

Таблица 4 – Результаты флотации медных руд в замкнутом цикле

Наименование продукта	Выход		Cu		As		Реагент, г/т			
	г	%	β, %	ε, %	β, %	ε, %	CaO	НРБ	Ks	T-92
Опыт № 1 (фабричный режим)							1500	-	20	88
Концентрат III перечистки	187	4,67	17,98	90,28	0,24	41,75	-	-	-	-
Хвосты III перечистки	15	0,38	4,70	1,92	0,20	2,86				
Концентрат II перечистки	202	5,05	16,98	92,20	0,023	44,88	-	-	-	
Хвосты II перечистки	20	0,50	2,65	1,43	0,13	2,44				
Концентрат I перечистки	222	5,55	15,69	93,62	0,23	46,37				
Хвосты I перечистки	50	1,25	0,63	0,85	0,047	2,22	-	-	-	
Концентрат основной флотации	272	6,80	12,92	94,48	0,19	49,27				
Хвосты основной флотации	3726	93,20	0,055	5,52	0,014	50,73				
Руда	3998	100	0,93	100	0,027	100	-	-	-	
Опыт № 2 (реагентный режим с НРБ)							1500	20	-	88
Концентрат III перечистки	180	4,51	18,64	93,11	0,11	18,62	-	-	-	-
Хвосты III перечистки	23	0,58	1,20	0,70	0,31	6,73				
Концентрат II перечистки	193	4,84	17,54	94,32	0,11	24,07	-	-	-	
Хвосты II перечистки	23	0,58	2,65	1,43	0,13	2,44				
Концентрат I перечистки	216	5,42	15,79	95,10	0,15	30,70				
Хвосты I перечистки	46	1,15	0,34	0,43	0,13	5,65	-	-	-	
Концентрат основной флотации	262	6,57	13,09	95,25	0,15	36,83				
Хвосты основной флотации	3734	93,43	0,046	4,75	0,015	13,22				
Руда	3996	100	0,90	100	0,027	100	-	-	-	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. М.: Недра, 1984. 383 с.
2. Глембоцкий В.А. Основы физико-химии флотационных процессов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Недра, 1980. 471 с.

УДК 622.28

К расчету оптимизации выпускного люка

С.С. ЖЕТЕСОВ, д.т.н., профессор кафедры ГМиО,

Г.Б. АБДУГАЛИЕВА, магистр кафедры ГМиО,

К.М. БЕЙСЕМБАЕВ, к.т.н., доцент кафедры ГМиО,

Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: разработка, гравитация, угольный пласт, опускной блок, массив, стационарно-передвижная крепь, крепление, выпускной люк, напряженно-деформированное состояние кровли.

Применение для охраны выработок целиков и полос из закладки является эффективной мерой воздействия на напряженно-деформированное состояние массива (НДС) с целью управления за счет высокого силового отпора и разнообразной архитектуры выработанного пространства, оптимального расположения в нем очистного, а также вспомогательного оборудования и крепи. При этом открываются перспективные возможности сочетания традиционных технологий с новыми элементами камерных систем для сложных условий [1, 2], обеспечивается возрастание информации об условиях зон развораживания интенсивных горных работ. Кроме того, возрастают возможности предварительной дегазации массива, управления процессом газоотдачи из пластов, использования комплексности и безотходности производства.

Современные аналитические (числовые) решения не всегда учитывают реальное состояние массива, выражающееся в дезинтеграции призабойной зоны,

наличие в системе взаимодействия целиков и полос, волнообразность распределения деформаций и напряжений в глубине пласта, особенности протекающих в нем разрушений [3]. Эти факторы могут стать основными при определении устойчивости погашаемого угла верхней толщи или опускных блоков.

В то же время аналитические подходы с учетом все большего количества факторов усложняются так, что работоспособность их из-за громоздкости решений резко падает. Наиболее используемые в настоящее время численные решения на основе метода конечных элементов (МКЭ) не всегда отвечают требованиям расчетных схем, реальным состояниям массива и взаимодействию его элементов. Поэтому следует разрабатывать работоспособные системы расчетов, допускающих широкие корректировки решений по экспериментальным данным и имеющих упрощенные выражения, в то же время отражающих главные принципы взаимодействия и движения элементов горной

структуры. Это позволяет использовать существенно меньшие ресурсные возможности ЭВМ при большой скорости счета, что необходимо для систем управления современными автоматизированными комплексами в реальном режиме времени.

