

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ЗАПОЛНЕНИЯ
ОЧИСТНЫХ КАМЕР ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКОЙ**

Розроблені рекомендації раціональних параметрів заповнення очисних камер закладкою, що твердіє з урахуванням структурних зв'язків у закладеному масиві при твердінні.

**RECOMMENDATIONS OF PARAMETERS OF TECHNOLOGY OF
FILLING EXTRACTION CHAMBERS WITH HARDENING BACKFILL**

Recommendations of parameters technology of filling extraction chambers with hardening backfill during formed in fill massif of structure connections are developed.

Введение. В настоящее время глубина ведения горных работ на Запорожском железорудном комбинате составляет 640-940 м. С увеличением глубины разработки месторождения на каждые 100 м себестоимость добычи 1 тонны руды возрастает на 10-15% [1]. Для повышения качества и конкурентоспособности руды необходимо уменьшать непродуктивные затраты на производство твердеющей закладки, но не терять при этом технологичность и характеристики закладочного массива. Увеличение глубины разработки месторождения при камерной системе разработки с закладкой требует совершенствования состава закладочной смеси. Закладочный массив должен соответствовать нормативной прочности быть однородным, плотным и содержать устойчивые внутренние связи. Твердеющая закладочная смесь на комбинате состоит из следующих компонентов: вяжущий материал - доменный граншлак, инертный заполнитель – отсев флюсового производства и дробленая порода с отвала и техническая вода.

Нашими исследованиями установлено, что при дисперсности шлака 55% частиц крупностью -0,074 мм и высоком расходе шлака до 510 кг/м³ формируется прочность закладочного массива в возрасте 90 дней до 8-10 МПа. При высоком расходе шлака возрастают затраты на закладочные работы, а прирост прочности незначителен. В связи с этим вопрос формирования устойчивого закладочного массива с понижением глубины разработки весьма актуален. Для достижения его устойчивости необходимо разработать параметры заполнения выработанного пространства твердеющей закладкой.

Основная часть. Нами проведены исследования формирования структуры твердеющей закладки от величины удельной поверхности [2, 3]. Влияние удельной поверхности доменного шлака и известняка на твердеющую закладку сопровождается изменением ее структуры: при 2000 см²/г формируется гелевидная, округлая структура связей, при 2800 см²/г остроугольная крупноигольчатая, при 4300 см²/г - игольчато-волокнистая, при 6600 см²/г - пластинчато-слоистая. Дана количественная оценка увеличению прочности твердеющей закладки при различной ее структуре: крупноигольчатая – 1,8-2,5 раз, игольчато-волокнистая – 3,1-3,5 раз, слоисто-пластинчатая – 3,1-

4,5 раз. Увеличение прочности закладки происходит за счет преобразования в структуре твердеющей закладки высокоосновных гидросиликатов кальция в низкоосновные прочностные связи которых в 2 раза выше, а также изменения пространственной, кристаллической формы связей под влиянием удельной поверхности. Происходит увеличение прочной ковалентной связи Si-O в кристаллических новообразованиях.

В данной статье разработка параметров твердеющей закладки рассматривается с позиции учета структуры закладочного массива. Большое число вывалов закладочного массива наблюдается при отработке очистной камеры второй очереди, которая находится в окружении закладочного массива. Устойчивость закладочного массива камер первой очереди достигается тогда, когда он устойчив при воздействующих напряжениях при отработке камерного запаса второй очереди.

Исследования распределения НДС вокруг очистных камер показали, что наибольшие области концентрации напряжений и возможных вывалов отмечались при выпуклости контуров камер в массив (днище, кровля), сопряжения кровли и висячего бока залежи [4-7].

Исходя из вышеизложенного, считаем целесообразным формирование игольчатой структуры закладки при воздействии на искусственный массив растягивающих напряжений и слоистой структуры при влиянии сжимающих напряжений для повышения прочности и устойчивости закладочного массива. Следовательно, при заполнении камер учитывая формируемые структурные связи внутри закладочного массива, изменится состав закладочной смеси и величина площади удельной поверхности доменного гранулированного шлака.

Главным параметром твердеющей закладки, который обеспечивает безопасность ведения горных работ и устойчивость закладочного массива является прочность на одноосное сжатие. Определение требуемой прочности закладки для отработки запасов руд в этажах 640-940 м проводили на основе экспериментальной зависимости, полученной проф. Волощенко В.П., научные работы которого посвящены камерным системам с твердеющей закладкой и изложены в нормативном документе [8, 9].

