

РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.271.323:622.67

Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Томила Н. Г.

ОБОСНОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИХ ПРИМЕНЕНИЕ КРУТОНАКЛОННЫХ ПОДЪЕМНИКОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В статье освещена актуальная проблема выбора технологических схем транспортирования горной массы при комбинированном открыто-подземном способе разработки месторождений. Авторами рассмотрены пять базовых технологических схем с применением крутонаклонных подъемников, определены факторы, устанавливающие целесообразность применения подъемников, определены параметры и показатели применения технологических схем.

Ключевые слова: комбинированный открыто-подземный способ разработки, факторы, технологические схемы, конвейерный подъемник, скиповой подъемник.

In this article considers the problem of choosing the actual technological schemes of transportation of rock in the combined open-underground mining method. The authors examined five basic technological schemes of using steeply lifts equipment, the factors determining the feasibility of the lifts, the parameters and indicators of technological schemes.

Keywords: combined open-underground mining method, factors, technological schemes, conveyor, skip.

Комбинированный способ разработки месторождений может осуществляться при различном взаимодействии транспорта открытого и подземного рудников. Существуют классификации способов разработки законтурных запасов, в которых приводятся направления использования карьерного пространства и технологических элементов открытых горных работ [1]. Они включают в себя использование карьерного пространства для проведения главных или вспомогательных вскрывающих подземных выработок, размещение пунктов перегрузки и объектов рудоподготовки, использование карьерного оборудования и карьерных транспортных коммуникаций.

Переходу на комбинированный открыто-подземный способ доработки месторождения предшествует тщательный анализ транспортной системы карьера с целью изучения возможности ее эксплуатации подземным рудником.

Строительство подземного рудника осуществляется в течение длительного времени и требует существенных капиталовложений. Очевидно, что несоответствие срока ввода в эксплуатацию подземного рудника режиму горных работ в карьере может привести к снижению объемов добычи руды и, как следствие, к ухудшению общих технико-экономических показателей предприятия. С целью интенсификации процесса строительства подземного рудника для отработки законтурных запасов месторождения главные вскрывающие выработки могут быть пройдены из карьера. Это позволит сократить срок сдачи в эксплуатацию подземного рудника и обеспечить постоянный уровень добычи руды в требуемых объемах. Транспортирование горной массы из подземного рудника по карьерным транспортным коммуникациям может осуществляться на первых этапах существования под-

земного рудника, т.е. до ввода в эксплуатацию главных рудовыдачных стволов, или в течение всего срока доработки месторождения. Транспортная система карьера должна быть адаптирована к данным условиям.

В связи с этим актуальной является задача проектирования такой транспортной схемы, которая могла бы эффективно эксплуатироваться в течение нескольких этапов существования горного предприятия, включая завершающие этапы. Рациональная транспортная схема, принятая при реконструкции предприятия в определенный период его эксплуатации при отработке месторождения открытым способом могла бы не только повысить технико-экономические показатели открытых горных работ, но и эффективно использоваться при дальнейшей доработке месторождения подземным способом.

Целесообразность применения крутонаклонных подъемников на стадии доработки карьера при комбинированной разработке месторождения доказана исследованиями [2]. В то же время в данных исследованиях рассматривался только один тип технологической схемы с размещением крутонаклонного подъемника на борту карьера и транспортированием по нему грузов с открытого и подземного рудников. При этом не рассматривались возможные варианты эксплуатации и взаимодействия подъемников в открытых и подземных выработках.

Для повышения эффективности комплексной механизации крутонаклонные подъемники при разработке месторождений комбинированным способом могут эксплуатироваться в различных сочетаниях, располагаясь в открытых и подземных горных выработках с соответствующим перераспределением грузопотоков, поступающих из забоев в карьере и подземном руднике.

В ходе исследований нами выделены пять базовых технологических схем применения подъемников при комбинированной разработке месторождения.

Технологическая схема 1. Крутонаклонные конвейерные подъемники (КНК) располагаются на борту карьера (рис. 1). Данная схема применяется при разработке мощных горизонтальных, наклонных и крутопадающих месторождений, преимущественно в карьерах, имеющих большую производственную мощность.

