СЕМИНАР 1

**ДОКЛАД НА СИМПОЗИУМЕ "НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА - 98"
МОСКВА, МГГУ, 2.02.98 - 6.02.98**

М.В. Рыльникова, А.В. Зинуров, В.А. Шадрунов, *МГГМА им. Г.И. Носова*

Отработка законтурных запасов в основании бортов карьеров комбинацией элементов открытой, подземной и физико-химической геотехнологий

Разработка месторождений, представленных крутопадающими залежами, на отечественных предприятиях осуществляется преимущественно открыто-под-земным способом. За счет относительно невысокой, по сравнению с зарубежной практикой, платой за землю и размещение отходов, отработка верхней части осуществляется глубоким карьером с высотой бортов, достигающей 500 м и более и узким дном. При этом в основании бортов остаются значительные запасы руды, так называемые «рудные треугольники».

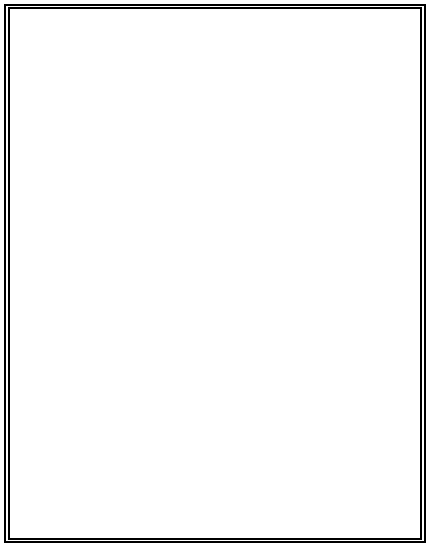
Выемка этих запасов открытым способом экономически нецелесообразна ввиду высокого коэффициента вскрыши. Подземная разработка связана с консервацией значительных объемов руды в барьерном целике, последующая разработка которых становится весьма проблематичной. Кроме того, отработка прибортовых запасов сопряжена со сложностью решения геомеханических задач. Рудные треугольники расположены в призме упора бортов карьера и в зоне концентрации касательных напряжений. Выемка их снижает устойчивость бортов, поставленных при завершении открытых работ в предельное положение. Поэтому технология разработки запасов в основании бортов карьера должна предусмотреть проведение специальных мероприятий по повышению устойчивости элементов систем и компенсации потери устойчивости борта при подработке.

Технологические схемы отработки запасов, расположенных за предельными контурами в основании бортов, разрабатывались применительно к залежи в юго-восточном борту Учалинского карьера. Залежь имеет длину по простиранию борта 220 м, высоту 70 м, уходит в массив на ширину 50 м и составляет около 1,5 млн.т медно-цинковых руд. Высокая ценность руд предопределяет необходимость разработки технологических схем освоения месторождения, гарантирующих минимальные потери руды при безопасности выполнения горных работ.

При конструировании технологических схем исходили из идеи обеспечения наиболее эффективного сочетания процессов, техники и технологии открытой, подземной и физико-химической геотехнологий и выбора на основе технико-эко-номического сравнения пред-почтительного варианта.

Вариант с обрушением руды под гибким перекрытием и торцевым выпуском (рис. 1) предполагает выемку запасов спло-шным фронтом вкрест простирания в направлении от поверхности борта карьера вглубь горного массива.

