

где SF_k – значение ДПФ отфильтрованного пика на частоте f_k . Далее отфильтрованный сигнал в диапазоне пика умножается на коэффициент

$$1 + \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N D_k \quad (6)$$

Рассматривая фильтрацию пиков различной ширины ($\sigma = 0,3-20$ с) было установлено, что число N частот, участвующих в определении коэффициента D следует брать не более 5-8: иначе для пиков с $\sigma < 1$ с ввиду присутствия в их ДПФ более высоких частот получим завышенные оценки площадей и амплитуд.

Применение алгоритма (5) для коррекции амплитуды и площади отфильтрованного пика компонента позволяет уменьшить ошибку по амплитуде с 2-4 до 0,6-1% для пиков с шириной по оси времени 2,5 и более секунд, скорректированный сигнал остаётся меньше идеального. Если (5) немного изменить для тех частот, для которых АЧХ фильтра больше 0,9, то ошибку удастся уменьшить ещё в 2-5 раз

$$D_k = -1 + \frac{1}{|H(e^{j2\pi f_k})|} \text{ при } |H(e^{j2\pi f_k})| > 0,9; \quad D_k = \left(-1 + \frac{1}{|H(e^{j2\pi f_k})|} \right) \cdot \frac{|SF_k|}{|SF_0|} \text{ при } |H(e^{j2\pi f_k})| \leq 0,9 \quad (7)$$

При моделировании работы фильтра Бесселя 14-го порядка с групповым временем замедления 0,6 с для хроматографических пиков различной ширины по уровню базисного сигнала без коррекции выходного сигнала, с коррекцией по (5) и с коррекцией по (7) на идеальный сигнал, описываемый суммой гауссовых пиков с различными площадями, среднеквадратическими отклонениями и временами удерживания [2], накладывался высокочастотный шум уровнем – 30,5дБ. Для удобства сравнения результатов фильтрации и коррекции выходной сигнал фильтра сдвинут по оси времени на $-\tau_0 = -0,6$ с (на 60 тактов при частоте дискретизации 100 Гц). Имитационное моделирование в системе математических вычислений MathCAD 2000 Professional на ПК Pentium II 450МГц 64М ОЗУ дало такие результаты:

подавление высокочастотных помех (более 20 Гц) более, чем на 120 дБ;

искажения времени удерживания пиков компонент составили 0,6 с для пиков всего диапазона ширины по оси времени;

коррекция отфильтрованного сигнала по (5) позволила уменьшить искажения амплитуды пика с 6 до 3,25 % и его площади с 3,3 до 2 % для пиков с шириной по оси времени 1,8 с и с 1,778 до 1,765 %, с 2,06 до 0,62 % для пиков с шириной по оси времени 16,5 с;

коррекция (7) уменьшила искажения соответственно до 1,670 и 0,95 % для пика с шириной по временной оси 1,8 с и до 0,753 и 0,461 % для пика с шириной 16,5 с.

Список литературы

1. Гуревич А. Л., Русинов Л. А., Сягаев Н. А. Автоматический хроматографический анализ. – Л.: Химия, 1980. – 192с, ил
2. Attila Felinger. Fourier Analysis of Multicomponent Chromatograms. Theory of Nonconstant Peak Widths Models. Anal. Chem. 1991, 63, 2627-2633.
3. Лэм Г. Аналоговые и цифровые фильтры. Расчет и реализация. – М.: Мир, 1984.

Рукопись поступила в редакцию 10.04.12

УДК 622.28.044

В.А. КАЛИНИЧЕНКО, д-р техн. наук, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
И.А. ГОРБАТЕНКО, аспирант, ПАО «Марганецкий ГОК»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ НА ВЫСОТУ ВЫЕМОЧНЫХ ШИРЕКОВ

Рассмотрена зависимость высоты выработок и скорости опускания кровли на сопряжениях очистных выработок от параметров анкерной крепи.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Доработка оставшихся запасов руды на марганцевых шахтах с циклично-поточным производством сопровождается повышенным горным давлением, неудовлетворительным состоянием горных выработок и низкой производительностью очистных забоев. Возобновилась дискуссия о направлениях дальнейшего развития подземно-

го способа разработки. При этом остаются нерешенными задачи по созданию способов и средств поддержания выемочных штреков и их сопряжений с очистными выработками.

