© А.Э. Адигамов, 2008

УДК 51:622.273.2

А.Э. Адигамов

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ ПРОЧНОСТИ ЗАКЛАДКИ С УЧЁТОМ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Проведены расчеты параметров камерной системы разработки с двухстадийной выемкой и закладкой выработанного пространства, нормативной прочности закладки для камер второй очереди, определена зависимость нормативной прочности закладочного массива от глубины разработки.

Семинар № 15

В условиях разработки Ждановского месторождения наиболее предпочтительной для использования при проведении расчетов, на наш взгляд, является гипотеза свода естественного равновесия. Так как налегающие породы характеризуются относительно слабой трещиноватостью и вполне устойчивы, то закладочный массив будет испытывать нагрузку от массы деформированных пород, заключенных в пределах данного свода. Эти нагрузки имеют незначительные величины и не требуют применения закладочного материала большой прочности.

Исходя из вышеизложенных методов определения высоты свода естественного равновесия, ясно, что все они имеют недостатки, поскольку не учитывают глубину залегания от поверхности. С небольшими погрешностями, высоту свода можно принять равной ширине блока.

Нормативная прочность закладки на стадии выемки запасов блока под защитой рудных целиков на первой стадии разработки можно определить по формуле:

$$\sigma_{H1}^{ЗАК} = \frac{\sigma_1^{ЗАК} K_З}{K_Ф K_Д}, \qquad (1)$$

где $К.з = Кз_1\ Кз_2\ Кз_3\ Кз_4$ - коэффициенты запаса прочности, принимают в пределах 1,5–3,0; $Кз_1$ – учитывает непостоянство прочностных свойств (1,25–1,3); $Кз_2$ – отрицательное влияние взрывных работ (1–1,2); $Кз_3$ - увеличение прочности закладки в шахтных условиях (0,7–0,8); $Кз_4$ - увеличение глубины разработки, отклонение фактических параметров от проектных (1,0–1,1); $К_Д = 1$- коэффициент длительной прочности; $К_ф$ - коэффициент формы, учитывающий влияние геометрических размеров целика на его несущую способность:

$$K_Ф = \sqrt{\frac{a}{h_Ц}} \text{ при } a \succ h_Ц; \qquad (2)$$

$$K_Ф = 0,6 + 0,4\frac{a}{h_Ц} \text{ при } a \prec h_Ц \qquad (3)$$

где *а,* — ширина целика, м; $h_Ц$ - высота целика, м; $\sigma_1^{ЗАК}$ - напряжение в искусственном массиве, МПа,

$$\sigma_1^{ЗАК} = \frac{K_\alpha \gamma_П H_{ПР} S_{КР}}{10^6 S_З} + 10^{-6}\gamma_З h_Ц, \qquad (4)$$

где $\gamma_п$, $\gamma_з$ - удельный вес соответственно пригружающих пород и закладки, н/м^3; $H_{пр}$ - высота пригружающей толщи (высота свода естественного равновесия), м; $S_{кр}$, $S_з$ – площадь, соответственно, кровли, приходящаяся

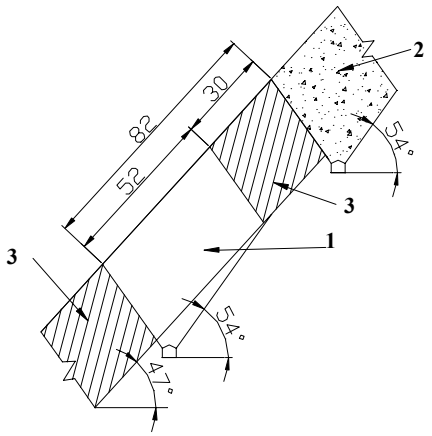

Рис. 1. Схема к расчету нормативной прочности закладки при стадийной выемке запасов камер и МКЦ: *1* – камера, *2* – заложенная камера, *3* - МКЦ

Таблица 1

Распределение нормативной прочности по горизонтам отработки

Горизонт отработки	Нормативная прочность закладочного массива, МПа
-80 (200)	3,5
-140 (260)	3,605
-200 (320)	3,713
-260 (380)	3,82
-320 (440)	3,94
-380 (500)	4,06
-440 (560)	4,18

на искусственную опору, и поперечного сечения целика, м^2; $h_ц$ - высота искусственного целика, м; K_α - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона залежи на величину нагрузки.

$$K_\alpha = \cos^2\alpha - \eta\sin^2\alpha, \qquad (5)$$

где α - угол наклона рудного тела, градус; $\eta = \sigma_г/\sigma_в$ ($\sigma_г$ – горизонтальная, $\sigma_в$ - вертикальная составляющие поля напряжений в нетронутом массиве, МПа).

$$\eta = \frac{\mu}{1-\mu} - \qquad (6)$$

где – η - коэффициент бокового распора (в тектонически спокойном районе, обычно равен (0,4–0,6); μ – коэффициент Пуассона пород кровли.