На этапе открытой разработки месторождения горная масса из карьера транспортируется по крутонаклонным конвейерным подъемникам. При дальнейшей доработке месторождения подземным способом подъемники используются для подъема горной массы на поверхность через карьерное пространство. При небольших объемах вскрышных пород возможно применение одного КНК. Правильно подобранные параметры буровзрывных работ, обеспечивающие минимальный выход негабаритных кусков, позволяют применять перегрузочный бункер вместо дробильно-перегрузочного пункта. В этом случае предусматривается грохот и питатель. Подгрохотный продукт через питатель подается на конвейер, надгрохотный – может либо складироваться и периодически вывозиться на поверхность одним самосвалом, либо раздробливаться бутобоем на площадке перегрузочного бункера.

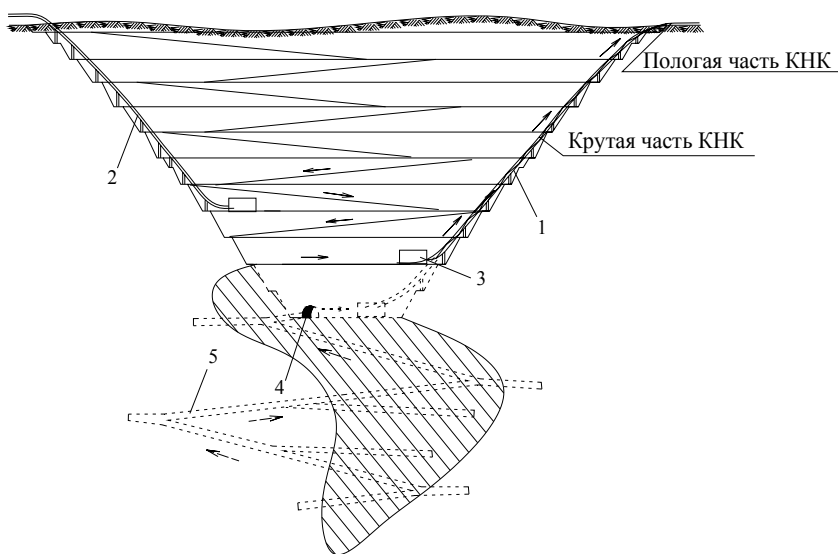


Рис. 1. Технологическая схема с размещением КНК в карьере:
 1 – КНК для транспортирования руды; 2 – КНК для транспортирования вскрышных пород; 3 – перегрузочный бункер (дробильно-перегрузочный пункт); 4 – портал наклонного съезда; 5 – наклонный съезд

Технологическая схема 2. Скиповые подъемники расположены на борту карьера (рис. 2). Схема применяется при разработке наклонных и крутопадающих месторождений при глубине карьера 100-120 м и более в основном при ограниченных размерах их в плане.

Благодаря высокой производительности скипы отвечают условиям применения их в крупных карьерах. Данная схема позволяет избежать процесса дроб-

ления крупных кусков породы в карьере.

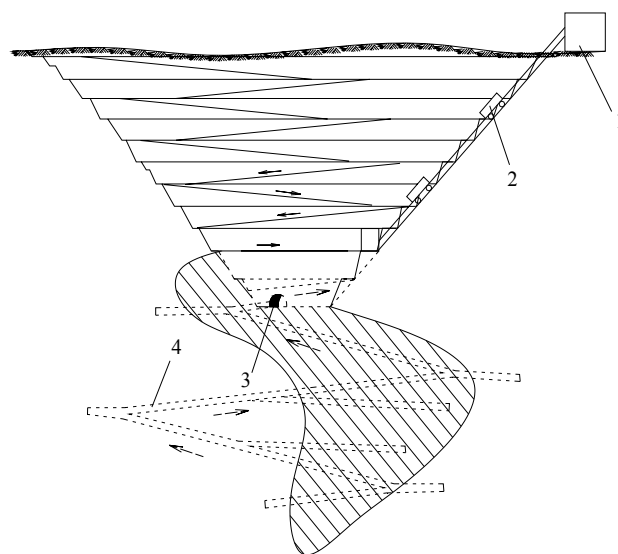


Рис. 2. Технологическая схема с размещением скипового подъема в карьере:
 1 – приемный бункер (дробильно-перегрузочный пункт); 2 – скип; 3 – портал наклонного съезда; 4 – наклонный съезд

Возможность преодолевать скипами крутые уклоны позволяет наиболее экономично использовать их в карьерах с крепкими скальными породами и рудами, допускающими крутые устойчивые откосы бортов. Аналогично первой схеме руда из подземного рудника может транспортироваться скиповым подъемом по борту карьера.