Анализ исследований и публикаций. Исследованиями установлено, что основными факторами, определяющими состояние выемочных штреков и их сопряжений с очистными выработками, являются глубина разработки, мощность рудного пласта и пласта глинистого непосредственной кровли, а также скорость отработки выемочных столбов [1]. Оказалось, что высота выемочных штреков и скорость опускания его кровли в зоне ведения очистных работ, находится в прямой пропорциональной зависимости не только от этих факторов, но и от параметров анкерной крепи, таких как длина анкеров, плотность их установки и других [2]. Дальнейшее совершенствование подземного способа разработки марганцевой руды возможно путем применения анкерной крепи в кровле выработок с длиной анкеров 2,8-3,0 м и более [3]. Такая возможность появилась после создания ГП «НИГРИ» технологии возведения составных анкеров из арматурной стали диаметром 22 и 27 мм и длиной 2,5-4,0 м. Анкерование кровли выемочных штреков такими анкерами позволяет сохранить их высоту не уровне не менее 1,8-2,0 м и тем самым обрабатывать выемочные столбы без перекрепления штреков и их сопряжений с очистными выработками.

Постановка задачи - показать, что параметры анкерной крепи оказывают влияние на высоту выемочных штреков в зоне производства очистных работ и определить существующие закономерности, позволяющие разрабатывать паспорта крепления горных выработок при их поддержании анкерной крепью.

Изложение материала и результаты. Для определения влияния параметров анкерной крепи на высоту выемочного штрека был проведен промышленный многофакторный эксперимент на 2-м панельном штреке шахты № 14/15, в ходе которого изменялись такие параметры, как тип и плотность рамной крепи, длина и плотность анкеров в кровле выработки, диаметр анкеров и др. На экспериментальном участке длиной 214,5 м было оборудовано 6 замерных станций, на которых измерялась высота и ширина выработки.

Многофакторный эксперимент показал, что на участках, где анкерная крепь отсутствовала, высота выемочного штрека была наименьшей. На участках, в кровле которых были установлены анкера длиной 2 м высота штрека вблизи сопряжений с заходками составляла 1,0-1,5 м, что было недостаточно для безремонтного производства горных работ.

На экспериментальном участке, в кровле которого были установлены составные анкера из арматурной стали Ø 22 мм и длиной 3,0 м, состоящие из двух соединенных между собой с помощью резьбового переходника Ø 16 мм частей (при плотности анкерования 5 анкеров/м²), высота штрека превышала 2,0 м, что было достаточно для нормального ведения горных работ.

При проведении эксперимента были получены данные, указывающие на наличие корреляционной связи между высотой выемочного штрека, длиной анкеров в его кровле и скоростью отработки выемочного столба. Для определения зависимости был использован метод проф. И.Г.Грубера [4], в котором эмпирические коэффициенты уравнения определяют по формуле

$$\beta = (x^1 x)^{-1} x^1 y, \quad (1)$$

где x - влияющие факторы; y - обобщающий показатель (высота выработки); $(x^1 \cdot x)^{-1}$ - обратная матрица произведения $x^1 y$; $x^1 y$ - вектор правой части уравнения.

Полученная математическая модель имеет вид, м

$$h = -0,1211 + 0,1918l_a + 0,0492V, \quad (2)$$

где h - высота выработки, м; l_a - длина анкеров, м; V - скорость отработки выемочного столба, м/мес.

Аналогичная зависимость получена и для скорости опускания кровли на сопряжениях очистных выработок.

Модели адекватны выборочным данным, поскольку коэффициент их корреляции $r = 0,7$.

