

О.Е. ХОМЕНКО, канд. тех. наук, доц.,
М.Н. КОНОНЕНКО, Д.В. МАЛЬЦЕВ асп-ты.
Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕТА РАЗГРУЖЕННОСТИ МАССИВА В КРЕПЛЕНИИ НАРЕЗНЫХ ВЫРАБОТОК НА ШАХТАХ ЗАО «ЗАПОРОЖСКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ КОМБИНАТ»

Раскрыта актуальность эффективного способа крепления нарезных выработок с учетом влияния напряженно-деформированного состояния очистных камер при отработке запасов железных руд в условиях Южно-Белозерского месторождения. Приведена экономическая оценка себестоимости крепления буровых ортов висячем боку залежи. Определен потенциальный экономический эффект от внедрения предлагаемого технологического решения в производство.

Рост экономического потенциала Украины, в первую очередь, основываться на внедрении новых и совершенствовании существующих технологий во всех отраслях промышленности. Прогрессивным направлением горного производства является ресурсосбережение на пути увеличения объемов добычи, повышения качества, снижения себестоимости.

ЗАО «Запорожский железорудный комбинат» работает на базе Южно-Белозерского месторождения и добывает богатую железную руду с помощью этажно-камерной системы разработки с заполнением выработанного пространства твердеющей закладкой. За последние 9 лет горные работы переместились с горизонта 640 на горизонт 840 м. Комбинатом планируется увеличение добычи руды до 4,5 млн. т/год, что способствует всестороннему внедрению передовых технологических решений. Основными направлениями в решении этого вопроса являются использование на подземных работах высокопроизводительного горного оборудования, внедрение новой технологии ведения очистных работ, а так же множества научно-технических решений и рационализаторских предложений.

С начала 90-х годов комбинатом регулярно приобретает импортное высокопроизводительное оборудование, с помощью которого темпы проходки подготовительных выработок достигли 130 м в месяц. С приобретением самоходных буровых станков шведского производства типа «Simba H 1352» себестоимость бурения эксплуатационных скважин снизилась на 15% (в сравнении с отечественным станком НКР-100МПА).

Удаление горных работ от земной поверхности и водоносных горизонтов позволило внедрить на комбинате новый вариант этажно-камерной системы разработки с закладкой. Сущность варианта состоит в том, что отработка этажа вкрест простирания залежи осуществляется с помощью первичных и вторичных камер. Однако, первичные камеры имеют высокое наклонное днище (свыше 50°), которое примыкает к висячему боку залежи [1].

Анализ производственной ситуации по вопросу эксплуатации нарезных выработок с креплением по методике ГНИГРИ показал, что ее эффективность вблизи очистных камер с наклонным днищем невысока. Авторами установлено, что основными видами проявлений горного давления, способствующих разрушению крепи подэтажных выработок, на момент принятия камерами проектных размеров, является растрескивание и разрушение набрызг-бетонной крепи, а также обрушение анкеров и руды в выработках. Буровые орты после разбуривания и выемки запасов камер используются для установки в них изолирующих и пульпоулавливающих перемычек. Все перемычки устанавливаются в областях буровых ортов с пониженной устойчивостью обнажений массива, что снижает безопасность горных работ, повышает травматизм и снижает производительность труда крепильщиков [2].

В результате теоретических исследований напряженно-деформированного состояния горных пород вокруг очистных камер и нарезных выработок, установлены закономерности изменения областей предельных деформаций вокруг выработок. Также изучено изменение этих параметров при различной высоте расположения выработок относительно очистных камер с увеличением глубины разработки. Полученные закономерности позволяют подобрать рациональный способ крепления буровых ортов, что в дальнейшем открывает возможность совер-

шенствования технологии крепления выработок, которые заложены в массиве зоны влияния очистной камерой.