Технологическая схема 3. Конвейерные подъемники размещены в подземных выработках и транспортируют горную массу из карьера и впоследствии из подземных горных выработок (рис. 3). Данная схема применяется в следующих случаях:

- при неустойчивых бортах карьера, склонных к оползанию;
- при необходимости разрабатывать одновременно все борта карьера;
- при отсутствии удобного места для размещения поверхностного подъемника, т.е. по планировочным соображениям [3];
- при опасении повреждений

при массовых взрывах и т.д. [4].

В данной технологической схеме может применяться один КНК для транспортирования пород на поверхность, либо два и более подъемников для селективной доставки руды и вскрышных пород.

Технологическая схема 4. Конвейерные и скиповые подъемники размещены в подземных вертикальных и горизонтальных выработках (рис. 4).

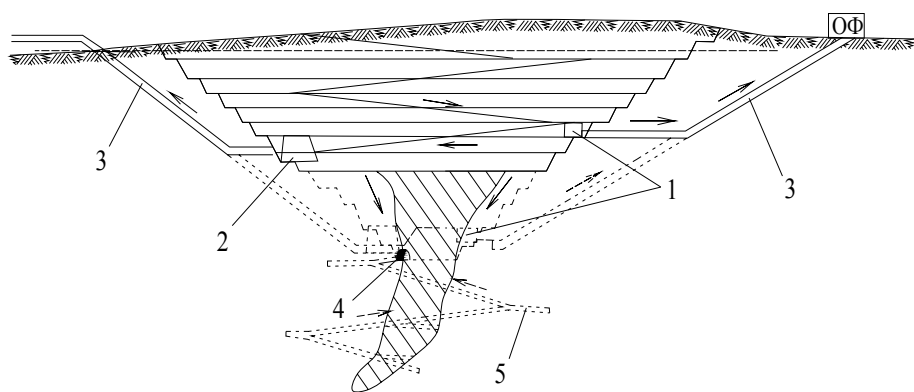


Рис. 3. Технологическая схема расположения КНК в подземных наклонных выработках, пройденных из карьера: 1 – дробильно-перегрузочный пункт полезного ископаемого; 2 – дробильно-перегрузочный пункт вскрышных пород; 3 – конвейер, расположенный в подземной выработке; 4 – портал наклонного съезда, пройденного со дна карьера; 5 – наклонный съезд

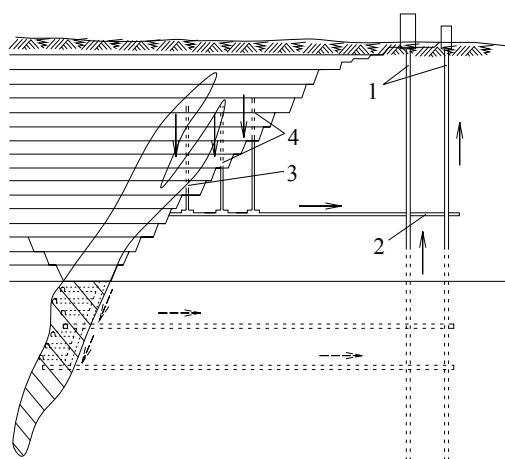


Рис. 4. Технологическая схема размещения скиповых и конвейерных подъемников в горизонтальных и вертикальных подземных выработках: 1 – вертикальные скиповые подъемники; 2 – вскрышной и рудный сборочный конвейеры, расположенные в штольне; 3 – рудоспуск; 4 – породоспуск

