

УДК 622.775

**А.Е. Франтов**

## **СПОСОБ ПОДГОТОВКИ РУДЫ К ВЫЩЕЛАЧИВАНИЮ В ЗОНЕ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОГО ЯРУСА**

*Проведен сравнительный анализ вариантов отработки подкарьерных запасов в зоне открыто-подземного яруса с использованием подземного выщелачивания с целью обеспечения устойчивости бортов выработанного пространства карьера.*

*Ключевые слова: рудное тело, открыто-подземный ярус, устойчивость бортов, подземное выщелачивание.*

---

**П**ереход от физико-технических способов к физико-химическим и их комбинациям определяет необходимость детального учета природных факторов, геотехнологических свойств руд и горно-технических условий разработки. Геологическое строение месторождений, морфология рудных тел, текстурно-структурные особенности обрушения, характер рудной минерализации и форма нахождения полезных компонентов в руде в существенной мере определяет показатели процесса выщелачивания. Не менее важное значение имеют вопросы, определяющие состояние горных работ на месторождении при совместной отработке в пределах одного шахтного поля [1]: формирование профиля борта карьера, изоляция подземных выработок, совмещение отработки запасов переходной зоны с открытыми работами в карьере, определение степени использования элементов карьера и технологии открытых работ при выемке запасов переходной зоны, решение вопросов вскрытия и подготовки запасов переходной зоны, выбор технологии очистной выемки.

В совокупности производственных процессов, определяемой технологической схемой отработки запасов открыто-подземного яруса, важное ме-

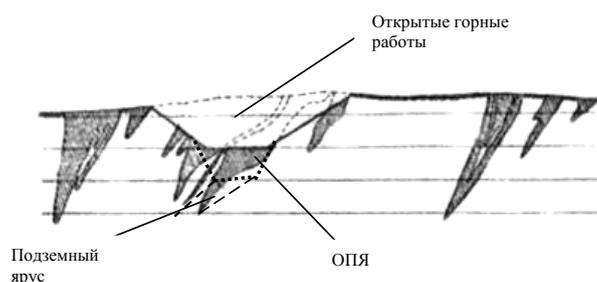
сто занимает вопрос сохранности подрабатываемых бортов карьера и способов управления их состоянием. Устойчивость бортов достигается оставлением целиков, закладкой пустот твердеющими или сыпучими смесями и другими способами. Достижение устойчивости подрабатываемых бортов карьеров за счет создания искусственных целиков или заполнения выработанного пространства вскрышными породами уменьшают достоинства способов.

Вариант отработки подкарьерных запасов в зоне открыто-подземного яруса (ОПЯ) с использованием подземного выщелачивания может быть применен с целью обеспечения устойчивости бортов выработанного пространства карьера. Комплексный подход к отработке запасов физико-техническими и физико-химическими методами заключается в следующем. Открытыми работами отработка ведется до проектной глубины карьера. Открыто-подземный ярус обрабатывается единым высоким уступом с использованием технологии подземного выщелачивания. Подземными горными работами ведется отработка ниже ОПЯ. Достоинствами предлагаемого варианта является отсутствие необходимости искусственного поддержания бортов карьера за счет естественных

Таблица 1

**Параметры зарядов КВМ с осевой полостью**

Диаметр скважины, мм	Диаметр шашки БРТГ, мм	Диаметр осевой полости, мм	Длина шашки БРТГ, мм	Масса шашки БРТГ, кг
200	160	32 – 64	1120 – 2240	34,5/60,5
250	200	40 – 80	1400 – 2800	67,5/118,2