Для расчета использовали следующие данные: значения средних глубин разработки $H=673$ м, 775 м и 890 м. прочность пород висячего бока на сжатие $R_{сж}=195$ МПа, мощность залежи $m=100$ м, угол внутреннего трения пород $\varphi=35^\circ$, плотность пород висячего бока $\gamma=3,2$ т/м³, коэффициент разгрузки напряжений, $K_{рн}=1,2$ (для камер висячего бока).

Выполненный расчет показал влияние глубины разработки на прочность твердеющей закладки, график представлен на рис. 1.

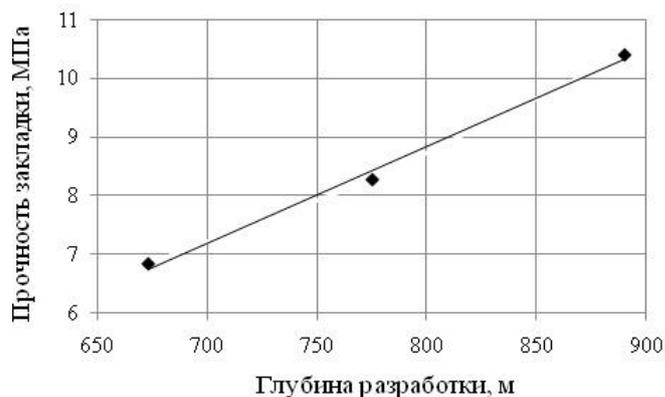


Рис. 1 - Влияние глубины разработки на прочность твердеющей закладки

Как видно из рис. 4.2 на максимально рассматриваемой глубине 890 м закладочный массив должен быть прочностью не менее 10 МПа. На основании расчета получена необходимая прочность закладки для камер первой очереди со стороны висячего бока в зависимости от глубины разработки. Для интервала глубин 650-900 м прочность твердеющей закладки описывается эмпирическим уравнением

$$\sigma = 0,0165 H - 4,3554$$

где H - глубина заложения камеры первой очереди, м

Нами получены экспериментальные зависимости изменения прочности от величины удельной поверхности при трех показателях расхода шлака, представленные на рис. 2.

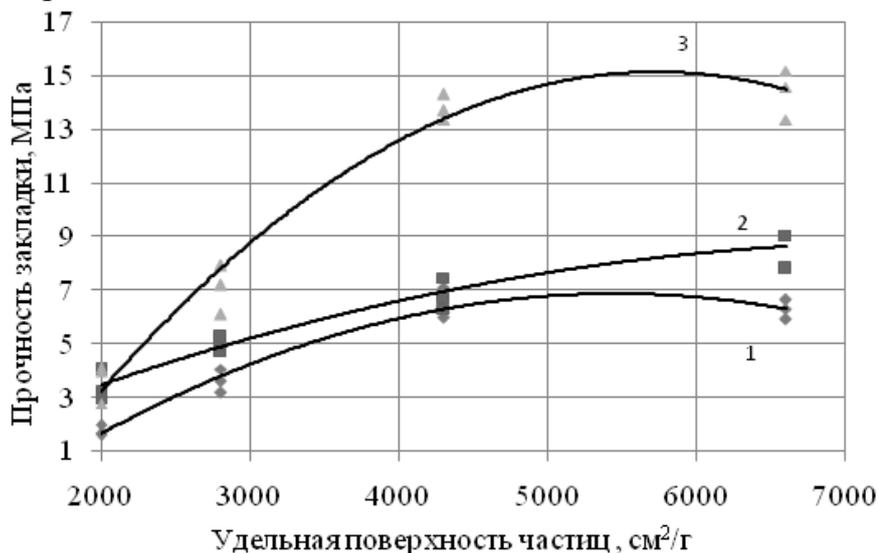


Рис. 2 - Зависимость прочности закладки от удельной поверхности шлака и известняка в возрасте 30 дней: 1 - при расходе шлака 100 кг/м³ и флюса 50 кг/м³; 2 - при расходе шлака 200 кг/м³ и флюса 100 кг/м³; 3 - при расходе шлака 300 кг/м³ и флюса 150 кг/м³

Для состава закладочной смеси с расходом доменного шлака в количестве 100 кг/м³, 200 кг/м³, 300 кг/м³ эти зависимости имеют вид

$$1 - \sigma = -4E-07S^2 + 0,0048S - 6,1606, \text{ при } R^2 = 0,9665$$

$$2 - \sigma = -2E-07S^2 + 0,0026S - 0,9566, \text{ при } R^2 = 0,9433$$

$$3 - \sigma = -9E-07S^2 + 0,0098S - 12,918, \text{ при } R^2 = 0,9709$$

где S - удельная поверхность частиц вяжущего материала, $\text{см}^2/\text{г}$.