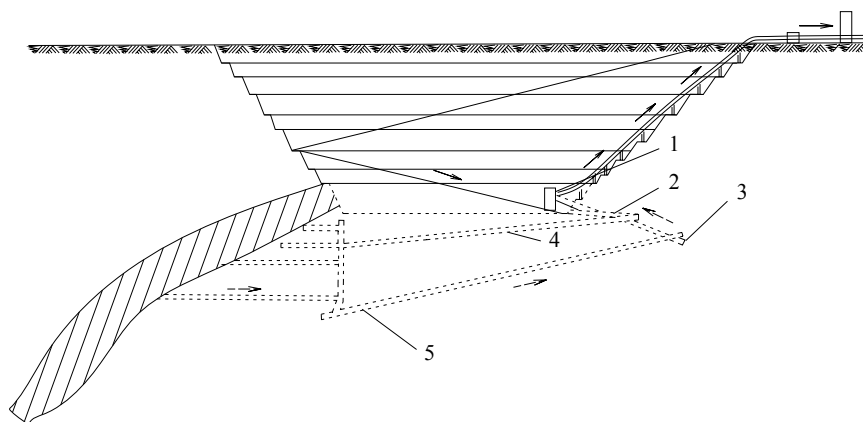


Рис. 5. Технологическая схема с размещением КНК в открытых и подземных горных выработках: 1 – перегрузочный бункер; 2 – портал наклонного съезда; 3 – перегрузочная станция; 4 – наклонный съезд; 5 – конвейер

Подземные выработки являются связующим звеном между различными видами транспорта, работающим в комбинации. В бортах карьера проходятся рудоспуски, в которые карьерные автосамосвалы выгружают горную массу, транспортируемую впоследствии подземным транспортом.

Технологическая схема 5. Конвейерные подъемники размещены на борту карьера и в подземной выработке (рис. 5).

Подъемник, располагаемый в наклонном стволе 5, может использоваться в период строительства рудовыдачного ствола для транспортирования руды из подземных выработок, либо весь период доработки месторождения.

На выбор той или иной технологической схемы оказывают влияние горнотехнические, горно-геологические и экономические факторы эксплуатации открытого и подземного рудников. Анализ литературных источников и опыта комбинированной разработки месторождений полезных ископаемых позволил систематизировать данные факторы (рис. 6) [5-7]. Представленная схема позволяет сделать вывод, что большинство факторов являются одинаковыми как для открытых, так и для подземных горных работ. Некоторые факторы характеризуются специфическими условиями, присущими каждому из способов разработки.