На рис. 1 представлена расчетная схема для угла падения залежи 47º.

Расчет проводим для параметров камерной системы разработки с двухстадийной выемкой и закладкой выработанного пространства: средняя мощность рудного тела – 31,5 м; угол падения - 47°; объемный вес пород – 2,9 т/м^3; коэффициент Пуассона μ – 0,2; ширина камеры по простиранию – 35 м; ширина междукамерного целика – 15 м; высота целика – 38 м.

Расчеты проведены для горизонтов -20; -80; - 140; -200; -260; - 320 м.

Результаты расчетов приведены в табл. 1

Зависимость нормативной прочности закладочного массива от глубины разработки представлена на рис. 2.

Для участков месторождения с углом залегания 30° расчетная схема приведена на рис. 3.

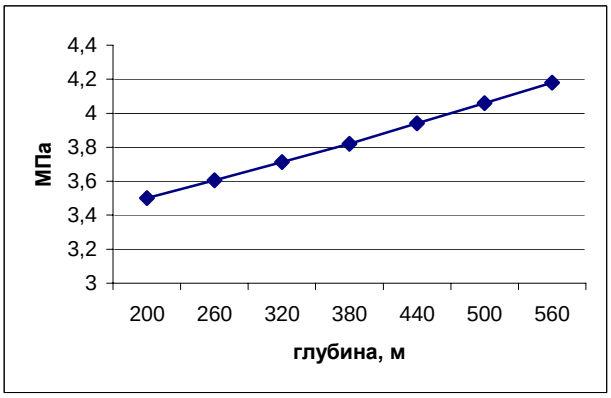

Рис. 2. Зависимость нормативной прочности закладки от глубины разработки

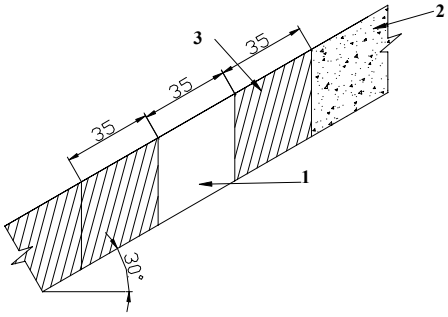

Рис. 3. Схема к расчету нормативной прочности закладки при стадийной выемке запасов камер и МКЦ: *1* – камера, *2* – заложенная камера, *3* - МКЦ

Таблица 2

Распределение нормативной прочности по горизонтам отработки

Горизонт отработки	Нормативная прочность закладочного массива, МПа
-80 (200)	3,76
-140 (260)	3,87
-200 (320)	3,99
-260 (380)	4,1
-320 (440)	4,23
-380 (500)	4,36
-440 (560)	4,49

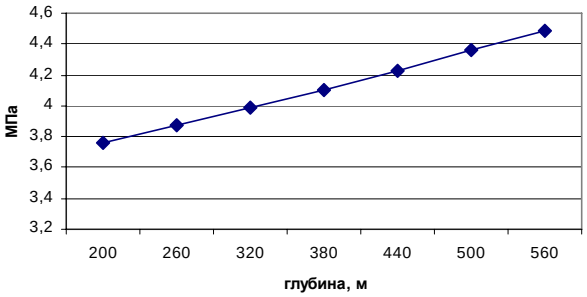

Рис. 4. Зависимость нормативной прочности заладки от глубины разработки

Расчеты проведены для следующих условий: угол залегания -30°; ширина камеры – 35 м; длина камеры – 50 м; высота камеры равна мощности рудного тела. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Характер изменения нормативной прочности закладочного массива от глубины разработки для данных условий представлен на рис. 4

Расчет нормативной прочности закладки для камер второй очереди проводим по формуле:

$$\sigma_{H2}^{ЗАК} = \frac{\sigma_2^{ЗАК} K_З}{K_Ф K_Д}, \qquad (7)$$

где $\sigma_2^{ЗАК}$ - напряжение в искусственном массиве, МПа,

$$\sigma_2^{ЗАК} = \frac{K_\alpha \cdot K_н \gamma_п H / L}{a \cdot 10^6} + 10^{-6} \gamma_з h_ц, \qquad (8)$$

где $K_н$ – коэффициент неравномерности нагрузки на целик, $K_н$ = 0,5L/H, H – глубина залегания, м.

Вследствие того, что глубина разработки незначительно влияет на показатели нормативной прочности закладки, для расчетов была принята максимальная глубина – 560 м. При этом, для залежей с углом падения 47°, $\sigma_{H2}^{ЗАК} = 0,84$ МПа, для залежей с углом падения 30°, $\sigma_{H2}^{ЗАК} = 0,85$ МПа. ГИАБ

Коротко об авторе

Адигамов А.Э. – кандидат технических наук, доцент, Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 15 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *Е.В. Кузьмин.*