

**Нурутдинов Владимир Владимирович**

студент

**Петрова Любовь Владимировна**

старший преподаватель

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный

университет им. М.К. Аммосова»

г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

## **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА НА РУДНИКЕ «АЙХАЛ»**

***Аннотация:** в данной статье исследователями предложен вариант замены закладочной смеси на руднике «Айхал» с целью уменьшения затрат на закладочные работы.*

***Ключевые слова:** закладка, закладочные работы, система разработки, нормативная прочность.*

Как известно, на производстве по завершению очистных работ, отработанная и зачищенная камера по акту передается закладочному участку.

Закладочные работы в камерах необходимо производить в короткие сроки. Это позволит исключить возможность самопроизвольного обрушения кровли и стенок отработанной камеры при длительном ее стоянии незаложенной, а также повысить температуру закладочного массива в период его твердения за счет выделения тепла при одновременной гидратации большого количества вяжущего в составе закладки. Твердение массива при повышенной температуре резко ускоряет процесс набора прочности и позволяет получить более высокую прочность к моменту его обнажения горными работами [1].

На руднике «Айхал» на всех сбойках с выработанным пространством устанавливаются изолирующие перемычки, установка которых определяется локальным проектом на отработку и закладку камеры, но не ближе 2 м от очистного пространства.

Закладочный трубопровод проходит по закладочной выработке и заводится в высшую точку выработанного пространства. Закладочный материал по существующим выработкам подается к месту проведения закладочных работ. Подача закладки в выработанное пространство должна производиться с минимальным количеством перерывов до полного окончания закладки камеры. При закладке камер в данное время применяются два варианта твердеющих смесей [1].

- для несущего слоя (в днище камеры) толщиной 5 м применяют закладку прочностью не менее 4,5 МПа (марка 40);

- в центральной части применяется закладка прочностью не менее 3,5 МПа (марка 35).

Верхняя часть камеры в последующем не обнажается при ведении очистных работ в соседних камерах, поэтому по завершению заливки твердеющей смеси основного объема камеры и набора необходимой прочности, осуществляют закладку верхней части бесцементной (породной) или комбинированной закладкой с применением самоходной техники.

Закладка верхней части камеры, в свою очередь, осуществляется в два этапа:

- на первом этапе производится формирование насыпи из породной закладки;

- на втором этапе осуществляется дозакладка оставшегося выработанного пространства (под кровлю камеры) в отступающем.

После окончания закладки камеры оформляется акт, где указывается объем и состав заложенной смеси, сроки закладки [1].

Предлагается применять такую же схему проведения закладочных работ, но с целью удешевления затрат применять гипс вместо цемента в средней части камеры.

Для возведения искусственных опор и массивов можно использовать многие гидравлические вяжущие материалы: цемент, молотые шлаки, известь, гипс, котельные золы и т. д. Выбор рационального вида вяжущих в каждом конкретном случае зависит от многих факторов, к которым относятся: наличие необходимого количества материала, его стоимость, физико-механические свойства.

При этом не следует забывать о безопасном проведении работ в принятые сроки. Величина нормативной прочности обычно определяется временным сопротивлением на одноосное сжатие и выбирается в зависимости от горно-геологических условий, принимаемого варианта системы разработки и порядка выемки [2].

Предел прочности на сжатие закладочного материала определяется по формуле:

$$\sigma'_{сж} = (\gamma_{п} * h_{св} * B_{п} / b_{и} + \gamma_{и} * h_{и}) * K_{а} * K_{з} / K_{ф} * K_{т}$$

где:  $h_{св}$  – высота свода естественного равновесия, м.  $h_{св} = 0,5 \times B_{к} = 0,5 \times 5 = 2,5$  метра;

$B_{к}$  – горизонтальный пролёт (ширина) кровли камеры, метров. Данный размер определяется шириной буровой выработки, проводимой в кровле камеры. Ширина бурового орта в кровле камеры принята равной 5 метров;

$f$  – крепость руды по Протоdjяконову = 4;

$\gamma_{п}$  – удельный вес соответственно руды = 2,46 т/см<sup>3</sup>;

$\gamma_{и}$  – удельный вес закладочного материала = 2,6 т/м<sup>3</sup>;

$B_{п}$  – ширина столба пород, приходящихся на искусственный целик = 15м;

$h_{и}$  – соответственно высота = 9 м;

$b_{и}$  – ширина искусственного целика = 7,5м;  $a$  – коэффициент, зависящий от угла падения залежи = 1;  $K_{з}$  – коэффициент запаса прочности = 1,5;

$K_{ф}$  – коэффициент формы = 0,9;  $K_{т}$  – коэффициент длительной прочности = 0,55.

