

**РАЗРУШЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ
РАЗРАБОТКИ С РОСТОМ ГЛУБИНЫ ГОРНЫХ РАБОТ
НА РУДНИКАХ КЫРГЫЗСТАНА**

Ялымов Р.Н., Абдибаитов Ш.А.

ИГиОН НАН КР

На основании проведенного обследования были выявлены наиболее характерные виды проявления горного давления в очистных камерах с увеличением глубины на Кадамжайском, Чон-Койском месторождениях /1/. Основными системами разработки, применяемыми на рудниках, являются камерно-столбовая и система с магазинированием руды.

При разработке залежей камерно-столбовой системой основными поддерживающими конструктивными элементами является непосредственная кровля и междукammerные целики. В результате проведенного обследования камер на различных горизонтах установлено, что с увеличением глубины разработки происходят обрушения, как кровли, так и целиков (Таб. 1).

Таблица 1.

Горизонт	Глубина, м	Общее кол-во обруш-й камер, %	Кол-во обруш-й конструктивных элементов		Кол-во обруш-й во время отработки	
			Кровля, %	Целики, %	Кровля, %	Целики, %
1080	90	0	0	-	0	-

1046	120	0	0	-	0	-
1014	160	9	9	-	0	-
990	230	16	12	4	4	-
960	280	24	18	6	6	2
930	330	30	24	6	8	4
900	360	32	28	4	18	4
870	450	38	25	13	20	7

Разрушение междокамерных целиков начались при отработке горизонта 990 м на глубине более 200 м (таб.).

В процессе углубления горных работ размеры некоторых целиков были увеличены по сравнению с верхними горизонтами и на глубине 450-500 м их средние площади близки к расчетным с учетом повышенного горного давления. Увеличение площади целиков связано с обеспечением их устойчивости, в результате чего количество камер с разрушением целиков по сравнению с обрушением кровли уменьшилось.

Обрушения кровли начались с глубины 160 м и их количество резко возросло при дальнейшем углублении горных работ. Из сравнения фактических данных и расчетных параметров на давление только веса налегающих пород, следует, что принятые на руднике параметры камер должны были бы обеспечить устойчивость кровли до глубин 450-500 м. С учетом повышенных напряжений, действующих в массиве месторождения, принятые фактические пролеты камер соответствуют расчетным устойчивым только на верхних горизонтах. Это подтверждается отсутствием или небольшим количеством обрушений кровли. Начиная с глубины 160-200 м, принятые пролеты камер превышают их допустимые, устойчивые значения и на глубине 450 м разница между расчетным устойчивым пролетом и средним фактическим составляет 2 м или 1,4 раза. В результате такого

несоответствия количество обрушений кровли камер с глубиной резко возросло.

Таким образом, при разработке залежей камерно-столбовой системой происходят разрушения основных конструктивных элементов системы – кровля камер и целиков. С увеличением глубины горных работ общее количество обрушений возрастает. На основании корреляционного анализа установлено, что основной причиной обрушений является несоответствие параметров камер и целиков конкретным горно-геологическим условиям, глубине разработки и напряженному состоянию массива пород.

При крутом падении залежи на Кадамжайском месторождении применяется система с магазинированием руды. При мощности рудного тела до 8 м магазины располагаются по простиранию, а при большей мощности – вкрест простирания рудного тела.

Исходя из особенностей условий применения данной системы, основными поддерживающими конструктивными элементами являются межмагазинные целики, потолочины и висячий бок.

С целью выявления основных закономерностей разрушения элементов конструкций и причин их образования нами были проведены обследования магазинов на разных горизонтах [2]. Установлено, что количество обрушений увеличивается с ростом глубины. Причем происходит разрушение разных поддерживающих конструкций: висячего бока, потолочин и межмагазинных целиков. Поэтому далее был проведен корреляционный анализ изменения количества разрушений отдельных конструктивных элементов с глубиной.

При определении связи между глубиной и количеством камер, в которых произошли обрушения висячего бока значение коэффициента корреляции составило $r = 0,75$, погрешность $\Delta r = 0,19$, коэффициент надежности $B = 3,9$, что говорит о явном увеличении количества

обрушений висячего бока с глубиной. Обрушения начались с глубины 160 м и зависимость их количества от глубины и выражается уравнением

$$n_{\text{в.б.}} = 0,075H - 5, \%, \quad (1)$$

где $n_{\text{в.б.}}$ – количество магазинов с обрушением висячего бока, 5,
 H – глубина, м.

Погрешность данного уравнения составляет: вариация

$V_{\Delta} = 80 \%$, относительная погрешность при надежности 0,95
 равна 92 %.

Из сравнения фактических и расчетных устойчивых пролетов на давление веса пород следует, что принятые на руднике параметры обнажений должны обеспечить устойчивость до глубины 300 м. С учетом повышенных действующих напряжений в массиве фактически пролеты превышают расчетные на глубине 160 м в 1,2 раза, а с углублением до 400 м в 1,6 раза, что привело к резкому увеличению количества обрушений с глубиной разработки (рис. 1).

