

Помимо этого собирается и анализируется информация о наиболее передовых современных и экологически чистых технологиях добычи, переработки и дальнейшего использования в качестве теплоносителя термоминеральных ресурсов,

апробация и внедрение которых в условиях горных и предгорных территорий благоприятно повлияет на их дальнейшее экономическое и социальное развитие.

Библиографический список

1. Богородицкий К.Ф. Высокотермальные воды СССР. М.: Наука, 1968.
2. Кусова Ж.Г. Комплексное использование термоминеральных вод для устойчивого развития РСО-Алании // Моделирование устойчивого регионального развития: Материалы второй Международной конференции. Нальчик, 14–18 мая 2007 г. Нальчик, 2007. Т. II. С. 84–87.
3. Кусова Ж.Г. Термальные воды Северной Осетии-Алании как альтернативный источник энергии // Инновационные технологии для устойчивого развития горных территорий: Материалы IV Международной конференции. Владикавказ, 28–30 мая 2007 г. Владикавказ, 2007. С. 678–679.
4. Шпак А.А., Мельканоицкий И.М., Сержников А.И. Методы изучения и оценки геотермальных ресурсов. М.: Недра, 1992.
5. Шпак А.А., Ефремочкин Н.В., Боровский Л.В. Поиски, разведка и оценка прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов теплоэнергетических вод / Мин-во геологии СССР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т гидрогеологии и инженерной геологии. М.: Недра, 1989.
6. Хузиев И.К. Концепция развития электроэнергетики Республики Северная Осетия-Алания. Владикавказ, 2007.
7. Кусова Ж.Г. Вопросы рационального использования термальных вод Северной Осетии // Интеллектуальные системы в производстве. Ижевск. 2007. № 2.

УДК 622.672

Зубков А.А.

**К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ
РАЗРАБОТКИ С ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА**

В процессе освоения медноколчеданных месторождений наблюдается ухудшение горно-геологических, горнотехнических условий, сокращение рудных площадей. Это приводит к уменьшению производственной мощности подземных рудников, отрицательно сказывается на технико-экономических показателях. Горнодобывающие предприятия, несмотря на ухудшение условий разработки, заинтересованы в обеспечении постоянных объемов добычи полезного ископаемого и даже их наращивании. Выполнение данных задач осложняется требованиями к качеству извлекаемого полезного ископаемого по содержанию, номенклатуре компонентов, сортности руд, удовлетворение которых обуславливает необходимость проведения мероприятий по усреднению руд, вовлечению в отработку дополнительных рудных площадей. Усреднение качества рудной массы и вывод части рудных площадей, вследствие твердения закладочного массива, приводит к снижению интенсивности отработки рудных залежей и деконцентрации работ. Низкая интенсивность ведения горных работ является причиной функционирования большого количества одновременно обрабатываемых залежей, что, в

свою очередь, приводит к усложнению схемы подъемно-транспортного комплекса предприятий, росту основных фондов и увеличению себестоимости добычи.

Нейтрализовать действие негативных горно-геологических факторов на выполнение программы рудника возможно на путях интенсификации горных работ, которую принято оценивать показателем интенсивности отработки месторождений, отображающим уровень изменения физического объема добычи руды за один производственный цикл или за определенное время при существующей технологии добычи.

Показатель интенсивности эксплуатации напрямую связан с коэффициентом концентрации горных работ, который отражает влияние совокупности горнотехнических, технологических и организационно-экономических факторов на степень сосредоточения горных работ в условиях конкретного подземного рудника. На него в большой степени влияет уровень интенсивности отработки месторождения, особенно это проявляется при системах разработки с закладкой выработанного пространства вследствие большого количества технологических процессов.

Сущность интенсификации горного производства состоит в повышении объемов добытой руды в единицу рабочего времени без увеличения количества блоков, панелей. По своему смыслу показатель интенсивности отработки блоков, панелей является обобщающим, характеризует эффективность очистных работ в целом и зависит главным образом от интенсивности выпуска руды, продолжительности подготовительно-нарезных работ, технологии очистной выемки, организации труда и производства, применяемого оборудования, закладки выработанного пространства, твердения смеси и др. [1].