Зная необходимую прочность твердеющей закладки и изменение ее структуры от величины площади удельной поверхности частиц вяжущего материала можно выбрать состав закладки.

Приведенные графики рис. 2 показывают, что увеличение дисперсности оказывает упрочняющий эффект на искусственный массив. Интенсивный прирост прочности происходит в диапазоне удельной поверхности 2800-5500 $\text{см}^2/\text{г}$. Следовательно, нет необходимости размалывать шлак свыше указанных пределов.

Повышение устойчивости закладочного массива камер первой очереди в этаже 640-740 м возможно за счет обоснования рациональных параметров твердеющей закладки, на который оказывает влияние отработка камеры второй очереди. Для этажа 605-740 м это влияние выражается в появлении областей растягивающих напряжений, которые воздействуют на закладочный массив в интервалах 625-640 м, 715-730 м. по высоте камеры и сжимающих, приуроченных к кровле и днищам камер. Аналогичные области напряжений будут формироваться при отработке камер в этажах 740-840, 840-940 м с некоторыми изменениями, в связи с появлением другого вида кровли камер.

Рекомендуемая схема формирования закладочного массива представлена на рис. 3.

Если представить, что вокруг очистной камеры второй очереди (рис. 3 а) находится закладочный массив, то поле напряжений проецируется на окружающий закладочный массив (рис. 3 б). Поэтому для повышения устойчивости и прочности закладочного массива достаточно изменить его структуру в определенной области под вид действующих напряжений (сжимающие, растягивающие). На рис. 3 б представлен рекомендуемый режим заполнения камер первой очереди. Режим заполнения отработанных камер первой очереди должен учитывать будущие области концентрации напряжений в закладочном массиве от влияния камер второй очереди.

Заполнение камер первой очереди рекомендуется в следующем порядке:

- днище камеры отметка 730-740 м – высота заполнения 10 м, использовать состав закладочной смеси следующий: молотый шлак - 180 кг ($S_{уд}=5500 \text{ см}^2/\text{г}$), молотый известняк - 90 кг ($S_{уд}=5500 \text{ см}^2/\text{г}$), известняк - 1080 кг, порода - 460 кг;

Таблица 1 - Рекомендованные технологические параметры заполнения отработанных камер для этажа 640-740 м

Этаж	Прочность, МПа	Область заполнения	Доля заполнения, от высоты камеры	$S_{уд}$ вяжущего материала, $см^2/г$	Состав твердеющей закладки на $1 м^3$, кг
640-740	7	I	h_d/H_k	5500	Ш-180, МИ - 90, И-1080, П-460
		II	$h_m-h_b-h_d/H_k$	4300	Ш-180, МИ - 90, И-1080, П-460
		III, V, VII, IX	h_b/H_k	5500	Ш-180, МИ - 90, И-1080, П-460
		IV, VI, VIII	h_m/H_k	2800	Ш-180, МИ - 90, И-1080, П-460
		X	h_b/H_k	2800	Ш-180, МИ - 90, И-1080, П-460

Примечание:

Ш - молотый шлак; МИ - молотый известняк; И - известняк, П - порода

h_d – высота днища камеры, м; H_k – высота камеры, м; h_b – высота подэтажной выработки, м; h_m – высота подэтажа, м.

Увеличение удельной поверхности вяжущего материала может быть достигнуто за счет применения двухстадийной схемы измельчения с использованием новых мельниц сверхтонкого мокрого измельчения. К таким мельницам относят серию IsaMill (Австралия), которая позволяет получать конечный продукт до 5-20 мкм, что обеспечит удельную поверхность доменного шлака в пределах 2800-5500 $см^2/г$.