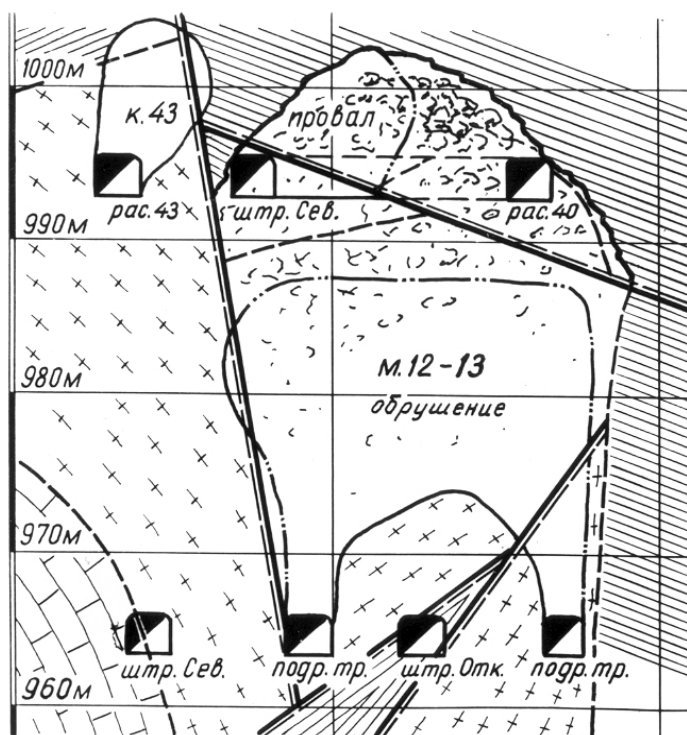


Рис. 1. Схема развития обрушений при системе с магазинированием руды (№ 12 и № 13) на Кадамжайском руднике.

Аналогичным образом проводилась оценка устойчивости межмагазинных целиков.

Расчет ширины межмагазинных целиков, обеспечивающих их устойчивость, производится по формуле

$$a_{\text{ц}} = \sqrt[3]{\left(\frac{a_k M}{1-M}\right)^2 (m - h_k)}, \quad (2)$$

$$\text{где } M = \frac{K_6 \gamma H K'_\alpha K'_H K_3}{\sigma_{\text{сж}} K_{\text{тр}} K_{\text{нс}}}, \quad (3)$$

где $a_{\text{ц}}$ – ширина межмагазинного целика, м,

m – мощность залежи, м,

h_k – толщина рудной корки в висячем боку, м,

a_k – ширина магазина по простиранию, м,

K'_H – коэффициент нагрузки на целики,

$K_{\text{нс}}$ – коэффициент уменьшения несущей способности целика за счет проходки восстающего и смотровых окон,

$$K'_\alpha = \cos^2 \alpha + \frac{K_\phi}{K_\sigma} \sin^2 \alpha - \text{коэффициент влияния угла падения залежи.}$$

Расчеты устойчивых размеров проводились при следующих исходных данных: $\gamma = 2,6 \text{ т/м}^3$, $\alpha = 75^\circ$, $\sigma_{\text{сж}} = 12000 \text{ т/м}^2$, $h_k = 1,5 \text{ м}$, $K_{\text{тр}} = 1$, $K_3 = 1,5$, $K_{\text{нс}} = 0,8$.

Остальные исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Исходные данные по горизонтам для расчета устойчивых размеров целиков.

Горизонт	Глубина Н, м	Ширина магазина по простиранию a_k , м	Мощность залежи m , м	Коэффициент нагрузки K'_H
1014	160	32	10,5	0,37

990	230	23	12,5	0,4
960	280	28	14,5	0,4
900	360	36	9,5	0,32

Исходя из давления только веса пород, ширина целиков достаточная для обеспечения их устойчивости при глубине от 100 до 400 м составляет 1,5-3 м, а с учетом действующих напряжений 3-6,5 м. Фактическая ширина целиков составляет 6-6,5 м и не изменяется с глубиной.

Из сравнения расчетных и фактических размеров целиков следует, что из давления веса пород принятая ширина целиков должна обеспечить их устойчивость с значительным запасом, то есть фактические размеры целиков больше расчетных и должны обеспечить их устойчивость до глубин 300-350 м. Количество разрушений целиков до этих глубин единицы, чем обрушений висячего бока и потолочин и происходили в основном за счет влияния взрывных работ.

На глубинах более 350 м принятые размеры целиков близки к расчетным и на этих глубинах начинает происходить их разрушение от горного давления.

Таким образом, при системе с магазинированием руды на руднике происходят разрушения основных конструктивных элементов – висячего бока, потолочин и межмагазинных целиков. Количество обрушений пород висячего бока и потолочин резко увеличилось с глубиной разработки. Основной причиной обрушений является несоответствие принятых параметров магазинов конкретным горно-геологическим условиям, глубине разработки и напряженному состоянию массива пород. Разрушения целиков наблюдаются реже и если на глубинах до 300 м происходили в основном за счет влияния

взрывных работ, то при дальнейшем углублении наблюдаются разрушения некоторых целиков за счет горного давления.

Количество обрушений, связанных с общей потерей несущей способности кровли, увеличивается с глубиной, как при камерно-столбовой системе, так и при системе с магазинированием руды. Их основной причиной является несоответствие параметров камер и магазинов конкретным горно-геологическим условиям, глубине разработки и напряженному состоянию массива пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Г. Ялымов, Р.Н. Ялымов. Управление горным давлением на подземных рудниках Кыргызстана. Горный журнал № 10, 2003, г. Москва.
2. Айтматов И.Т., Кожогулов К.Ч., Ялымов Н.Г., Ялымов Р.Н. Проявления горного давления при подземной разработке рудных месторождений в горноскладчатых областях. Проблемы геотехнологии и недроведения. Екатеринбург. 1998.