Полученная зависимость (2) приведена в графическом виде (рис. 1)

Из рис. 1 следует, что металлическая модель (2) - это плоскость значений высоты выемочного штрека, которая имеет подъем в направлении увеличения значений l_a и V , то есть высота выемочного штрека находится в прямой пропорциональной зависимости от длины анкеров и скорости отработки выемочного столба и имеет максимальное значение 1,8-2,0 м при длине анкеров 2,5-3,0 м и скорости отработки выемочного столба от 30 до 40 м в месяц. При таких

значениях определяющих факторов высота сопряжений на выемочном штреке соответствует требованиям правил техники безопасности.

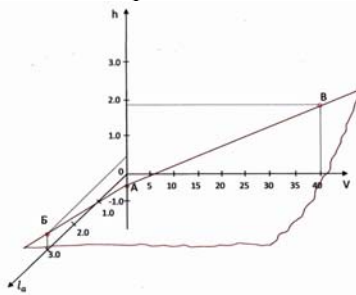


Рис. 1. Зависимость высоты выемочного штрека h от длины анкеров l_a и скорости отработки выемочного столба

При применении анкерной крепи на марганцевой шахте, равновесие пород над горной выработкой достигается, если [5]

$$BK_3h_1L\gamma = nP_3 \quad (3)$$

где B - ширина выработки, $B=3,5$ м; K_3 - коэффициент запаса прочности, $K_3=2$; h_1 - длина части анкеров в зоне расчленения пород, $h_1=0,6B=2,1$ м; L - шаг установки анкеров вдоль выработки, $L=0,5$ м; γ - объемный вес породы, $\gamma=1,85$ т/м³; n - количество анкеров в кровле выработки по ее ширине, шт; P_3 - прочность закрепления анкера в кровле выработки, тс.

Тогда, количество анкеров в ряду по ширине выработки, шт

$$n = \frac{BK_3h_1L\gamma}{P_3} \quad (4)$$

$$n = \frac{3,5 \cdot 2,1 \cdot 0,5 \cdot 1,85}{P_3} = \frac{13,6}{P_3},$$

Для расчета параметра n , а значит и плотности анкерования, потребовалось знать величину P_3 . Она была определена экспериментальным путем для породы кровли рудного пласта, имеющей следующие физико-механические свойства:

- объемный вес породы 1,85 т/м³;
- коэффициент пористости 0,7-0,8 дол.ед.;
- коэффициент водонасыщения 0,8-0,9 дол.ед.;
- сцепление 0,4-0,5 кг/см²;
- угол внутреннего трения 18-21 град.

После обработки полученных данных были получены следующие зависимости.

Для анкеров $\varnothing 22$ мм

$$P_3 = 0,5 + 1,96l_a \quad (5)$$

при $r=0,90$

Для анкеров $\varnothing 27$ мм

$$P_3 = 3,84 + 1,91l_a \quad (6)$$

при $r=0,91$

Если принять длину анкера $l_a = 3,0$ м, его длина за зоной разрыхления породы составит $3-2,1=0,9$ м, а прочность закрепления $P_3 = 0,5 + 1,96 \cdot 0,9 = 2,264$ тс (5).

Тогда, количество анкеров в кровле выработки по ее ширине $n = \frac{13,6}{2,264} = 6$ шт.

Следовательно, для расчета паспорта крепления выемочного штрека необходимо определить прочность закрепления анкера в породе кровли рудного пласта P_3 и количество анкеров в кровле выработки по ее ширине. Тогда, высота выемочного штрека в зоне ведения очистных работ, при установленной скорости отработки выемочного столба, будет соответствовать предъявленным требованиям.

Выводы и направления дальнейших исследований. 1. Высота выемочных штреков в зоне производства очистных работ и на сопряжениях заходок зависит прямопропорционально от длины анкеров в их кровле и скорости отработки выемочных столбов.

2. Для определения плотности установки анкеров в породе кровли рудного пласта достаточно знать их прочность закрепления в этой породе, которая определяется экспериментальным путем или по приведенным зависимостям.