Анализ состояния горных работ на медно-колчеданных месторождениях показывает, что, как правило, горные работы ведутся по всему шахтному полю и одновременно обрабатывается несколько горизонтов. Такая деконцентрация горных работ приводит к значительным затратам на поддержание выработок, откаточных путей, электрических сетей, воздухопроводов. Создаются трудности с подачей свежего воздуха в очистные выработки. Практика выполнения производственных процессов показывает, что в шахтах, где уровень концентрации и интенсивности горных работ выше, достигаются лучшие технико-экономические показатели, значительно снижаются расходы на поддержание горных выработок, а также другие затраты, приходящиеся на 1 т добычи руды.

Изыскание резервов увеличения темпов отработки месторождения проводилось на примере Узельгинского медно-колчеданного месторождения. Были исследованы производственные процессы отработки камеры пологозалегающего рудного тела при сплошном порядке отработки с целью сокращения времени их выполнения. Основными направлениями сокращения сроков отработки блоков и воспроизводства рудных площадей является ускорение процессов подготовки и нарезки блоков, очистных работ, закладки.

Исследование технологических процессов проводилось на примере камеры объемом 36000 м³, типичной для Узельгинского месторождения. По каждому из процессов был проанализирован

баланс времени, выявлены и оценены резервы времени и показана технологическая возможность совмещения отдельных процессов и операций.

Важнейшим реальным резервом повышения скорости проходки выработок и ускорения подготовки блоков к очистной выемке является концентрация подготовительно-нарезных работ в уменьшенном числе блоков, панелей, комплектация проходческих бригад до оптимальной численности проходчиков, позволяющей более полно во времени использовать горнопроходческие машины и механизмы [2, 3]. При анализе проходческих работ на Узельгинском руднике было установлено, что численность проходчиков оптимальна, а применяемые на данном процессе машины и механизмы являются наиболее производительными. Основными резервами интенсификации горных работ являются сокращение непроизводительных затрат времени и концентрация работ.

На примере опытной камеры было проведено моделирование проходки 5 погрузочных заездов и траншейного штрека путем построения циклограмм для принятой на руднике технологической схемы проведения выработок как совокупности процессов, увязанных во времени и пространстве, порядке их выполнения. Из основных процессов учитывались: разрушение породы, погрузка и транспортирование горной массы, крепление выработки, а из вспомогательных – устройство разминок для маневровых операций, доставка материалов, прокладка и наращивание труб и кабелей, проветривание, освещение, маркшейдерское обеспечение проведения выработок.

Для применяемой на руднике технологии подготовки и нарезки камеры была построена циклограмма многозабойной организации проходческих работ, в которой темными квадратами отмечены смены, в которых производились работы, светлыми – время простоя забоев (рис. 1), а в табл. 1 представлено распределение времени по каждому из забоев.

Как видно из данных таблицы, при существующем режиме работы – один перерыв в сутки на производство взрывных работ – средняя ско-

Забой	Сутки																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Смены																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
№ 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
№ 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
№ 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
№ 4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
№ 5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Рис. 1. Циклограмма многозабойной проходки выработок при существующей технологии ведения работ

рость проходки по всем забоям за 18 сут. составляет 4,4 м/сут.

Анализ результатов исследования показал, что непроизводительные затраты времени при подготовке камеры наблюдаются за счет срока набора нормативной несущей способности железобетонными штангами и ожидания взрывных работ.

Необходимость выделения периода для набора несущей способности анкерами является сдерживающим фактором в организации проходческих работ, так как любые виды работ запрещаются в данный период, поэтому одним из направлений интенсификации проходческих работ является сокращение срока набора несущей способности железобетонными штангами, который зависит в основном от типа применяемого материала, закрепляющего анкер в шпуре.