**Рис. 1. Схематичное изображение варианта трехъярусной отработки запасов с подземным выщелачиванием в зоне ОПЯ**

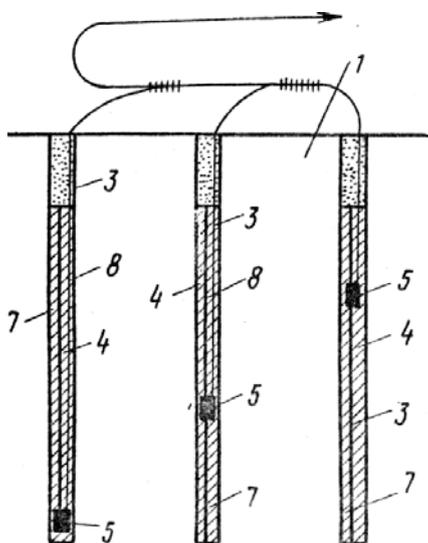
и искусственных целиков, пригрузки бортов уступа (частичной и полной). К недостаткам варианта следует отнести гидравлическую связь поверхностных и подземных вод и связанную с этим необходимость изоляции подземного яруса, трудность использования выработанного пространства переходной зоны.

При отработке наклонных и крутопадающих рудных тел в зоне ОПЯ (рис. 1) предпочтительным является вариант с образованием единого выработанного пространства с карьером. Подготовка блоков при отработке подкарьерных запасов осуществляется с бурением непосредственно со дна карьера [2]. При разработке параметров БВР для подготовки руды к выщелачиванию в зоне открыто-подземного яруса при бурении со дна карьера рассматриваются технологические процессы: бурение, зарядание скважин и взрывание зарядов ВВ.

Рудное тело под дном карьера разрабатывается одним высоким уступом. Особенностью ведения БВР при подготовке блока к подземному выщелачиванию является проходка глубокой отрезной щели. С использованием выработанного пространства проходку ведут бурением глубоких скважин со дна карьера. Ведется подготовка транспортно-выпускных горизонтов и горизонтов сбора растворов. Восстающие выработки проходят с транспортно-выпускного горизонта подземного рудника в направлении дна карьера. В плане восстающие располагаются вдоль линии отрезной щели через 30—40 м. Со дна карьера опускаются буровые полки, с которых производится бурение полувееров горизонтальных скважин. В скважинах размещается заряд ВВ и производится отбойка горных пород для создания отрезной щели.

Разбуривание единого высокого уступа в зоне ОПЯ ведется со дна карьера скважинами диаметра 200-300 мм на глубину от 30 до 100 м. Использование высокопроизводительного карьерного оборудования для бурения глубоких скважин при подготовке блоков к выщелачиванию обеспечивает высокие технико-экономические показатели работ. В связи с образованием между открытыми работами и блоками выщелачивания единого выработанного пространства допустимо применение ВВ первого класса.

Разбуривание единого высокого уступа в зоне ОПЯ ведется со дна карьера скважинами диаметра 200-300 мм на глубину от 30 до 100 м. Использование высокопроизводительного карьерного оборудования для бурения глубоких скважин при подготовке блоков к выщелачиванию обеспечивает высокие технико-экономические показатели работ. В связи с образованием между открытыми работами и блоками выщелачивания единого выработанного пространства допустимо применение ВВ первого класса.



**Рис. 2** Отбойка горных пород с использованием зарядов КВМ

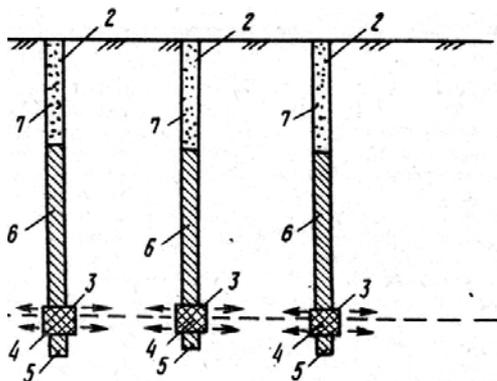
Эффективными для рассматриваемых условий являются конверсионные взрывчатые материалы (шашки, гранипоры и др.). Интенсивное взрывное воздействие зарядов с осевой полостью в качестве заряда в забойной части скважины обеспечивается при использовании конверсионных ВМ (КВМ) с параметрами, показанными в табл. 1.

