

В случае необходимости сравнения между собой нескольких вариантов организации горно-транспортных работ или когда исследования направлены на совершенствование некоторого базового варианта вводится такой показатель, как «Относительный экономический эффект», рассчитываемый по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{отн}} = \mathcal{E}_{\text{усл}}^B - \mathcal{E}_{\text{усл}}^n, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{отн}}$ – относительный экономический эффект от реализации нового варианта, млн тенге; $\mathcal{E}_{\text{усл}}^B$ – затраты по базовому варианту, млн тенге; $\mathcal{E}_{\text{усл}}^n$ – затраты по новому n -му варианту, млн тенге.

Более детальный порядок и физический смысл расчетов по данным двум формулам представлен в работах [2, 3].

Комплекс проведенных исследований с использованием данного программно-методического обеспечения показал высокую степень чувствительности заложенной в нем экономико-мате-

матической модели к изменению горнотехнических и горно-геологических условий, а также внутренних параметров режима эксплуатации горнотранспортных систем карьеров, что позволяет на высоком уровне обосновывать различные технические, технологические, организационные и экономические решения. С использованием данного модуля могут успешно решаться задачи оценки эффективности инвестиционных проектов, направленных на совершенствование организации и реконструкцию горных работ как по эксплуатации крупных, так и средних и малых месторождений полезных ископаемых.

В целом данный подход является эффективным при обосновании практически любых мер организационного, технологического, технического и экономического плана, направленных на усовершенствование системы управления геотехнологическим комплексом и повышение эффективности его функционирования.

Библиографический список

1. Основные средства и нематериальные активы Республики Казахстан. 1999–2004: Статистический сборник / Под общ. ред. Ю.К. Шокаманова. Алматы, 2005. 188 с.
2. Галиев С.Ж., Рамазанов Б.М., Бекпеисова Н.С. Оценка экономической эффективности работы горнотранспортных комплексов карьеров // Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». Караганда, 1998. С. 473–476.
3. Ахмедов Д.Ш., Баймухаметова Г.К., Бояндинова А.А., Долженков П.А. Общий подход к оценке эффективности работы автотранспорта // Труды VIII Международной научно-технической конференции «Проблемы карьерного транспорта», 20–23 сентября 2005 г. Екатеринбург, 2005. С. 6.

УДК 622.2

В. Н. Калмыков, А. А. Зубков

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИСТЕМАМИ С ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА

При разработке ценных руд наибольшее распространение получили камерные системы разработки с твердеющей закладкой, которые, однако, характеризуются низким коэффициентом использования рудной площади вследствие увеличения срока очистных работ в блоке за счет процесса закладки и твердения массива и соответственно ограниченной интенсивностью горных работ. В современных условиях, при росте дефицита сырья для металлургической промышленности, ставится задача повышения интенсивности горных работ, решение которой возможно за счет: применения более производительного горного оборудования

на подготовительно-нарезных и очистных работах; организации производства работ на нескольких горизонтах; сокращения сроков закладки и твердения материала, совмещения подготовительно-нарезных работ в смежных блоках с процессом формирования искусственного массива; оптимального раскроя шахтного поля и выбора рационального порядка отработки его запасов.

Анализ опыта подземной разработки показал, что на большинстве отечественных горнодобывающих предприятий при применении камерных систем используются комплексы современного мощного самоходного оборудования, и резерв по-

вышения производительности за счет технического перевооружения горных работ весьма ограничен.

Из практики освоения месторождений подземным способом известно, что организация добычи на нескольких этажах приводит к децентрации фронта горных работ и сопровождается усложнением процесса управления горным давлением. Данный вариант повышения интенсивности отработки следует рассматривать как нецелесообразный, принимаемый вынужденно.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения интенсивности подземных горных работ является совершенствование технологии закладочных работ, имеющие целью сокращение времени процессов закладки камер и срока набора нормативной прочности искусственным массивом, которые изменяются от 3 до 8 месяцев.