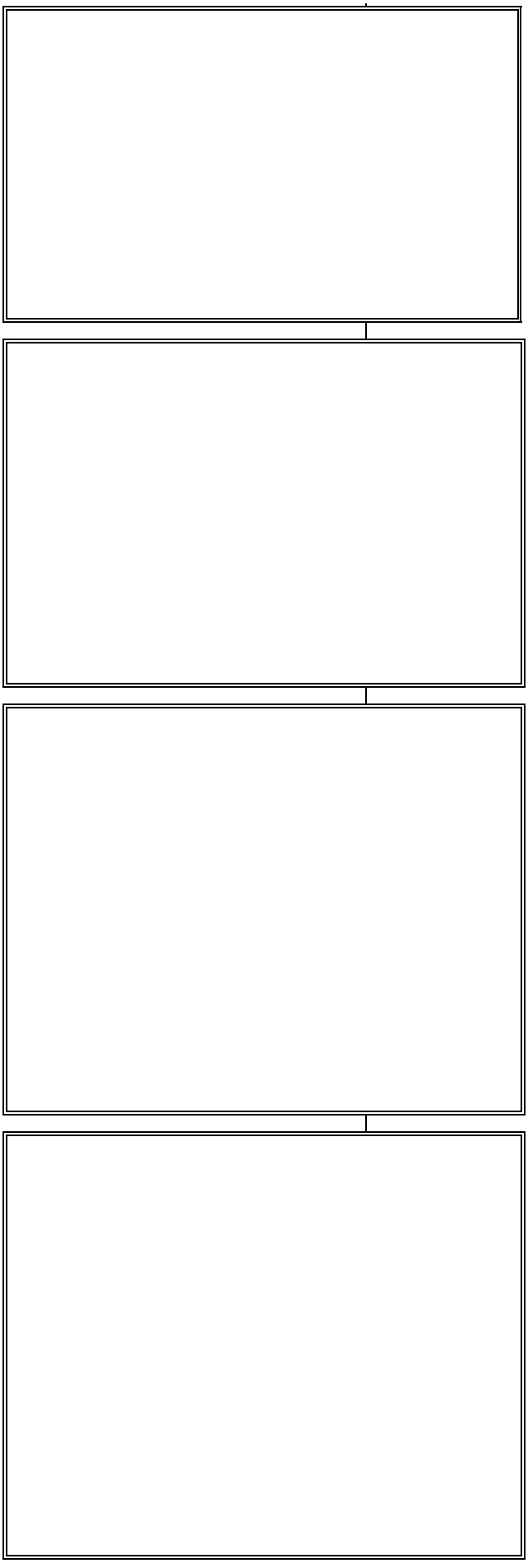
Прибортовые запасы делятся на подэтажи проведением в шахматном порядке рудных подэтажных доставочных штреков. Подэтажи в свою очередь делятся на выемочные панели, располагаемые вкрест простирания рудой залежи.



Отработка запасов начинается с верхнего подэтажа сверху вниз. Отбойка руды производится в «зажиме» послойно в сторону гибкого перекрытия. Гибкое перекрытие предназначено для разделения отбитой руды от пород и формирования призабойного пространства. Панель предварительно обуривается из буро-доставочного орта. Отработка смежных панелей ведётся с отставанием на 2-3 слоя. По мере взрывания панели погашается орт, через торец его выпускают руду и доставляют к рудоспуску. На очистных работах применяются погрузочно-доставочные машины. Вслед за выпускаемой рудой перемещается гибкое перекрытие вместе с навалом породы. Управление движением перекрытия производится режимом выпуска руды.

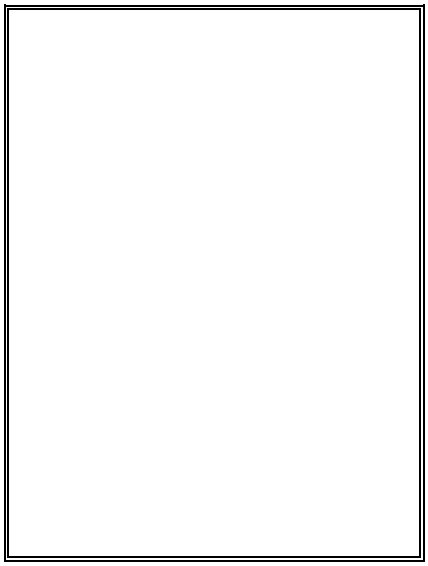
Для сравнения рассматривалась система разработки горизонтальными слоями с твердеющей закладкой с восходящим порядком выемки (рис. 2).

Применение этой системы обеспечивает высокое качество извлечения запасов, сохранность борта карьера и незначительные деформации массива.



Блок вынимают горизонтальными или слабонаклонными сло-ями (10-12°). Поверхность закладки служит рабочей площадкой для производства горных работ в вышележащем слое. Порядок отработки заходок – через одну. Ширина слоёв применяется от 5 до 7 м, длина 25-50 м, высота слоя 5-7 м. Отбитая руда доставляется к рудоспуску самоходным оборудованием. Из рудоспусков руда транспортируется в карьер для перегрузки на карьерный автотранспорт. Подготовка массива производится буровзрывным способом с применением шпуровой отбойки. Со стороны борта карьера оставляется рудная корка в качестве опалубки. По завершении выемки заходки выработанное пространство заполняют твердеющей смесью.

Эти варианты характеризуются высокой трудоёмкостью работ, низкой интенсивностью и высокой себестоимостью отработки. Срок отработки залежи по первому варианту составляет 5 лет, что существенно снижает дисконтированный доход по системе.



Во втором варианте высокая себестоимость определяется значительными затратами на закладку.