В случае использования в качестве крепежителя анкера цементного раствора срок набора необходимой прочности железобетонной штангой, согласно строительным нормам, составляет 5 ч. Сокращения сроков набора несущей способности железобетонными штангами можно добиться путем включения в состав бетона добавки – ускорителя твердения или применения вместо бетона полимерных материалов. Для оценки влияния сроков набора нормативной несущей способности железобетонных штанг на скорость проходки был рассмотрен вариант сокращения сроков твердения составов с 5 до 2 ч путем введения в состав бетона ускорителей твердения. Результаты работы проходческого комплекса в условиях ускоренного твердения бетона приведены в **табл. 2**.

Средняя скорость проходки выработок при применении ускорителей твердения 5,4 м/сут. Сравнение результатов моделирования показало, что по отношению к базовому варианту применение ускорителей твердения позволит увеличить скорость проходки на 1 м/сут.

С целью сокращения времени простоя выработок из-за ожидания взрывных работ была оценена возможность применения двух перерывов в сутки для производства взрывных работ. Результаты приведены в **табл. 3**.

Анализ данных показал, что введение 2 перерывов для производства взрывных работ позволит увеличить интенсивность проходки забоев № 1 и 2 на 33% и № 3, 4 – на 13%. В результате увеличения интенсивности проходки следует отказаться от проходки забоя № 5, что упрощает организацию работ. При введении двух перерывов на взрывание происходит интенсификация процесса проходки выработок по отдельным направлениям (уходка 1, 2, 3, 4) в среднем с 70 до

Распределение времени работы проходческого комплекса

Забой	Общее время работы, смен	Количество уходов, шт.	Время, смены		Распределение времени, %	
			Работа	Простой	Работа	Простой
№ 1	53	8	30	23	54	46
№ 2	53	7	34	18	65	35
№ 3	51	7	31	20	60	40
№ 4	50	6	36	17	66	34
№ 5	46	6	28	17	63	37

Таблица 2

Распределение времени работы комплекса при сокращении срока набора прочности ЖБШ

Забой	Общее время работы, смен	Количество уходов, шт.	Время, смены		Распределение времени, %	
			Работа	Простой	Работа	Простой
№ 1	53	9	35	19	66	34
№ 2	52	9	42	10	80	20
№ 3	51	8	36	15	70	30
№ 4	50	8	36	14	72	28
№ 5	44	8	28	16	63	37

Таблица 3

Распределение времени работы проходческого комплекса при 2 перерывах в сутки на производство взрывных работ

Забой	Общее время работы, смен	Количество уходов, шт.	Время, смены		Распределение времени, %	
			Работа	Простой	Работа	Простой
№ 1	53	12	48	5	90	10
№ 2	52	12	47	5	90	10
№ 3	50	9	40	10	80	20
№ 4	39	9	32	7	82	18
№ 5	0	0	0	0	0	0

85% по отношению к варианту с одним перерывом. Средняя скорость проходки выработок при применении двух циклов ведения взрывных работ составляет 5,4 м/сут.

В целом, применение технологий, ускоряющих проходку выработок, позволит сократить сроки подготовки и нарезки камеры на 20%.

Что касается процессов очистной выемки, то одним из резервов увеличения интенсивности извлечения запасов камер является применение высокопроизводительного бурового и погрузочно-доставочного оборудования, однако на большинстве медно-колчеданных месторождений данный

резерв практически уже исчерпан, поэтому в данной работе не рассматривается.

Для определения степени влияния введения второго цикла взрывания на отработку запасов камеры объемом 36000 м^3 было проведено моделирование выпуска и доставки рудной массы с максимальным совмещением всех операций данного процесса. Анализ циклограмм очистных работ показал, что затраты времени при принятом на руднике режиме ведения взрывных работ составляют 87 сут. Введение второго перерыва для массовой отбойки увеличивает сроки отработки камеры на 3 сут.

Системы разработки с закладкой выработанного пространства характеризуются большими затратами времени на управление горным давлением. Основными операциями, входящими в данный процесс, являются: возведение изолирующих перемычек, заполнение закладкой выработанного пространства и твердение закладочного массива. Анализ существующей технологии закладки выработанного пространства позволил выявить резервы времени по всем операциям.