Согласно нормам технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки (1993 г.), производственная мощность горного предприятия для пологих месторождений находится по коэффициенту использования рудных площадей и производительности блока и его размерам в плане. Производительность блока при системах разработки с закладкой существенно снижается вследствие увеличения времени очистных работ за счет процессов закладки выработанного пространства твердеющими смесями и набора ими нормативной прочности. Расчеты показали, что уменьшение затрат времени на закладку и её твердение позволяют повысить производительность блока и увеличить объем добычи в течение того же периода времени и на тех же рудных площадях. Так, например, уменьшение нормативного срока твердения массива на 1, 2 и 3 месяца при общем сроке отработки камеры закладкой и твердением массива, равным 12 месяцев, позволяет повысить производительность блока соответственно на 9, 12 и 13%.

Очевидно, что реализация вышеперечисленных мероприятий приведет к росту себестоимости закладки, изменению технологической схемы приготовления твердеющей смеси и формирования искусственного массива в выработанном пространстве. В связи с этим была произведена технико-экономическая оценка вышеперечисленных мероприятий по сокращению нормативных сроков твердения монолитной закладки на примере одного из подземных рудников, эксплуатирующего медно-колчеданное месторождение на Южном Урале. Рассчитывались себестоимость приготовления единицы объема закладки, величина дополнительных инвестиций и годовых эксплуатационных расходов по вариантам.

Максимальный годовой объем добычи на рассматриваемом подземном руднике при сплошном порядке выемки составляет 2300 тыс.т. Требуется увеличить производственную мощность рудника до 2500 тыс.т, т.е. повысить интенсивность отработки на тех же рудных площадях. При росте производительности на 8–10% потребуется дополнительно отработать и заложить в течение года 3–4 камер при среднем объеме одной камеры 60 тыс.т. Резервные мощности ПЗК позволяют это сделать. Таким образом, увеличение объемов добычи может быть обеспечено за счет совершенствования технологии закладочных работ, в частности за счет сокращения сроков твердения.

Предполагается обеспечить рост объемов добычи за счет сокращения сроков отработки блока, в частности сокращения времени твердения массива. Возможно решить эту задачу путем создания новых забоев, развития дополнительных фронтов, однако это нарушает общий порядок, приводит к дестабилизации.

Для уменьшения срока твердения искусственного массива были проведены исследования технологии закладки по следующим вариантам: увеличение расхода вяжущих компонентов в составе твердеющей смеси; повышение температуры закладочных смесей на стадиях приготовления, транспорта и формирования закладки; включение в состав твердеющих смесей химических ускорителей твердения. В связи с тем, что временные затраты на заполнение камер находятся в пределах 0,7–1,0 месяца, сокращение этого срока за счет увеличения производственной мощности закладочного комплекса следует считать нецелесообразными из-за существенного роста капитальных затрат, связанных с повышением производительности ПЗК.

Анализ результатов лабораторных исследований показал, что повышение расхода вяжущих компонентов в составе закладочной смеси приводит к сокращению срока твердения искусственного массива, но существенно отражается на себестоимости закладки.

Проведенные ранее исследования свидетельствуют о том, что для закладочных смесей на основе доменного гранулированного шлака возможно существенное повышение прочности закладки за счет саморазогрева смеси. Повышение температуры твердения достигается включением в состав негашеной извести, которая в результате гашения выделяет большое количество тепла – 227 ккал тепловой энергии на 1 кг. При обычных условиях приготовления закладочной смеси ее температура при выходе из мельницы составляет 15–20°C, для повышения интенсивности тверде-

ния закладочной смеси, укладываемой в выработанное пространство, необходим ее разогрев до температуры 40°C, этим возможно добиться ускорения твердения составов на 30–50%. Подача извести и приготовление закладки осуществляется без существенного изменения технологической схемы поверхностного закладочного комплекса, известь включается в состав закладочной смеси путем установки бункера и дозатора. Так как в результате быстрого гашения извести может произойти закупорка трубопровода, во избежание этого нежелательного явления используется пластифицирующая добавка ЛСТ в количестве 0,3% от массы вяжущего.