Для снижения негативных проявлений горного давления в подэтажных буровых выработках нами предложен новый способ крепления, учитывающий полученные зависимости. Данное технологическое решение позволяет повышать безопасность ведения горных работ, в первую очередь связанных с заполнением очистных камер твердеющими смесями, а в дальнейшем совершенствование буровзрывных работ при отработке вторичных камер. Предлагаемое технологическое решение включает в себя применение многоразовых анкеров в той части выработки, где очистная камера оказывает разгружающее влияние на нее. Помимо 25...30% экономии ресурсов на поддержание выработок происходит снижение на 1,0...1,5% засорения руды благодаря устранению попадания в руду набрызг-бетонного крепления.

Экономическая эффективность определялась нами применительно к залежи «Главная» при отработке запасов в этаже 640...740 м. Существующее крепление ортов на буровых подэтажах 690 и 715 м состояло из анкеров, набрызг-бетона или комбинированного крепления – набрызг-бетона, анкеров и сетки «рабица». Базовый вариант крепления нарезных выработок осуществляется набрызг-бетоном толщиной до 0,05 м. Ним закреплено до 50% всей протяженности буровых ортов. Дополнительное крепление ортов осуществлялось с помощью трубчатых анкеров и составляло 20% от всей протяженности выработок.

Предлагаемая технология крепления буровых ортов предусматривает применение комбинированного крепления с помощью многоразовых анкеров совместно с сеткой «рабица». Применение предложенного крепления составит на подэтажном горизонте 690 м – 21%, а на 715 м – 50% от всей протяженности буровых выработок.

Оценка себестоимости базового и предлагаемого вариантов крепления нарезных выработок для рассматриваемых горизонтов выполнялось по следующим статьям затрат: стоимость материалов и энергии, затраты на основную и дополнительную заработную плату, отчисления на социальное страхование и амортизацию.

Себестоимость базового и предлагаемого вариантов, грн.

$$C = Z_m + Z_\varepsilon + Z_{o.zl} + Z_{d.zl} + Z_{соц.ст} + A, \quad (1)$$

где Z_m – затраты на материалы, грн.;

Z_ε – стоимость энергии, грн.;

$Z_{o.zl}$ – затраты на основную заработную плату, грн.;

$Z_{d.zl}$ – затраты на дополнительную заработную плату, грн.;

$Z_{соц.ст}$ – затраты на социальное страхование, грн.;

A – амортизационные отчисления, грн.

В качестве примера рассмотрим определение себестоимости базового варианта крепления нарезных выработок набрызг-бетоном выполнялось в следующей последовательности. Определяли суммарную длину выработок, закрепленных набрызг-бетоном, м

$$L_1 = 0,5 \cdot n_{орт} \cdot m_{ср}, \quad (2)$$

где $n_{орт}$ – количество ортов на горизонте 690 м, $n_{орт} = 34$ шт.;

$m_{ср}$ – средняя мощность залежи, $m_{ср} = 84$ м;

0,5 – 50% ортов закреплено набрызг-бетоном.

Затраты материалов на крепление набрызг-бетоном, грн

$$Z_m = V_{н-б} \cdot C_{н-б}, \quad (3)$$

где $V_{н-б}$ – объем набрызг-бетона, м³;

$C_{н-б}$ – стоимость 1 м³ набрызг-бетона, грн.

Необходимый объем бетона M_{400} , м³

$$V_{н-б} = 1,15 \cdot L_1 \cdot (2h + 1,33 \cdot B_1) \cdot \delta_k, \quad (4)$$

где h – высота прямой стенки выработки, м;

B_1 – ширина выработки в проходке, м;

δ_k – толщина набрызг-бетонного крепления, м;

1,15 – потери бетона при отскоке 15%.

Стоимость пневматической и электрической энергий определяли произведением затрат энергии при креплении на стоимость единицы энергии.

Основная заработная плата крепильщиков, грн.

$$Z_{o.zl} = N \cdot (T_{став} + П + Д + П_{прираб}), \quad (5)$$

где N – трудоемкость работ по возведению набрызг-бетонного крепления, чел.-смен;

$T_{став}$ – тарифная ставка, грн.;

$П$ – премия за выполнение плана, 60% от $T_{став}$, грн.;

$Д$ – доплаты за работу в ночное время, 10% от $T_{став}$, грн.;

$П_{прираб}$ – сдельный приработок, 10% от $T_{став}$, грн.