На Узельгинском подземном руднике применяются бетонные изолирующие перемычки толщиной 0,5 м из марки бетона М150, возводимые вручную слоями. Для этого сооружается опалубка на высоту 1,3–1,5 м, после чего она заполняется бетоном на высоту 1–1,2 м, что обуславливается возможностью разрушения опалубки при большей высоте. Данные операции повторяются до полного возведения перемычки. Укладка бетона в заопалубочное пространство осуществляется вручную.

Для сокращения времени возведения изолирующей перемычки были разработаны составы быстротвердеющих бетонов с целью её единовременной

заливки на высоту 2 м. Для сокращения времени укладки бетона в заопалубочное пространство было предложено использование пневматического бетоноукладчика ШБ, позволяющего как готовить бетон, так и транспортировать его на значительные расстояния. Для существующей и предлагаемой технологии были построены циклограммы возведения 5 изолирующих перемычек для изоляции рассматриваемой камеры.

Анализ данных показал, что применение ускорителей твердения и механизированной укладки бетона позволяет существенно снизить затраты времени на возведение перемычек. Так, сменная производительность по укладке бетона увеличилась с 6 до $14 \text{ м}^3/\text{смену}$, а срок возведения перемычек уменьшился на 45%.

Согласно Технологической инструкции по ведению закладочных работ для предотвращения разрушения изолирующих перемычек при заполнении выработанного пространства камеры подача закладки ведется порциями, заливка перемычек должна производиться циклично на высоту 1–1,5 м, после чего делается перерыв до момента потери подвижности смесью и набора закладкой прочности. В зависимости от прочности нижнего слоя и типа вяжущего сроки потери подвижности закладкой будут разные. На Узельгинском подземном руднике для подливки перемычки используют цементные и цементно-шлаковые составы прочностью 1,5 МПа, для данных составов потеря подвижности происходит соответственно после 1 и 3 сут. С целью сокращения потерь времени на подливку перемычки была оценена техническая возможность использования непрерывного режима заполнения камеры. Для условий непрерывного режима заливки перемычки был произведен расчет её толщины для высоких марок бетона, который показал,

что наиболее оптимальным в экономическом отношении является применение бетона марки М400 без изменения её толщины. Применение высокомарочных бетонов в изолирующих перемычках позволяет сократить время на данный процесс на 50–85% в зависимости от применяемого на подливку состава закладки.

Наиболее затратным по времени является процесс набора закладочным массивом нормативной прочности. На Узельгинском руднике применяются цементные и цементно-шлаковые

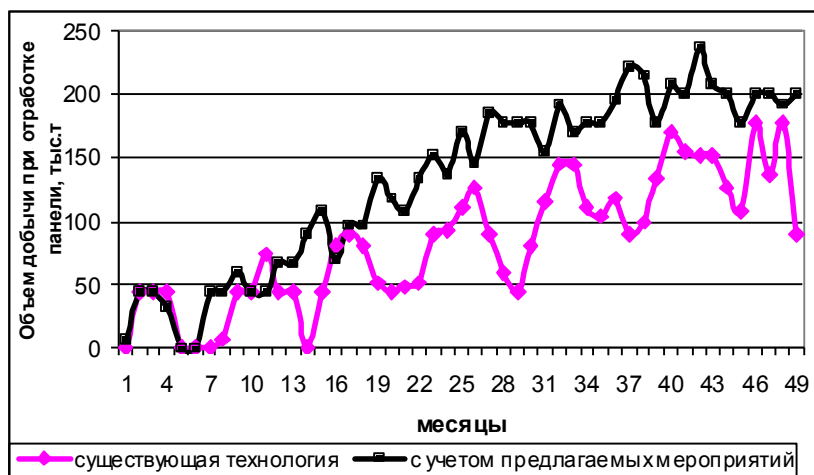


Рис. 2. Динамика добычи на примере освоения запасов рудной залежи № 4

составы закладочных смесей, характеризующиеся различными сроками твердения. Цементные составы разработаны для набора ими нормативной прочности в течение 90 сут, а цементно-шлаковые – 180 сут, однако в связи с высокой стоимостью цемента чаще используются цементно-шлаковые составы, что увеличивает срок отработки камеры, следовательно, и процесс воспроизводства запасов. Цементно-шлаковые составы характеризуются невысокой тониной помола, содержание фракции 0,074 мм составляет 30–40%. Исследования показывают, что увеличение тонины помола шлака до 80–90% сокращает срок набора нормативной прочности с 180 до 120 сут, т. е. на 33%. На основании полученных результатов разработана технология раздельного помола шлака и заполнителя, позволяющая получить тонину помола шлака 80–90%.