В третьем варианте предлагается технология отработки прибортовых запасов открытыми горными работами с разделением запасов по простиранию борта на небольшие участки (блоки), обуривание запасов с поверхности карьера подземным самоходным оборудованием со сбросом взорванной рудной массы в выработанное пространство карьера и последующей пригрузкой борта скальными породами (рис 3). Для заезда и размещения оборудования создается рабочая площадка. Расширение площадок, с которых производится обуривание рудного массива малогабаритным оборудованием. возможно путём сдваивания, страивания уступов и увеличения углов их откоса.

Ширина блоков определялась из условия обеспечения временной устойчивости подработанного борта и составила 30–40 м. Для повышения устойчивости крутого откоса на период отработки запасов в качестве превентивной меры используется тросовое укрепление массива. После выемки запасов блока, для компенсации потери устойчивости борта, последний пригружают скальными породами и цикл работ повторяют. Вариант применим в устойчивых вмещающих породах.

Расширение площадок в ряде случаях невозможно произвести по горнотехническим условиям.

Четвёртая технологическая схема позволяет создать рабочую площадку путем отработки запасов открытыми камерами с закладкой под защитой временного барьерного целика с последующей его выемкой открытым способом и пригрузкой борта скальными породами (рис. 4).

Комбинация технологий открытых и подземных горных работ позволит интенсифицировать отработку прибортового участка.

Высокий угол откоса уступов (70-80°) и недостаточная для подъезда бурового оборудования ширина берм (3-8м), создают сложные условия для отработки запасов с поверхностикарьера. Кровля заложенной камеры, будет служить дополнительной площадкой для работы оборудования при выемке запасов барьерного целика. Общая ширина сформированной искусственной площадки составит 12-18 м.

После твердения закладочного массива с поверхности карьера производят обуривание барьерного целика. Затем отбивают руду на сброс в выработанное пространство карьера. Отгрузка руды предполагается карьерным экскаватором либо погрузчиком в автосамосвалы. Для компенсации потери устойчивости борт карьера возможно пригрузить породами скальной вскрыши.

Пятый вариант отработки прибортовых запасов выходящими в карьер камерами с комбинированной закладкой и двухстадийной выемкой запасов позволяет уменьшить затраты на поддержание в устойчивом состоянии борта карьера путём сочетания твердеющей закладки и отвальных пород при отработке камер первой очереди и отказа от закладки на стадии отработки камер второй очереди (рис. 5).

Запасы участка разбиваются на два подэтажа. Первоначально извлекаются запасы первичных камер с расположением последних в шахматном порядке.

Устье камеры засыпается породами вскрыши. Подачей по скважинам, пробуренным с уступов карьера или со специальных закладочных выработок, вяжущего раствора в выработанное пространство осуществляется полная закладка камеры. После отработки первичных камер верхнего подэтажа приступают к погашению запасов камер нижележащего подэтажа по аналогичной схеме. Выемка запасов междукамерных целиков производится в отступающем порядке без закладки образующегося выработанного пространства после окончания закладочных работ в первичных камерах обоих подэтажей.

В варианте, представленном на рис. 6 отработка запасов ведется подобно технологиям в третьем и четвёртом варианте, но в качестве пригрузки используют забалансовые руды из отвалов.

По окончании очистных работ производят извлечение полезных компонентов из опорных рудных целиков, забалансовых руд месторождения методом кучного выщелачивания, используя комплекс заблаговременно подготовленных дренажных выработок.

Сравнение вариантов показывает, что наиболее предпочтительным в экологическом и экономическом отношении, является складирование вмещающих пород, отходов обогащения и забалансовых руд в выработанном пространстве карьера, поскольку гарантирует устойчивость подрабатываемого борта карьера и сводит к минимуму проектные потери руды. Технико-экономическое сравнение вариантов производили на основе дисконтированной прибыли за период отработки запасов. Расчётом определено (см. табл.), что наибольшая прибыль достигается в вариантах, предполагающих комбинацию элементов открытых и подземных способов добычи и дополнительных возможностей использования выработанных пространств карьера и подземных камер.

Предложенные варианты с некоторым изменением могут быть применены в условиях отработки прибортовых запасов практически любого карьера. При этом большую эффективность они способны обеспечить если заблаговременно при проектировании открытых горных работ будут учтены рабочие площадки и резерв запаса устойчивости борта для открытоподземной доработки запасов. За счет более дешевого способа управления состоянием массива и меньших затрат на транспортирование руды по сравнению с открытым способом, отработка прибортовых запасов , включая часть запасов карьерного поля, открытоподземным способом может принести дополнительную прибыль и повысить эффективность освоения месторождения в целом. Сокращение площади земельного отвода и объема складируемых на поверхности отходов производства обеспечит экологический эффект

© М.В. Рыльникова, А.В. Зинуров, В.А. Шадрунов