

О.Е. ХОМЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
М.Н. КОНОНЕНКО, Д.В. МАЛЬЦЕВ., аспиранты
Национальный горный университет, Днепропетровск

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 основывается на внедрении новых и совершенствовании существующих технологий во всех отраслях промышленности. Прогрессивным направлением горного производства является ресурсосбережение при одновременном увеличении объемов добычи, повышении качества и снижении 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 м на гор. 840 м. Комбинатом планируется увеличение добычи руды до 4,5 млн т/год, что способствует всестороннему применению передовых технологических решений. Увеличение производственных мощностей может осуществляться за счет использования на подземных работах высокопроизводительного горного оборудования и внедрения новой технологии ведения очистных работ.

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-100 МПА.

В настоящее время добыча железных руд осуществляется этажно-камерной системой разработки с закладкой. Сущность данной технологии состоит в том, что отработка этажа вкрест простирания залежи осуществляется с помощью первичных и вторичных камер. Первичные камеры имеют высокое наклонное днище (свыше 50°), которое примыкает к висячему боку залежи [1].

Как показали исследования, снижение устойчивости нарезных выработок вблизи очистных камер довольно значительно. Авторами установлено, что основными видами проявлений горного давления, способствующего его разрушению крепи подэтажных выработок на момент принятия камерами проектных размеров, является растрескивание и разрушение набрызгбетонной крепи, а также формирование вывалов в выработках. Буровые орты после разбуривания и выемки запасов камер используются для установки в них изолирующих и пульпоулавливающих перемычек. Как правило, перемычки устанавливаются в буровых ортах, находящихся в областях нарушенности 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 разрушающих деформаций вокруг выработок. Также изучено изменение этих параметров при различных координатах расположения выработок относительно очистных камер с увеличением глубины разработки. Полученные закономерности позволяют подобрать рациональный способ крепления буровых ортов, что в дальнейшем открывает возможность совершенствования технологии крепления выработок в зоне влияния очистных камер.

Для снижения негативных проявлений горного давления в подэтажных буровых выработках предложен новый способ крепления, который позволит повысить безопасность ведения

горных работ, в первую очередь при заполнении очистных камер твердеющими смесями, а в дальнейшем с понижением горных работ обеспечить совершенствование буровзрывных работ. Предлагаемое технологическое решение позволяет применить многократно используемую крепь выработок только в той части, где очистная камера обеспечивает перераспределение напряжений, в результате которого снижается деформация выработки. Помимо экономии материальных ресурсов на поддержание выработок на 25...30 % происходит также снижение засорения руды на 1,0...1,5 % благодаря устранению попадания в руду частиц набрызгбетона.

Экономическая эффективность предлагаемого способа крепления определялась применительно к залежи «Главная» при отработке запасов в этаже 640...740 м. Существующее крепление ортов на буровых подэтажах 690 м и 715 м осуществляется анкерами, набрызгбетоном или комбинированным креплением - набрызгбетон, анкера и сетка «рабица». Базовый вариант крепления нарезных выработок осуществляется набрызгбетоном толщиной до 0,05 м, которым крепили 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 железобетонных анкеров совместно с сеткой «рабица». Применение предложенного крепления составляет на подэтажном горизонте 690 м - 21 %, а на 715 м - 50% от всей протяженности буровых выработок.

Оценка себестоимости крепления при базовом и предлагаемом вариантах для гор. 690 м и 715 м осуществлялась 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.

$$C = Z_m + Z_3 + Z_{o.zp} + Z_{d.zp} + Z_{соц.ст} + A, \quad (1)$$

где Z_m - затраты на материалы, грн.; Z_3 - стоимость энергии, грн.; $Z_{o.zp}$ - затраты на основную заработную плату, грн.; $Z_{d.zp}$ - затраты на дополнительную заработную плату, грн.; $Z_{соц.ст}$ - затраты на социальное страхование, грн.; A - амортизационные отчисления, грн.

Рассмотрим определение себестоимости базового варианта крепления нарезных выработок набрызгбетоном, которое осуществлялось в следующей последовательности. Сначала определяется суммарная длина выработок, закрепленных набрызгбетоном из выражения, 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 - коэффициент, учитывающий удельный вес крепления ортов набрызгбетоном.

При этом затраты материалов на крепление набрызгбетоном составят, грн.

$$Z_m = V_{нб} \cdot C_{нб}, \quad (3)$$

где $V_{нб}$ - объем набрызгбетона, м³; $C_{нб}$ - стоимость 1 м³ набрызгбетона, грн.

Соответственно, необходимый объем бетона М 400 определяется, м³

$$C_{нб} = 1,15 L_1 (2h + 1,33 B_1) \delta_n, \quad (4)$$

где h - высота прямой стенки выработки, м; B_1 - ширина выработки в проходке, м; δ_n - толщина набрызгбетонного крепления, м; 1,15 - потери бетона при отскоке, 15 %.

Стоимость пневматической и электрической энергии равны произведению количества расходуемой энергии на крепление и стоимости единицы энергии.

Основная заработная плата крепильщиков составляет, грн.

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

где N - трудоемкость работ по возведению набрызгбетонного крепления, чел./см; $T_{став}$ - тарифная ставка, грн.; $П$ - премия за выполнение плана, 60 % от $T_{став}$, грн.; $Д$ - доплата 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 г. как 37,5 % от суммы основной и дополнительной заработной платы.

Амортизационные отчисления за время выполнения работ по креплению набрызгбетоном составили, 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 (15 %).

Себестоимость 1 м крепления бурового орта набрызгбетоном на подэтаже 690 м, грн./м

$$C_{кр.1м} = C/L. \quad (7)$$

При креплении ортов только анкерами или анкерами с сеткой «рабица» методика определения себестоимости крепления выработки аналогична изложенному. Результаты расчетов себестоимости крепления по подэтажным горизонтам 690 и 715 м приведены в табл. 1.

Таблица 1

Калькуляция себестоимости

Наименование параметров	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 – гор. 690 м; знаменатель – гор. 715 м.

Ожидаемую экономическую эффективность по каждому варианту устанавливаем из выражения [3]

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_{пр} - \mathcal{E}_б, \quad (8)$$

где $\mathcal{E}_{пр}$ - ожидаемый экономический эффект для предлагаемого варианта крепления, грн.

Э₆-ожидаемый экономический эффект для базового варианта крепления, грн.

Как видно из приведенных расчетов, ожидаемая экономическая эффективность от применения предлагаемого способа крепления подэтажных буровых ортов для двух горизонтов составит 131730,70 грн.

Таким образом, внедрение рационального способа крепления нарезных выработок с учетом влияния очистных камер на напряженное состояние массива, в границах которого пройдены буровые выработки, в условиях шахт ЗАО «ЗЖРК» позволит снизить себестоимость крепления нарезных выработок на 28-30 %.

Список литературы

1. **Хоменко О.С., 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 крепления подготовительных выработок в условиях Южно-Белозерского железорудного месторождения // Науковий вісник НГУ. – 2005. – № 8. – С. 3-6.
3. **Шершнев А.А., Турило А.М.** Сравнительная экономическая оценка эффективности разработки рудных месторождений // Изв. вузов. Горный журнал. – 1991. – № 7. – С. 44-46.