



ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА УДАРООПАСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Казаков А.Н.
Хакбердиев М.Р.
Хусанов Ж.Н.
Яхшиев Б.Н.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7980661>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 23-May 2023 yil
Ma'qullandi: 26-May 2023 yil
Nashr qilindi: 29-May 2023 yil

KEY WORDS

Проблема удароопасности на рудниках Узбекистана существует, начиная с конца XX века.

ABSTRACT

В статье приведены результаты экспериментальных данных, полученных методом целевой разгрузки, установлено наличие субгоризонтальных напряжений в массиве золотодобывающих месторождений Узбекистана.

Проблема удароопасности на рудниках Узбекистана существует, начиная с конца XX века. Первые динамические проявления горного давления были отмечены в 1990 году при проходке подготовительных выработок, в глубоких горизонтах Ингичкинского месторождения. На этом руднике проблема удароопасности возникла не сразу, она нарастала поэтапно с увеличением глубины горных работ. При отработке верхней части месторождения вплоть до 275 м признаков проявления горного давления в динамической форме не наблюдалось. Первые признаки горных ударов были отмечены в междукамерных целиках в панелях разрабатываемых без оставления барьерных целиков.

Единичные признаки горных ударов в форме шелушения были зарегистрированы начиная с глубин 300 и более метров при проходке подготовительных выработок, появились внешние признаки удароопасности распространение получили «шатрообразования» выработок, субмеридиального простираения, что указывает на действия в массиве субгоризонтальных сжимающих напряжений. Высота обрушения в кровле выработки шатра в отдельных случаях достигала 1-1,2 м.

Опыт разработки зарубежных удароопасных месторождений СУБРа, Таштагольского РУ, Норильского ГМК, рудниках Дальнего Востока и др. так же показывает, что первые признаки удароопасности (шелушения, стреляные, интенсивное заколообразование) вначале наблюдаются при проходке горизонтальных горных выработок. Затем по мере дальнейшего углубления горных работ эти проявления горного давления отмечаются в кровле очистных камерах, целиках и в подготовительных выработках. Исходя из этого для определения критической глу-

бины по проявлению горных ударов целесообразно, вначале производить оценку напряженно – деформированного состояния массива горных выработок, а затем дать прогноз - на каких глубинах возможны проявления горных ударов в выработках, кровле камер и в целиках при очистных работах.

При решении задач геомеханики расчетным путем широко применяются аналитические, инженерные и экспериментальные методы определения напряженно-деформированного состояния подземных горных конструкций.

Известно много инженерных решений по расчету напряжений в горных выработках. В условиях разработки удароопасных рудных месторождений со сложными горно-геологическими условиями на первом этапе инженерных решений прием методике ИГД, как наиболее широко распространенный способ, отличающийся достаточной простотой и надежностью.

Согласно методике ИГД [1] напряжение на i – той точки контура выработки следует определять из выражения

$$\sigma_i = \sigma_B K_{Z_i} + \sigma_r K_{X_i} \quad (1)$$

Где σ_i - напряжение в i -той точке контура выработки, МПа;

σ_B, σ_r - первоначальные вертикальное и горизонтальное напряжения горного массива, МПа;

K_{Z_i} - коэффициент концентрации вертикального напряжения от единичной нагрузки в i -той точке контура выработки;

K_{X_i} - коэффициент концентрации горизонтального напряжения от единичной нагрузки в i -том точке контура выработки.

По величине σ_i можно определить категорию удароопасности выработки на основе выражения

$$\sigma_i \leq \sigma_{сж}^{об} \cdot K_{уд} \quad (2)$$

где $\sigma_{сж}^{об}$ - предел прочности пород в образце по сжатию, МПа;

$K_{уд}$ - коэффициент удароопасности.

Коэффициент $K_{уд}$ принимается в соответствии с требованиями инструкций [2]:

I категория (повышенная удароопасность) - более 0,8 ;

II категория (удароопасная) - 0,7 - 0,8 ;

III категория (неопасная) - 0,6-0,7.

Визуальными признаками этих категорий удароопасности условно могут быть:

I категория - микроудары, собственно горные удары;

II категория - интенсивное заколообразование, стрельяние, толчки;

III категория - заколообразование, шелушение.