Технологические операции отбойки с применением зарядов КВМ выполняются следующим образом. В массиве горных пород 1 бурят ряды скважин 3, располагаемые на расстоянии ЛНС. В скважинах размещают ВВ 4 и промежуточный детонатор 5, представляющий собой заряд КВМ с осевой полостью. Для повышения интенсивности взрывного воздействия скважинного заряда промежуточные детонаторы размещают по наклонной плоскости в направлении компенсационной полости, то есть в рядах скважинных зарядов, ближних к боковой поверхности обнажения, промежуточный детонатор 5 располага-

ют в заряде ВВ со стороны донной части скважины. В скважинах наиболее удаленных от компенсационной плоскости, — в устьевой части, а в промежуточных рядах скважинных зарядов промежуточные детонаторы размещают в средней части скважин (рис 2). Вдоль колонки скважинных зарядов пропускают линейные инициаторы 7, состоящие из мощного детонирующего шнура, способного инициировать боковым воздействием колонку скважинного взрывчатого вещества. К промежуточным детонаторам подводят отрезки скважинных малоомощных детонирующих шнуров 8, мощность которых недостаточна для инициирования колонок скважинного ВВ.

Инициирование каждого скважинного заряда начинают от промежуточного детонатора 5, который передает детонационный импульс заряду ВВ 4. Под воздействием мощного детонационного импульса от промежуточного детонатора в скважинном заряде возбуждается детонационная волна, распространяющаяся вдоль колонки заряда.

Повышение эффективности взрывания может осуществляться созданием в нижней части скважины статических нагрузок. Для этого в массиве горных пород 1 бурят ряды скважин 2 (рис. 3). В нижней части скважины создают котловые полости 3, в которых размещают невзрывчатое разрушающее средство 4. Ниже плоскости отрыва размещают дополнительные заряды 5. Выше невзрывчатого средства размещают основные заряды ВВ 6 и забойку 7. После отверждения невзрывчатого разрушающего вещества на уровне подошвы уступа перед взрыванием зарядов ВВ создаются статические распорные нагрузки. Первоначально одновременно взрывают дополнительные



**Рис. 3. Схема отбойки горных пород с созданием зон статических нагрузок**

заряды, а затем последовательно — основные заряды ВВ.

Интенсификация процесса выщелачивания замагазинированных руд в зоне ОПЯ осуществляется взрывными методами встряхиванием за счет нарушения равновесия действующих в массиве сил сцепления и ликвидации канализированных протоков повышенного гидродинамического сечения. Конверсионные ВМ обладают физико-химической стой-

костью к действию агрессивных технологических растворов (выщелачивающих агентов).

При наличии тектонических нарушений и областей развития региональной трещиноватости снижение потерь и разубоживания продуктивных растворов осуществляются технологическими методами за счет создания экранов (вертикальных и горизонтальных полостей), препятствующих растеканию растворов за контуры зоны выщелачивания. Для создания полостей используются заряды с плоской симметрией, действие которых характеризует направленное разрушение массива в виде магистральных трещин. Кумулятивные заряды кольцевой формы (ККЗ) в результате кумулятивного и фугасного действия заряда в плоскости перпендикулярной к оси скважины образует магистральную трещину, которая при взаимодействии нескольких зарядов объединяется в плоскость подсечки, создает экраняющие плоскости, отрезные щели в кровле и подошве [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каплунов Д.Р., Юков В.А. Геотехнология перехода от открытых к подземным горным работам: Учебное пособие. — М.: Издательство «Горная книга», 2007. — 267 с.
2. Терентьев В.И., Черных А.Д. Комплексная открыто-подземная разработка прибортовых и подкарьерных запасов рудных месторождений. /Отв. редактор М.И.Агошков. — М.: ротاپринт ИПКОН АН СССР, 1988. — 244 с.
3. Зольников Ю.Г., Желунин Ю.П., Иванов А.В., Драчев С.В., Гильманов Р.А., Франтов А.Е., Макаров А.В. Новые конструкции зарядов для горных работ. Сб. научных трудов Четвертой международной научной конференции «Физические проблемы разрушения горных пород». — М.: ИПКОН РАН, 2005. — С. 359-362. **ИДБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Франтов Александр Евгеньевич — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПКОН РАН, info@ipkonran.ru