Комплексная интенсификация процессов ведения изолирующих перемычек, заполнения выработанного пространства, набора прочности закладочным массивом обеспечивает сокращение сроков на закладочные работы на 33,5%.

По результатам выполненных исследований была оценена интенсивность работ на руднике, для чего проведено календарное планирование отработки пологозалегающей рудной залежи с валовой выемкой его запасов для варианта с применяемой технологией добычи руды на Узельгинском месторождении и с учетом разработанных мероприятий и максимально возможного совме-

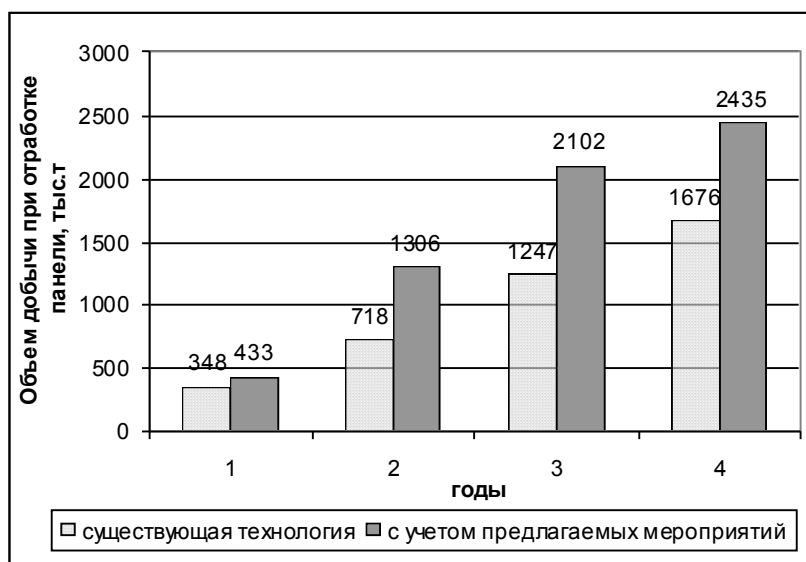


Рис. 3. Сравнительные годовые объемы добычи руды

щения процессов в смежных камерах. Целью планирования являлось определение максимальной производительности участка месторождения, выявление динамики развития работ при применении данных технологий (рис. 2, 3).

Анализ построенных графиков показывает, что динамика набора производительности при существующей технологии ведения добычных работ характеризуется резкими перепадами по отношению к предлагаемой.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующий вывод: применение предлагаемых мероприятий позволяет увеличить интенсивность отработки месторождения на 55% по отношению к существующей технологии добычи и стабилизировать объемы добываемой руды во времени.

Библиографический список

1. Чирков Ю.И., Лубенец В.А. Прогноз показателей концентрации и интенсивности ведения горных работ на шахтах Кривого-Рога // Горный журнал. 1998. № 6. С. 25–28.
2. Совершенствование организации производства и системы материального стимулирования – основа роста производительности труда и улучшения использования новой техники на горнопроходческих работах / П.Е. Константинов, А.Д. Анненков, С.М. Фатеев и др. // Горный журнал. 1975. № 5. С. 73–76.
3. Улучшение использования горношахтного оборудования – резерв повышения экономической эффективности работы рудников Кривбасса / П.С. Подмазко, С.М. Фатеев, М.Д. Рудак и др. // Бюл. Черметинформации. 1995. № 2.
4. Лыхин П.А. Технология буровзрывных работ при проведении горных выработок в XX веке. Ч. 2. / П.А. Лыхин. Пермь: ИД «Пресстайм», 2007.