Расход компонентов закладочной смеси при применении негашеной извести приведен в табл. 1, добавка негашеной извести повлечет снижение расхода цемента на 7%.

Общее увеличение себестоимости закладочной смеси составит для данного варианта закладки камер 8,5%. Годовые затраты на интенсификацию развития горных работ с помощью разогрева закладочной смеси негашеной известью составят 7830 тыс.руб./год.

Использование негашеной извести предполагает полную замену цемента как активизатора доменного шлака. Переход на бесцементное вяжущее потребует организацию производства негашеной извести, сопряженное с большими инвестициями в сооружение известкового завода, если не имеются поставщики данного материала. Расчеты показали, что внедрение известково-шлакового вяжущего не ведет к росту себестоимости закладочных работ и даже имеет место небольшое ее снижение за счет разницы в ценах цемента и негашеной извести.

Для интенсификации твердения закладочных смесей на основе цемента и доменного гранулированного шлака возможно использование разогретой воды. При обычных условиях приготовления закладочной смеси в мельницу подается вода температурой 5–20°C, среднегодовая температура воды составляет 7°C. При повышении

температуры закладочной смеси, укладываемой в выработанное пространство до 40–50°C, возможно ускорить твердение массива.

Температура компонентов, применяемых для закладочной смеси, и соответственно расход энергии на подогрев воды в зависимости от времени года будет меняться, поэтому степень нагрева воды для затворения состава должна учитывать сезонность работ.

На каждом подземном руднике имеется котельная, которая рассчитана на выработку определенного количества тепла. Фактическая годовая производительность котельной, как правило, превышает потребности рудника. Поскольку котельная обычно находится на территории промплощадки вблизи закладочного комплекса, для того чтобы организовать производство разогретой воды, необходимо проложить трубопровод от котельной до закладочного комплекса, а в технологическую схему подачи воды дополнительно включить теплообменник.

Анализ результатов проведенных исследований твердения составов с применением разогретой воды показал, что затраты на выработку необходимого количества тепловой энергии на подогрев воды для интенсификации твердения закладочной смеси составят 2485,3 тыс.руб./год.

Для интенсификации твердения закладочных смесей возможно также использование ускорителей твердения, таких как КОН и NaOH. Добавка ускорителя твердения в количестве 5% от массы вяжущего позволяет сократить время твердения на 50–60%.

При экономической оценке данного варианта интенсификации процесса твердения рассчитывались годовые затраты на приобретение ускорителя твердения и затраты на дооснащение закладочного комплекса бункером – дозатором для каустической соды. Так как стоимость КОН выше стоимости каустической соды (NaOH) в качестве ускорителя твердения принимаем каустическую соду (NaOH). Годовые затраты на приобретение ускорителя твердения составят 41,3 млн.руб.

Таблица 1

Себестоимость 1 м³ предлагаемых составов закладочных смесей

Нормативная прочность закладки, МПа	Расход компонентов смеси на 1 м³, кг						Себестоимость смеси, руб./м³
	Вяжущее				Заполнитель		
	Цемент	Шлак	Известь	ЛСТ	Диабаз	Вода	
1	37	200	27,25	0,5	1100	500	170,25
3	93	200	27,25	0,5	1030	500	217,73
5	140	300	27,25	0,5	930	500	282,56

Таблица 2

Сравнение вариантов интенсификации

Вариант интенсификации твердения закладочных смесей	Инвестиции, тыс.руб.	Годовые затраты, тыс.руб.
Применение разогретой воды	1900	2385,3
Применение извести	258,8	7830
Применение каустической соды	103,5	41315,3

В табл. 2 приведено экономическое сравнение вышеперечисленных вариантов интенсификации отработки Узельгинского месторождения.

По результатам экономического сравнения вариантов интенсификации твердения закладочных составов можно сделать вывод о том, что наименее затратным способом является применение разогретой воды в случае, если горное предприятие не имеет своей рудной базы и завода для производства негашеной извести. При наличии собственного известкового производства предпочти-

тельным является вариант использования бесцементных составов закладки.