Принимая вышеуказанное, очевидно, чтобы определить критическую глубину по динамическим проявлениям горного давления надо последовательно для каждого горизонта произвести расчеты напряжений в наиболее опасных участках выработок (угол, кровля и стенки) и сравнить их с допустимыми. Допустимые напряжения рекомендуется принимать с учетом $K_{уд}$ характеризующим II категорию удароопасности по формуле

$$\sigma_{ДОП} = \sigma_{сж}^{об} \cdot 0,7 \quad (3)$$

Тогда формула (3) преобразуется в виде:

$$\sigma_B \cdot K_{Z_i} + \sigma_r \cdot K_{X_i} \leq \sigma_{сж}^{об} \cdot 0,7 \quad (4)$$

Величина	В	Критич.	Критическая глубина для одиночных горных выработок, м
	на	Напряж.	
		Наименование пород и руд	

вертикальных напряжений σ_B определяется из выражения:

$$\sigma_B = \gamma H \quad (5)$$

где γ - объемный вес пород, МПа/м³ ;

H - глубина разработки, м.

А горизонтальное напряжение можно вычислить из уравнения

$$\sigma_r = C_{II} \cdot \gamma H \quad (6)$$

Где C_{II} - соотношение горизонтальных и вертикальных измеренных напряжений. Далее подставив в формулу (3) вышеуказанные выражения (5, 6) получим

$$\gamma H \cdot K_{Z_i} + C_{II} \gamma H \cdot K_{X_i} \leq \sigma_{сж}^{об} \cdot 0,7 \quad (7)$$

Исходя из формулы (7) находим критическую глубину по горным ударам.

$$H_{кр} \leq \frac{0,7 \cdot \sigma_{сж}^{об}}{K_3 \gamma (K_{Z_i} + C_{II} \cdot K_{X_i})} \quad (8)$$

Где $H_{кр}$ - критическая глубина по динамическим проявлениям горного давления, м;

K_3 - коэффициент запаса прочности, учитывающий неравномерность распределения напряжений в массиве.

Величину K_3 рекомендуем принимать 1,4 - 1,5, исходя из средней погрешности измерений напряжений горных пород современными методами, равной 40 - 50 %.

По формуле (8) можно оценить критические глубины для выработок, находящихся вне зоны влияния очистных работ. Для того, чтобы учесть влияние подземных камер необходимо знать их дополнительную концентрацию напряжений в зоне выработок. Преобразуем формулу (8)

$$H_{кр} \leq \frac{0,7 \cdot \sigma_{сж}^{об}}{K_3 \gamma [(K_{Z_i} + K'_{Z_i}) + C_{II} (K_{X_i} + K'_{X_i})]} \quad (9)$$

где K'_{Z_i}, K'_{X_i} - коэффициенты концентрации напряжении подземных камер в зоне выработок, соответственно, от вертикальных и горизонтальных единичных нагрузок.

Результаты расчетов НДС и удароопасности одиночных горизонтальных горных выработок Табл. 1

И споль зую выше указа нную метод ику, прово дилас ь оценк а НДС горны			Стенка	Кров- ля	Угол выраб- ки	Мин.доп.кр итическая глубина
		Кочбулакское месторождение				
	Андезитовые порфириты	48,8	1386	590	349	349
	Лавобрекчии	74,4	2212	900	531	531
	Сиенит-диоритовые порфириты	120,1	3313	1412	834	483
	Карбонатный метасоматит	44,4	1257	535	316	316
	Кварц серицитовый метасоматит	55,3	1537	655	386	386
	Среднее значение					415-450

х выработок вне зоны влияния очистных работ в трех наиболее опасных участках по бокам, кровля и углы выработок на Кочбулакском месторождений. Исходными данными для расчетов послужили в результате определения первоначальных напряжений горных массивов и физико-механических свойств пород и руд. При этом были приняты следующие коэффициенты концентрации напряжений.

В стенке выработки $\theta = 100^\circ$, $K_v = 1.84$, $K_p = -0.81$.

В кровле выработки $\theta = 180^\circ$, $K_v = -0.85$, $K_p = 2.37$.

В углу выработки $\theta = 140^\circ$, $K_v = 1.24$, $K_p = 1.80$.

Расчеты приведены для условия прохождения выработок по простиранию рудных тел, так как в этом случае на них действуют вертикальные (σ_v) и максимальные горизонтальные напряжения (σ_p). Как находили результаты расчетов (табл.1) наиболее напряженные и удароопасные углы выработок. Вследствие различной прочности пород критическая глубина изменяется в широких пределах. Для оценки критической глубины были приняты их средние значения, полученные для различных пород в наиболее опасных участках (углах выработок).

Критические глубины составили в пределах 450 м для Кочбулакского месторождений.

Литература:

1. Влох Н.Н. Управление горным давлением на подземных рудниках. М.: Недра, 1994.
2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях склонных к горным ударам. Л. ВНИМИ 1980.