По рекомендациям ВНИМИ принимают  $K_{з} = 1,5$ ;  $K_{т} = 0,4 - 0,7$ ;  $K_{ф} = 0,6 + 0,4 b_{и} / h_{и}$ , если  $0,25 < b_{и} < 1$  или  $K_{ф} = \sqrt{(b_{и} / h_{и})}$  при  $1 < b_{и} / h_{и} < 4$ ;  $K_{а} = \cos^2 \alpha + m * \sin^2 \alpha$  (здесь  $m$  – коэффициент бокового распора  $m = \mu / 1 - \mu$ ;  $\mu$  – коэффициент Пуассона = 0,25).

При применении системы разработки с выемкой запасов ромбовидными камерами предел прочности на сжатие закладочного материала равен:

$\sigma'_{сж} = (2,46 * 2,5 * 15 / 7,5 + 2,6 * 9) * 1 * 1,5 / 0,9 * 0,55 = 3,3$  МПа – полная прочность закладочного материала.

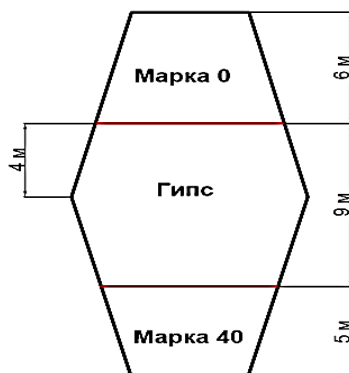


Рис 1. Система разработки с выемкой запасов ромбовидными камерами

Нормативная прочность при системе разработки с выемкой запасов ромбовидными камерами составила 3,3 МПа, что отвечает нормативным показателям прочности закладочного материала.

Таблица 1

Данные о средневзвешенном расходе цемента  
для закладки ромбовидных камер [1]

Расположение закладочного массива	Марка закладки	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Удельный вес данной марки закладки в объеме камеры, %
Несущий слой	Марка 40	250	21
Средняя часть камеры	Марка 35	225	53
Верхняя часть камеры	Марка 0	0	26

Также сделано технико-экономическое сравнение вариантов закладочных смесей, исходя из годовой потребности рудника «Айхал», результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 2

Экономические затраты

Продукт	Потребность рудника в вяжущем м <sup>3</sup> /год	Потребность рудника в продукте кг/год	Стоимость 1 кг продукта*, руб.	Затраты на закупку в год*, руб.
Гипс	2600	5928000	8,8	52166400
Цемент	2600	5928000	14	82992000

\*Цена без учета затрат на доставку сырья.

### *Выводы*

На руднике «Айхал» составы закладочных смесей регламентируются действующей инструкцией по ведению закладочных работ. В данной инструкции разработаны базовые составы (марки) закладочных смесей на основе применяемых материалов для условий камерной системы разработки.

Система разработки с выемкой запасов ромбовидными камерами предполагает применение базовых составов (марок) закладочных смесей 0, 35, 40. На несущем слое – 40, средней части камеры – 35, верхней части камеры – 0.

С целью уменьшения затрат на закладочные работы предлагается в средней части камеры применить гипс. По технико-экономическим показателям гипс более дешевый, его транспортировку можно легко организовать с Олекминского гипсового завода (расстояние 1500 км). По расчетам нормативной прочности закладочного материала гипс отвечает нормативной прочности закладочного массива.

### *Список литературы*

1. Проект на опытно-промышленную отработку подкарьерных запасов ЮЗРТ системами с камерной выемкой и буровзрывной отбойкой разработки с последующей закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, ОАО «Якутнипроалмаз», 2011.
2. Технология добычи руд с твердеющей закладкой / О.А. Байконуров, Л.А. Крупник, В.Н. Петухов [и др.]. – М.: Недра, 1979. – 24 с.