3. Применение анкерной крепи позволяет сохранить рабочее сечение выемочных штреков и их сопряжений в зоне производства очистных работ и создает возможно для дальнейшего совершенствования подземного способа разработки по следующим направлениям:

по созданию подготовительно-очистных технологических комплексов на базе существующего добычного оборудования и анкерной крепи с ее технологией возведения анкеров;
применению безнишевой выемки марганцевой руды путем увеличения ширины выемочных штреков до 4,5-5,0 м;
созданию технологии с закладкой выработанного пространства путем применения анкерной крепи как в выемочных штреках, так и в камерах для кратковременного поддержания их кровли.

Список литературы

1. Инструкция по выбору крепей очистных выработок и их сопряжений на шахтах Приднепровского марганцевого бассейна НИГРИ. – Кривой Рог. – 1989. – 37с.
 2. **Барбашев В.Х.** К расчету параметров анкерной крепи для упрочнения песчано-глинистых пород | Сборник научных трудов НИГРИ. – Кривой Рог. – 1988. – С. 28-30.
 3. **Качко О.В.** Анализ и пути совершенствования технологии марганцевой руды комплексными механизированными заходками | ГП «НИГРИ». – Кривой Рог. – 2006. – С. 52-56.
 4. **Грубер И.** Эконометрия | Киев: «Полиграфкнига». – 1996. – 328с.
 5. **Широков Л.П., Лидер В.А., Писляков Б.Г.** Расчет анкерной крепи для различных условий применения | Киев-Донецк: «Вища школа». – 1987. – 116с.
- Рукопись поступила в редакцию 10.04.12

УДК 622.2:553.546

Б.Н. АНДРЕЕВ, д-т. техн. наук, проф., А.А. СЕРГЕЕВА
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Проведен анализ основных направлений совершенствования технологии комбинированной разработки запасов месторождений железистых кварцитов в условиях совместной открыто-подземной отработки. Обосновано применение комбинированных геотехнологий, разработанных на основе рационального сочетания технологических процессов различных способов разработки при максимальном использовании элементов техники и технологии открытых горных работ и карьерного пространства для освоения запасов переходных зон.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Из анализа опыта комбинированной разработки следует, что наиболее сложной и наименее изученной в геомеханическом и технологическом отношениях является выемка запасов переходных зон, непосредственно выходящих на контур карьера, имеющих ряд особенностей, состоящих в: возможности использования карьерного пространства для вскрытия и подготовки запасов и элементов и технологии открытых горных работ, высоко производительной техники на стадии очистной выемки; увеличения удельных объемов подготовительно-нарезных выработок и повышенной сложности конструкций систем разработки; необходимости проведения специальных мероприятий по изоляции подземных выработок от карьерного пространства; специфическом нагружении несущих элементов систем разработки в прикарьерной зоне и своеобразии способов управления состоянием массива в условиях взаимного влияния карьера и подземных выработок; необходимости организационной и временной увязки режимов горных работ, особенно взрывных, объемов производства открытого и подземного рудников в период совмещения работ; зависимости уровня эффективности работ по выемке запасов переходной зоны от глубины перехода на комбинированную и подземную разработку запасов и последовательности отработки участков шахтного и карьерного полей.

Анализ исследований и публикаций. Многовариантность решений предполагает оценку каждой из возможных схем отработки приконтурных запасов и выбор наиболее целесообразного. Конкурирующие варианты также будут отличаться сроками осуществления капитальных и эксплуатационных затрат и временем получения дохода. Вопросу выбора и обоснования критерия эффективности технологических решений посвящены работы: М.И. Агошкова, Р.П. Каплунова, С.Я. Рачковского, А. В. Старикова, К.Н. Трубецкого и др [1-8]. В них указывается, что критерии оценки и сравнения вариантов должны учитывать затраты общественного труда на добычу и переработку руды, ущерб от потерь и разубоживания, ущерб наносимый природной