В сложных условиях надежность прогноза состояния массива при ведении очистных работ не может основываться на аналитических и числовых моделях ввиду их ограничений по точности и неопределенности рассчитываемых параметров. Поэтому она должна подкрепляться взаимосвязанными экспериментальными лабораторными и шахтными исследованиями, определяющими уровень соответствия используемых моделей и обеспечивающих корректировку ее качественных и количественных сторон. Экспериментальные исследования наряду с дублированием наблюдений, проводимых ранее, должны иметь особенности, учитывающие те процессы, которые нагляднее и точнее проявляются в эксперименте. Так, в процессах развития разрушений в массиве, как показывает опыт, фаза устойчивого трещинообразования занимает достаточно большой период перед тем, как перейти в неустойчивый резкий рост. Эта фаза обычно позволяет дать и качественную характеристику предшествующего НДС по её основным проявлениям, в частности, достижения в наиболее нагруженных элементах предельных состояний; в то же время, например, нельзя ожидать совпадений характера распределений напряжений в теоретических и экспериментальных данных из-за влияния флуктуации. Кроме того, лабораторные исследования позволяют с учетом предыдущих выводов построить более полную картину взаимодействия элементов массива из-за возможности визуального наблюдения процессов, не явных в теоретических моделях и находящихся за пределами наблюдений в шахтных экспериментах. Разработка таких комплексов исследований позволяет создать механизм обратной связи массива, технологии и систем управления. Принципиальным вопросом исследований является установление закономерностей дезинтеграции призабойной зоны в виде разделения пласта на участки с различными физико-механическими свойствами и особенностей расслоения боковых пород. При этом необходимо выявить влияние на состояние массива вынимаемой мощности пласта и мощности верхнего уступа кровли, а также закономерности взаимодействия элементов массива.

Важным элементом управления массивом остается крепь выработок, которую можно подразделить на стационарную, стационарно-передвижную и передвижную. Эффективность и безопасность крепления возрастает при комбинированном использовании этих крепей, например, стационарной и передвижной, при этом возрастает и количество технологических приемов отработки сложно залегающих пластов, до 3 раз уменьшается вес необходимого оборудования по сравнению с традиционными схемами. Секции же крепи легко перестраиваются на выполнение дополнительных функций, включая и принудительное погашение потолочин и угольных пачек, зондирование массива, закладки выработанного пространства и крепление забоя сложной формы.

Гравитационные технологии и соответствующие крепи применяются при разработке мощных угольных пластов. В этом случае крепь подсекает мощный слой угля, который, постепенно опускаясь за перекрытием крепи, выпускается в очистное пространство через специальные люки в перекрытии крепи (рисунок) и далее транспортируется конвейером, расположенным у забоя (а иногда и у завала).

Во всех рассмотренных технологиях управление устойчивостью массива с помощью крепи является одной из важных задач, определяющих эффективность технологии как с точки зрения его устойчивости, так с точки зрения обеспечения управляемого разрушения.

Кроме того, для технологий с выпуском угля необходимо обеспечить максимальные возможности прохождения блоков угля через углеспускные отверстия. Например, аналогичные задачи решаются при оптимизации выпускных дучек при разработке руд. Поскольку, как показал опыт разработки с выпуском угля, главной проблемой, сдерживающей производительность выпуска, является образование негабаритов, поэтому необходимо обеспечить параметры выпускных устройств, пропускающих блоки с максимальным размером. Заметим, что подготовка опускных блоков на мощных пластах позволяет решить вопрос об управляемом опускании слоя угля, поскольку вопрос о применении угля и его зависании в выработанном пространстве к устойчивому слою пород будет исключен.

Таким образом, задача влияния крепи на напряженно-деформированное состояние кровли для гравитационных технологий должна решаться и с учетом ее размещения в полости, образуемой опускным блоком.

При технологических схемах гравитационной выемки возможно повышение производительности выпуска угля из подкровельной или междуслоевой толщи за счет устранения «мертвых» зон в местах соприкосновения бортов соседних секций. Это можно достичь при применении следующей конструкции (см. рисунок).

В данном случае перекрытие имеет подвижные борты. Подвижными они выполняются в случаях необходимости полного устранения межсекционных зазоров.

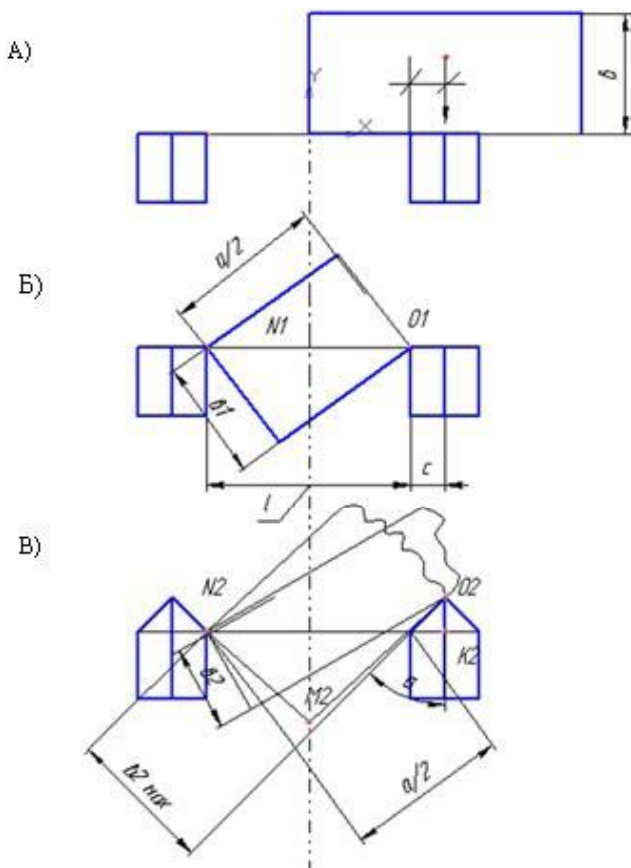
Такие конструкции применяются в крепях типа ОКП – 70; Глиник. Его отличие в том, что он выполнен с наклонной частью, которая образует вместе с соприкасающимся с ним бортом соседней секции остроугольный клин.