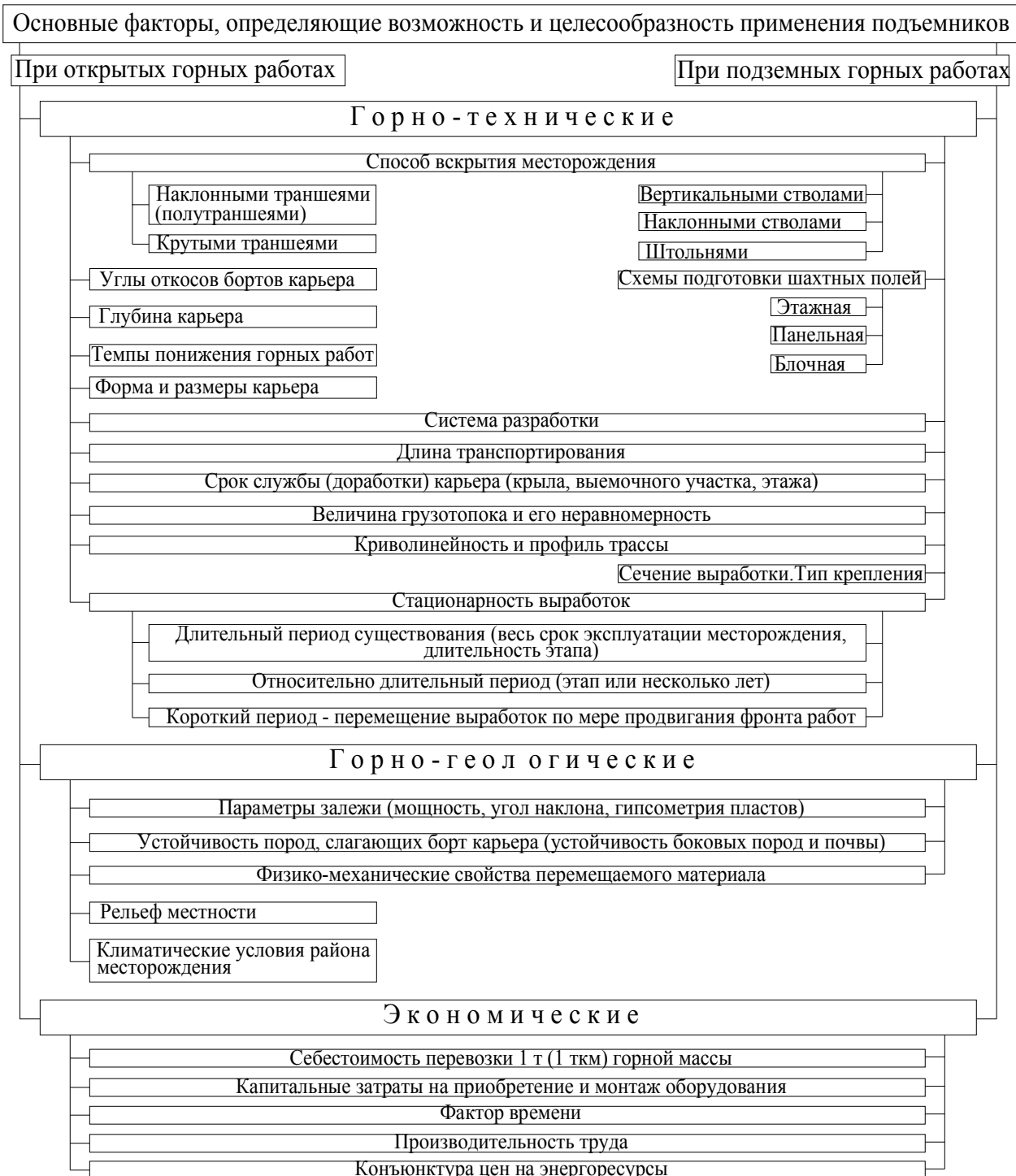


Рис. 6. Факторы, определяющие возможность и целесообразность применения подъемников при открытых и подземных горных работах

Для выявления практического значения представленных выше факторов и технологических схем определен диапазон параметров и показателей их применения (см. таблицу) [8-10].

Таким образом, по результатам выполненных исследований систематизированы основные факторы,

определяющие возможность и целесообразность применения подъемников, выделены пять базовых технологических схем использования крутонаклонных подъемников при комбинированной разработке месторождений, определен диапазон применения данных технологических схем.