Увеличение затрат на закладку выработанного пространства путем применения разогретой воды позволит получить снижение себестоимости добываемой руды за счет экономии на условно постоянных расходах на 17 руб./т. Расчетное увеличение рентабельности Узельгинского рудника составило 3,23%. В результате проведенного анализа увеличение производительности на 20% возможно при сокращении сроков твердения с 6 до 3 месяцев.

УДК 622.23.054.72

Г. Д. Першин, Г. А. Караулов, Н. Г. Караулов, А. Г. Караулов

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МРАМОРНОГО СЫРЬЯ

На современных российских предприятиях степень переработки добываемого мрамора в несколько раз ниже, чем на аналогичных зарубежных. Вследствие чего предприниматель вкладывает деньги в опытные карьеры и, не находя там выхода товарных блоков, прекращает дальнейшую разработку. А идеальных мраморных блоков без трещин не будет, так как вследствие геологических процессов, а именно тектонических нарушений разрывного и складочного характера, в мраморе образуются трещины.

Из этого можно сделать вывод: что при добыче мрамора акцент надо ставить не только на выход товарных блоков, а на комплексное использование добываемого мраморного сырья. Только при таком подходе можно наиболее эффективно и с полной отдачей использовать мраморные месторождения.

Наиболее эффективная отработка месторождений обеспечивается за счет оптимизации параметров уступа, оптимизация параметров уступа возможна при использовании алмазно-канатных машин.

Ранее, при обосновании высоты уступа [4] с использованием алмазно-канатного оборудования, добывался максимальный выход товарных блоков только в карьере, но не учитывались требования, предъявляемые к блокам при обработке их в камнеобрабатывающем цехе. Например, эффективность распиловки блоков I и II групп, как показывают расчеты, на Воскресенском камнеобрабатывающем заводе будет на 50% выше, чем распиловка блоков III группы. На Воскресенском заводе сделаны замеры времени на производство плит-заготовок, и, как видно из графика на рис. 1

[7], чем больше объем блоков, тем меньше время требуется на производство одного и того же числа плит-заготовок. При пилении блоков меньше 3 м^3 будет получено 15,1 тыс.м² плит-заготовок, а при пилении блоков больше 3 м^3 (I и II групп) можно произвести 21,3 тыс.м². При норме прибыли на 1 м² облицовочной плиты, равной 500 руб., годовой экономический эффект превысит 3 млн руб.

При обосновании параметров системы разработки необходимо учитывать различную стоимость блоков в зависимости от их объема при их реализации, в соответствии с чем предлагается методика определения оптимальной высоты добычного уступа по критерию максимальной стоимости всех блоков, получаемых в процессе выемки, во взаимосвязи с применяемым в КОЦ оборудованием.

Например, если работа КОЦ направлена на выпуск слэбов, предприятие в первую очередь

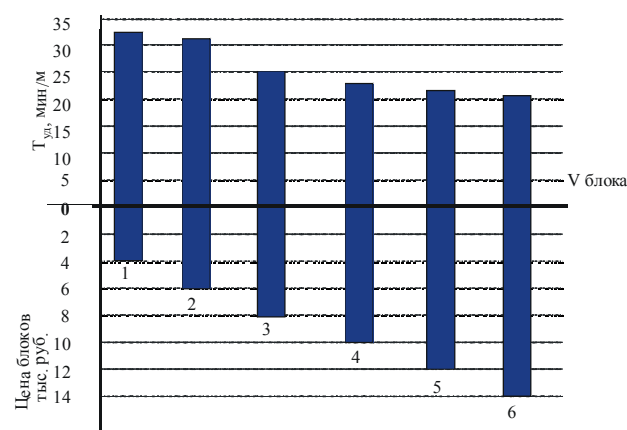


Рис. 1. Зависимости удельного времени распила блоков от их объема и цены