикл, м;

$v$  - средняя скорость подвигания очистного забоя м/сут;

Очень важным параметром является размер зоны отжима. Этот параметр может быть определен по формуле (без влияния угла падения пласта и жесткости крепи):

$$Y_1 = \frac{F_2 F_3 x K_t \left( e^{\frac{\varphi x}{m}} - \frac{1}{B} \right) (e^{\alpha t} - 1)}{\frac{\varphi}{0.8} E_d^o \left( \frac{\varphi x}{m} + A \right)} = \frac{1,4 * 0,49 * 0,935 * 40(4,953) * 2,35}{0,8 \left( \frac{1,92 * 0,935}{1,1} + 6,1 \right)} = 1,9; \quad (13)$$

Где:

$F_2$  - функция учитывающая прочностные свойства пород кровли,

$$F_2 = 2,8 e^{-0,3 F_{кр}} = 1,4;$$

$F_{кр}$  - средневзвешенный коэффициент крепости пород кровли в десятиметровой зоне,  $F_{кр} = 10$ ;

$F_3$  - функция учитывающая влияние скорости подвигания очистного забоя, определяемая по формуле:

$$F_3 = \exp \left( \frac{1}{0,64 - 0,375 f + \frac{12,3 - 9,65 f}{t}} \right) = \exp \left( \frac{1}{0,64 - 0,375 * 0,6 + \frac{12,3 - 9,65 * 0,6}{4}} \right) = 49 \quad (14)$$

A- вспомогательная функция, определяемая из выражения:

$$A = (1 - e^{-\alpha t}) \ln m_1 = 6,1; \quad (15)$$

$m_1$  - коэффициент, зависящий от крепости угля, определяется из выражения:

$$m_1 = 1/6,9 f = 1/6,9 * 0,6 = 0,24; \quad (16)$$

B- вспомогательная функция, определяется из выражения:

$$B = e^A = e^{6,1} = 445; \quad (17)$$

$E_d^o$  - вспомогательная функция, определяется из выражения:

$$E_d^o = 0,113 e^{7,24 f} = 0,113 e^{7,24 * 0,6} = 83; \quad (18)$$

Размер зоны отжима с учетом угла падения пласта и жесткости крепи определяется по формуле:

$$y = \frac{Y_1}{(1 + \sin \alpha)(1 + \eta)} = \frac{1,9}{(1 + 0,24)(1 + 0,8)} = 0,85 м; \quad (19)$$

$\alpha$  - угол падения пласта, град;

$\eta$  - отношение начального распора крепи к ее рабочему сопротивлению,  $\eta = 0,8$ ;

Смещение пород почвы:

$$Z_1 = \frac{m y_1 F_1 \left( e^{\frac{\varphi x}{m}} - \frac{1}{B} \right)}{x c} = \frac{1,1 * 1,9 * 1,25 * (4,953)}{0,935 * 208} = 0,06 м; \quad (20)$$

$F_1$  - функция, учитывающая разрыхления угля в призабойном пространстве, определяется по формуле:

$$F_1 = K_1 - (K_1 - 1) e^{-\alpha t} = 1,3(1,3 - 1) e^{-1,68} = 1,25; \quad (21)$$

$K_1$  - коэффициент разрыхления угля,  $K_1 = 1,3$ ;

C - вспомогательная функция, определяется из выражения:

$$C = \frac{(B - 1) e^{\frac{\varphi x}{m}}}{A} - \frac{B e^{\frac{\varphi x}{m}} - \frac{1}{B}}{\frac{\varphi x}{m} + 2A} = \frac{(445 - 1) * 4,953}{6,1} - \frac{445 * 4,953 - \frac{1}{445}}{1,6 + 2 - 6,1} = 208; \quad (22)$$

Величина смещений кровли с учетом угла падения пласта и жесткости крепи определяется по формуле:

$$Z = \frac{Z_1}{(1 + \sin \alpha)(1 + \eta)} = \frac{0.06}{(1 + 0.24)(1 + 0.8)} = 0.02 \quad (23)$$

Коэффициент концентрации напряжений равен отношению напряжений в зоне максимума опорного давления к напряжениям в нетронутом массиве и определяется по формуле:

$$R = \frac{K_t e^{\frac{q\alpha}{m}}}{0.25H} = \frac{40 * 4.953}{0.25 * 449} = \frac{196}{112} = 1.75; \quad (24)$$

Выполненные расчеты показали, что величина последующего шага обрушения составила 21 м, размер зоны отжима с учетом угла падения пласта 0,85м, величины смещений кровли с учетом угла падения пласта составила 0,02м и коэффициент концентрации напряжений 1,75.

#### Библиографический список:

1. Временное руководство по расчету первичного и последующего шагов обрушения пород кровли при разработке угольных пластов длинными столбами по простиранию в условиях Кузбасса.-Кемерово,ВостНИИ,1973г.
2. И.Л. Черняк, С.А. Ярунин, В.С. Сапронов Практикум по дисциплине « Процессы подземных горных работ. Управление состоянием массива» М.1987 с.132.