Как видно из рисунка *a* блок угля, попавший на балки перекрытия без наклонной части, будет сохранять устойчивость при $e > 0$ (стрелкой обозначено направление центра тяжести).

При остроугольной конструкции бортов равновесного состояния блока практически не существует.

Кроме того, повышается размер блоков угля, проходящих в углеспускное отверстие. Из рисунка видно, что при повороте блока вокруг крайней точки борта без учета проскальзывания максимальная длина блока составит

$$a = 2\sqrt{l^2 - b_1^2},$$



а, б, в – этапы выпуска блока

К расчету оптимизации выпускного люка

где l – ширина углеспускного отверстия.

Для остроугольных бортов из сравнения прямоугольных треугольников следует:

$$x = \sqrt{ctg^2 \alpha + (l + c)^2 - b_2^2}$$

или

$$a = 2\sqrt{ctg^2 \alpha + (l + c)^2 - b_2^2},$$

где α – половина углеклина совмещенных бортов;
 b_1 и b_2 – соответственно высота блоков для рассматриваемых случаев.

При одинаковых b получим приращение длины блока:

$$\Delta a = 2(\sqrt{c^2 ctg^2 \alpha + l^2 + 2lc + l^2 - b^2} - \sqrt{l^2 - b^2}).$$

Определим наибольшую пропускную способность для схем (б) по единичному объему блока

$$V_1^{(1)} = 2b_1 \sqrt{l^2 - b_1^2},$$

соотношение b_1 и l , соответствующее максимальному объему $V_1^{(1)\max}$, определим из условия переменной b_1

$$\frac{dV_1^{(1)}}{db_1} = 0$$

или

$$\frac{dV_1^{(1)}}{db_1} = \frac{b_1^2}{\sqrt{l^2 - b_1^2}} + \sqrt{l^2 - b_1^2} = 0,$$

откуда получим

$$b_1 = 0.617 l,$$

откуда с учетом

$$V_1^{(1)} = 1.576l \cdot 0.617l = 0.958l^2.$$

Для схемы в) переменными является α и b_2 , поэтому:

$$\frac{\partial V_2^{(1)}}{\partial \alpha} = 0 \quad \frac{\partial V_2^{(1)}}{\partial b_2} = 0,$$

$$\frac{\partial V_2^{(1)}}{\partial \alpha} = \frac{2b_2 c^2 ctg \alpha}{\sin^2 \alpha \sqrt{c^2 ctg^2 \alpha + (l + c)^2 - b_2^2}} = 0.$$

Условие для определения максимального объема блока для улучшенного углеспускного отверстия таково:

$$\frac{dV_1^{(1)}}{db_1} = -\frac{b_1^2}{\sqrt{l^2 - b_1^2}} + \sqrt{l^2 - b_1^2} = 0.$$

$$\frac{\partial V_2^{(1)}}{\partial b_2} = \frac{-b_2}{\sqrt{c^2 ctg^2 \alpha + (l + c)^2 - b_2^2}} + \sqrt{c^2 ctg^2 \alpha + (l + c)^2 - b_2^2} = 0.$$

Максимальный объем блока, проходящего в углеспускное отверстие с $\alpha = 45^\circ$ в 1,77 больше, чем максимальный объем блока, проходящего в углеспускное отверстие без остроугольных бортов.

Применение остроугольных бортов позволит повысить производительность выпуска за счет крупных блоков угля, уменьшения времени на расштыбовку окон. Кроме того, происходит дополнительное дробление блоков при ударе об угол борта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жетесов С.С., Мукхерджи М. Новая технология подземной угледобычи. Караганда: Изд-во КарГТУ, 1999. С. 166.
2. Жетесов С.С., Карыбаев М.С., Мукхерджи М. Управление выпуском угольных блоков с использованием силы гравитации // Тр. междунар. науч. конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». Караганда: Караганд. филиал АЕН РК, 1998. С. 500-502.
3. Тельгарин А.Н., Векслер Ю.А., Брагин Е.П. Анализ механического состояния массива и эффективность мер по улучшению обрушаемости кровли // Уголь. 1987. № 7. С. 12-15.