Выводы

Разработаны рекомендации параметров заполнения очистных камер, которые учитывают структуру закладочного массива. Определены состав закладочной смеси, рациональная величина удельной поверхности, прочность и уровень заполнения закладки в выработанном пространстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козаков, М.О. О влиянии глубины разработки на себестоимость подземной добычи железных руд/ М.О. Козаков /Горный журнал, 1972. - № 9. - С. 24-26.
2. Петлеваний, М.В. Влияние структуры закладочного массива на его прочность/ Школа подземной разработки [Текст]: материалы VI международ. научн.-практ. конф., 24-28 сентября 2012 г./ редкол.: В.И. Бондаренко [и др.] – Д.: Национальный горный университет, 2012. – С.253 – 258.
3. Петлеваний, М.В. Влияние дисперсности закладочных материалов на структурные особенности закладочного массива при подземной добыче руд / М.В. Петлеваний/ Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць /Ін-т Геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. - Дн-ськ, 2011. – Вип. 94, с. 168 – 173.
4. Хоменко, О.Є. Натурні дослідження поведінки масиву гірських порід навколо первинних очисних камер / О.Є. Хоменко, М.М. Кононенко// Науковий вісник НГУ.-2010.-№ 8.-С. 15-17.
5. Кузьменко, А.М. Распределение напряжений в горном массиве вокруг высоких очистных камер при разработке рудных месторождений с твердеющей закладкой / А.М. Кузьменко, В.В. Усатый// Сб. науч. труд. НАН Украины, ИГТМ, вып. 94, Том 1, 2010.-С. 105-133.
6. Кузьменко, А.М. Моделирование устойчивости формы высоких очистных камер при системах разработки железорудных месторождений с твердеющей закладкой /А.М. Кузьменко, В.Ю.Усатый /. Сб. науч. трудов IV Межд. науч.-практ. конф. 12-18 вересня 2010/ отв ред. О.К. Малова. - Днепропетровск: НГУ, 2011.- С.30-38.

7. Отработка и контроль состояния горного массива под водоносными горизонтами/Сб. науч. трудов ГНИГРИ, Кривой Рог.-1988, - С.98-101.

8. Волощенко, В.П. Геомеханические основы разработки мощных железорудных месторождений системами с закладкой : Дис. ...докт. техн. наук. 05.15.02/Волощенко Владимир Петрович. - ДГИ, Днепропетровск, 1985.-314 с.

9. Типовая технологическая инструкция производства закладочных работ на горнорудных предприятиях Украины.-ГП «НИГРИ»,Кривой Рог, 2010. - 62 с.

10. Усатый, В.Ю. Обоснование параметров камер сложной формы второй очереди отработки запасов систем разработки с твердеющей закладкой : Дис. канд. техн. наук: 05.15.02/Усатый Владимир Юрьевич. - НГУ, Днепропетровск , 2011.-145 с.

УДК 665.7.032.56

К.К. Подоляк, асп.

(ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины)

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ГИДРОГЕНИЗАЦИИ УГЛЯ

В роботі розглянуті дослідження по гідрогенізації вугілля. Приведені можливі методи удосконалення та покращення процесу зрідження вугілля для збільшення виходу синтетичного рідкого палива.

ABOUT THE OPPORTUNITY FOR IMPROVING THE PROCESS OF COAL HYDROGENATION

In this work the study on the hydrogenation of coal. Present possible methods of improving and improving coal liquefaction process for increasing the yield of synthetic liquid fuels.

В современном мире нефть и природный газ занимает одну из ключевых позиций в топливно-энергетическом комплексе многих стран. Однако оценка известных мировых залежей нефти и газа свидетельствует о том, что их запасы уже практически исчерпаны. Использование угля в промышленности и энергетике считается альтернативным выходом из сложившейся ситуации.

Значительное снижение экологического ущерба от применения угля в промышленности и энергетике можно достигнуть, используя синтетические топлива, полученные путем химической переработки угля. Это может быть как синтетические газообразные, так и жидкие топлива. Выбросы вредных веществ от использования такого топлива значительно ниже, чем в случае применения просто угля.

В настоящее время во многих странах мира (США, Германия, Япония, КНР, Пакистан, Индия, Индонезия, Австралия и др.) проводятся научно-исследовательские и опытно-промышленные работы, направленные на совершенствование и улучшение показателей отдельных стадий разрабатываемых процессов гидрогенизационной переработки угля и продуктов ожижения с целью повышения эффективности метода. Так, например, в Китае 2008 году начал функционировать промышленный завод (SH-1) по гидрогенизации углей в моторные топлива. Завод использует 1,6 млн. тонн угля в год, чтоб производить 591900 тонн дизельного топлива и 174500 тонн бензина.

Принципиальное различие в химическом составе угля и нефти заключается в