Дополнительная заработная плата определялась как 20% от основной зарплаты. Отчисления на социальные страхования принимали по данным 2005 года, как 37,5% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

Амортизационные отчисления за время выполнения работ по креплению набрызг-бетоном, грн.

$$A = \frac{0,15 \cdot C_{об}}{12} \cdot t_p, \quad (6)$$

где $C_{об}$ – себестоимость оборудования, грн.;

t_p – время выполнения работ, мес;

0,15 – 15% годовой объем амортизационных отчислений.

Себестоимость 1 м крепления бурового орта набрызг-бетоном на подэтаже 690 м, грн./м

$$C_{1кр.1м} = \frac{C}{L_1}, \quad (7)$$

При креплении ортов анкерами либо анкерами с сеткой «рабица» алгоритм определения себестоимости крепления выработки аналогичен изложенному. Результаты расчетов себестоимости крепления по подэтажным горизонтам 690 и 715 м приведены в таблице.

Калькуляция себестоимости

Наименование параметра	Базовый вариант		Предлагаемый вариант
	Крепление набрызгбетоном	Докрепление анкерами	Крепление анкерами с сеткой
Затраты на материалы, грн.	112165,5	17180,32	<u>39822,19</u> 61574,11
Затраты на энергию, грн.	2036,46	374,59	<u>1217,72</u> 2898,18
Затраты на основную заработную плату, грн.	13428,53	2604,53	<u>11581,68</u> 27560,61
Затраты на дополнительную заработную плату, грн.	2685,71	520,91	<u>2316,34</u> 5512,12
Затраты на социальное страхование, грн.	6042,84	1172,04	<u>5211,77</u> 12402,27
Амортизационные отчисления, грн.	663	1779,71	<u>5772,03</u> 13708,56
Себестоимость крепления, по горизонту, грн.	137022,04	23632,1	<u>65921,73</u> 65921,73
Себестоимость крепления 1 м выработки, грн.	95,95	41,39	<u>109,87</u> 86,59
Затраты на крепление горизонта 690 м	160654,14		<u>65921,73</u> 123655,85
Ожидаемый экономический эффект по горизонту 690 м, грн			<u>94732,41</u> 36998,29

Примечание: числитель – горизонт 690 м, знаменатель – горизонт 715 м.

Ожидаемая экономическая эффективность по каждому подэтажному горизонту [3]

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}^{np} - \mathcal{E}^b \quad (8)$$

где \mathcal{E}^{np} – ожидаемый экономический эффект для предлагаемого варианта крепления, грн;

\mathcal{E}^b – ожидаемый экономический эффект для базового варианта крепления, грн;

Ожидаемая экономическая эффективность от применения предлагаемого способа крепления подэтажных буровых ортов для двух горизонтов составит 131730,70 грн.

Внедрение рационального способа крепления нарезных выработок с учетом влияния очистных камер в условиях шахт ЗАО «ЗЖРК» приведет к снижению себестоимости крепления нарезных выработок на 29,5%.

Список литературы

1. Хоменко О.Є., Кононенко М.М. До обґрунтування технології кріплення нарізних виробок в умовах ЗАТ „Запорізький ЗРК” // Науковий вісник НГУ. – 2003. – № 7. – С. 15-17.
2. Бондаренко В.И., Хоменко О.Е., Кононенко М.Н. Технология крепление подготовительных выработок в условиях Южно-Белозерского железорудного месторождения // Науковий вісник НГУ. – 2005. – № 8. – С. 3-6.
3. Шершнеv А.А., Турило А.М. Сравнительная экономическая оценка эффективности разработки рудных месторождений // Изв. вузов. Горный журнал. – 1991. – № 7. – С. 44-46.