Параметры и показатели применения технологических схем

Условия применения	Технологическая схема				
	1	2	3	4	5
Грузопоток, млн т/год	до 50-70	20-40	до 50-70	ограничивается производительностью скипового подъемника подземного рудника	ограничивается производительностью крутонаклонного подъемника в карьере
Среднее расстояние транспортирования в карьере, км	до 5	до 1,5	до 4	до 2	до 2
Высота подъема	автотранспорт: с глубины 80 до 140 м, железнодорожный транспорт: до глубины 50 м конвейерный транспорт: для перемещения пород, не требующих дробления, с глубины 50 м и более, с дроблением пород – 200 м и более	более 200 м (в частных случаях более 100 м)	более 100 м	вертикальный скиповой подъем с глубины 200 до 400 м	
Назначение подъемника	транспортирование горной массы из карьера				
Режим горных работ	должен быть увязан со сроками строительства и эксплуатации подъемника				
Относительные размеры карьера в плане	при угле наклона конвейера до 18° – вытянутые, более 18° – любые	небольшие (ограниченные)	любые		
Тип месторождения	для ленточного конвейера – глубинное, реже нагорное;	глубинное		глубинное, нагорное, нагорно-глубинное	глубинное
Вскрывающие выработки	наклонные и крутые траншеи		наклонные траншеи и подземные выработки		наклонные, крутые траншеи и подземные выработки
Система разработки	при ОГР - углубочная, предпочтительно однобортовая, для округлых карьеров в плане – периферийная; при ППР – без ограничений при отсутствии взаимного механического влияния при ведении горных работ	углубочная, однобортовая, двухбортовая, кольцевая центральная, периферийная		углубочная однобортовая, двухбортовая, кольцевая центральная	предпочтительно однобортовая, для округлых карьеров в плане – периферийная; при ППР – с закладкой выработанного пространства или системы с обрушением с оставлением целиков на участках с подъемником на борту карьера
Климатические условия	преимущественно не холодный климат, либо устройство галерей				при конвейерном подъемнике преимущественно не холодный климат, либо устройство галерей; при скиповом подъемнике отсутствует зависимость от климатических условий
Крупность транспортируемого материала, мм	до 250	кондиционный размер куска для выемочно-погрузочного оборудования	до 500	до 1200	до 250
Трасса подъемника	для ленточного конвейера: при углах откоса борта до 18° подъемник прокладывают по борту перпендикулярно линии бровки уступов (трасса прямая), при углах откоса борта карьера от 18 до 30° подъемник располагают диагонально линии бровки уступов (трасса прямая); при круготадающем месторождении – трасса ломаная с расположением конвейеров по спирали или на подобии серпантина; для крутонаклонного конвейера: подъемник прокладывают по борту перпендикулярно линии бровки уступов, величина угла подъема не ограничивается	углом трассы до 60°; устройство подъемника обычно производится на нерабочем борту под углом его естественного откоса	угол наклона ствола 13-18°	подъемник размещается в вертикальном скиповом стволе	подъемник прокладывают по борту перпендикулярно линии бровки уступов, величина угла подъема не ограничивается
Тяговый орган	собственный привод	подъемная машина	собственный привод	подъемная машина	при конвейерном подъемнике собственный привод; при скиповом подъемнике подъемная машина
Перегрузка на верхней и нижней станциях	может и не существовать	существует	может и не существовать	существует	может и не существовать

Список литературы

1. Каплунов Д.Р., Юков В.А. Геотехнология перехода от открытых к подземным горным работам: учеб. пособие. М.: Горная книга, 2007. 267 с.: ил.
2. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Кидяев В.А. Использование преимуществ карьерного комбинированного транспорта при открыто-подземной разработке месторождений // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2010. №3. С. 25-28
3. Васильев М.В., Фадеев Б.В., Хохряков В.С.. Наклонные подъемники на карьерах. М.: Госгортехиздат, 1962. 151 с.
4. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. М.: Недра, 1983. 295 с.
5. Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В.. Проектирование карьеров: учебник для вузов: в 2 т. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд. Академии горных наук, 2001. Т. II. 535 с.: ил.
6. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1968. 504 с.
7. Шахмейстер Л.Г., Солод Г.И.. Подземные конвейерные установки / под ред. чл.-кор. АН СССР Спиваковского А.О. М.: Недра, 1976, 432 с.
8. Транспорт на горных предприятиях / Кузнецов Б.А., Ренгевич А.А., Шорин В.Г. и др. М.: Недра, 1976. 552 с.
9. Щелканов В.А. Подземные выработки на карьерах. М.: Недра, 1982. 128 с.
10. Высокопроизводительные глубокие карьеры / Новожилов М.Г., Дриженко А.Ю., Маевский А.М. и др.; под ред. Новожилова М.Г. М.: Недра, 1984. 188 с.

Bibliography

1. Kaplunov D.R., Yukov V.A. Geotechnology transition from open to underground mining operations: The manual. Moscow: Publishing House «Mountain Book», 2007. 267 p.
2. Gavrishev S.E., Burmistrov K.V., Kidyayev V.A. Take advantage of open pit combined transport in open and underground mining // Bulletin MSTU named after G.I. Nosov. 2010. №3. P. 25-28
3. Vasiliev M.V., Fadeev B.V., Khokhryakov V.S. Inclined lifts in the open pits. Gosgortekhizdat, M., 1962. 151 p.
4. Vasiliev M.V. Transport of deep pits. M.: Nedra, 1983. 295 p.
5. Trubetzkoj K.N., Krasnyansky G.L., Hronin V.V. Pit design: Textbook. for Universities: 2 volumes. 2 ed., rev. and add. M.: Publishing House of the Academy of Mining Sciences, 2001. T. II. 535 p.
6. Spivakovskiy A.O., Dyachkov V.K. Transporting machine. Ed. 2nd, revised. and add. M.: Publishing House «Machine industry», 1968. 504 p.
7. Shahmeyer L.G., Solod G.I. Underground conveyor systems. Under. Ed. Corresponding Member. USSR Spivakovskiy S.A. M.: Nedra, 1976. 432 p.
8. Kuznetsov B.A., Rengevich A.A., Shorin V.G. etc. Transport in mines. M.: Nedra, 1976. 552 p.
9. Shchelkanov V.A. Underground workings in the pits. M.: Nedra, 1982, 128 p.
10. Novozhilov M.G., Drizhenko A.U., Majewsky A.M. and others, Under. ed. Novozhilov M.G. High performance deep pits. M.: Nedra, 1984, 188 p.

УДК 622.3

Монтянова А.Н., Кириллов Д.С., Штауб И.В., Бильдушкинов Е.В.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА РУДНИКЕ «МИР» АЛМАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ АК «АЛРОСА»

Объектом изложенных в статье исследований являлась технология закладочных работ на алмазодобывающем руднике «Мир» при очистной выемке системой с закладкой выработанного пространства.

Приведены результаты усовершенствования технологии приготовления закладочных смесей – последовательное внедрение новых клинкерных и малоклинкерных составов, позволяющих сократить потребности в цементе на 10 и 30% соответственно.

Ключевые слова: кимберлитовая трубка, система разработки, цементный клинкер, цеолитовые породы, малоклинкерные вяжущие, природные рассолы, закладочный массив, водоупорные свойства.

The object of research described in the article is the method of backfilling in the Mir underground diamond mine which is developed using stoping excavation and backfilling mining method.

The results of improvement of technology of mixing the backfilling mixtures are presented, specifically, the consistent introduction of new clinker and low-clinker mixtures, which allow reducing the cement content by 10 and 30% respectively.

Keywords: kimberlite pipe, mining method, cement clinker, zeolite rocks, low-clinker cements, natural brines, backfilling mass, water-resistant properties.

Высокое содержание и ценность алмазов в добываемом сырье наряду с экстремальными условиями разработки алмазодобывающей кимберлитовой трубки «Мир» предопределили целесообразность использования при подземной добыче системы разработки с закладкой выработанного пространства. В настоящее время на практике закладочных работ на алмазодобывающем руднике «Мир» АК «АЛРОСА» 2 года. За столь незначительный период на руднике успешно внедрено ряд технических решений по сокращению стоимости возводимых закладочных массивов. Вместе с тем, осложнение гидрогеологической обстановки на руднике, вследствие проникновения рассолов Метегеро-Ичерского горизонта через предохранительный рудный целик в дне карьера, предопределяет необходимость изыскания способов предотвращения фильтрации воды в очистное пространство. Один из возможных способов – создание закладочного массива с водоупорными свойствами, разработка которого представляет собой актуальную и сложную технологическую задачу.

На первом этапе, на руднике «Мир» производство

закладочных смесей осуществлялось с применением в качестве вяжущего – порландцемента М400. Однако техническими решениями, разработанными на стадии технологических регламентов и проектов, был предусмотрен переход на использование в закладочных смесях не порландцемента, а молотого цементного клинкера. Внедрение составов на основе молотого клинкера состоялось уже в первый год эксплуатации рудника «Мир».

С указанной целью на закладочном комплексе рудника «Мир» введен в эксплуатацию участок помола с мельницей, оснащенной камерой сушки, и сепаратором фирмы «СИМТЕК» (Австрия) для нужд двух подземных рудников: «Мир» и «Интернациональный». Рудник «Интернациональный» расположен в 20 км от рудника «Мир».

Использование свежемолотого клинкера исключило потери и ухудшение качества дорогостоящего вяжущего в процессе его длительного транспортирования и хранения в межнавигационный период, что обеспечило снижение расхода цемента в составах закладочных смесей на 10% (табл. 1).