

Классификация систем комбинированной разработки нагорных рудных месторождений

Большинство нагорных месторождений нашей республики имеют крутое падение и распространяются на значительную глубину. Для крутопадающих месторождений нагорного типа характерно применение последовательной открыто-подземной разработки, т.е. комбинированной технологии. Эта технология обеспечивает высокий уровень производства и промышленной безопасности при открытых горных работах, подземный способ должен быть использован как средство повышения эффективности работы карьеров. При комбинированной разработке верхняя часть залежи разрабатывается открытым способом, а нижняя часть – подземным. Особенностью последовательной открыто-подземной разработки является наличие переходного этапа (периода) разработки, когда осуществляется переход от открытых горных работ к подземным работам.

Во времени открыто-подземная разработка месторождений может быть одновременной и последовательной.

При одновременной разработке горные работы ведутся параллельно с соблюдением всех мер по обеспечению безопасного ведения работ в карьере и в подземном руднике.

При последовательной открыто-подземной отработке месторождений горные работы в карьере ведутся до начала или после завершения подземных горных работ. В первом случае достигается ускорение ввода в эксплуатации месторождения до окончания вскрытия и подготовки ее части, обрабатываемой подземным способом. Во втором случае ведение открытых горных работ после завершения подземного способа отработки месторождения обеспечивает снижение потерь полезного ископаемого в недрах, недоразведанных или не извлеченных при подземной отработке месторождений.

Переход на подземные работы может происходить без образования и с образованием единого выработанного пространства в переходной зоне. В первом случае работы ведутся без оставления барьерного целика в основании и в бортах карьера - буровые работы ведутся из карьерного пространства и из подземных выработок, погрузка и транспорт руды осуществляются через шахту. При этом могут применяться системы разработки, как с поддержанием очистного пространства, так и с обрушением. Достоинством этого варианта является возможность размещения в выработанном пространстве карьера вскрышных пород, что отвечает требованиям экологизации горного производства.

Во втором случае либо оставляется естественный целик-потолочина, обрушаемый после завершения работ в карьере, либо формируется искусственный подкарьерный целик из закладочного материала.

Преимуществом данной схемы является возможность раннего развития работ в переходной зоне параллельно с производством открытых работ на верхних горизонтах, что позволяет обеспечить поддержание, а в ряде случаев и наращивание производственной мощности рудника, а также решить вопросы вентиляции и водоотлива.

Известно, что нормальное функционирование современного карьера обуславливается не только рациональным выбором параметров бортов и уступов, при которых обеспечивается их устойчивость до окончания работ в карьере, но и правильным выбором схемы вскрытия, системы разработки.

При комбинированной разработке месторождений применяются различные виды систем разработки. Системы этажно-принудительного обрушения применялись в Лебяжинском железорудном месторождении, камерные системы (в случае совмещения открытых и подземных горных работ) с временным оставлением прочных опорных целиков – в Абаканском железорудном месторождении, подэтажное обрушение – в Куржункульском месторождении (Кустанайская область), системы горизонтальными слоями с твердеющей закладкой, системы подэтажных штреков с последующей закладкой камер – в руднике «Шабанье» (Ботсвана), камерно-столбовая система с последующим извлечением целиков и

заполнением выработанного пространства гидрозакладкой - в руднике «Камото» (Конго), системы подэтажных штреков с торцевым выпуском руды – в руднике «Принс Лайел» (Австралия) [1-5] и т.д.

Как показывает опыт комбинированной разработки, выемка запасов дна карьера системами с обрушением приводит к частичному обрушению бортов карьеров, что недопустимо в случае необходимости сохранения устойчивости бортов в связи с нахождением на них различных производственных зданий и сооружений, шахтных стволов и штолен.

На практике отработки месторождений цветных металлов довольно часто применяется одновременное ведение подземных и открытых работ, совмещенных в вертикальной плоскости, что технически возможно при использовании камерных систем с твердеющей закладкой. Применение систем с твердеющей закладкой позволило Гайскому ГОК отрабатывать месторождение открытым и подземным способом одновременно. Раньше считалось, что прочность закладки должна соответствовать прочности руды. При этом был значительный расход цемента. После проведенных экспериментов прочность закладки уменьшили в 2–3 раза без ущерба для безопасности работ. В результате снизился расход цемента, и довели до 30 кг на кубометр закладочного массива против первоначальных 200 кг. Применение сплошной выемки руды с твердеющей закладкой выработанных пустот исключило возможность возникновения эндогенных пожаров и имеет еще целый ряд преимуществ. В настоящее время комбинированным способом продолжается отработка Учалинского, Сибайского, Александринского и других месторождений.

Таким образом, анализ способов отработки дна карьеров (переходной зоны) показывает, что ввиду большого разнообразия геологических условий рудных месторождений для комбинированной разработки применяются много систем и их вариантов. Непостоянство элементов залегания рудных тел нередко приводит к необходимости применения различных систем для одной и той же залежи.

Таблица 1

Классификация систем комбинированной разработки нагорных рудных месторождений

№ п/п	Класс систем	№ п/п	Группы систем
1	Системы с естественным поддержанием дна карьера (с оставлением рудного или породного целика)	1 2 3 4	Камерные системы Камерно-столбовая система Система с отбойкой из магазина Система с подэтажной выемкой (подэтажных штреков)
2	Системы с искусственным поддержанием дна карьера (закладкой)	1 2 3 4 5	Системы горизонтальными слоями с закладкой Системы наклонными слоями с закладкой Нисходящая слоевая система с закладкой Камерно-столбовая система с последующим извлечением целиков и заполнением выработанного пространства гидрозакладкой Системы подэтажных штреков с последующей закладкой камер Другие системы с закладкой

3	Системы с обрушением дна карьера (с единым выработанным пространством)	1	Системы с этажным принудительным обрушением
		2	Подэтажное обрушение с донным выпуском руды
		3	Подэтажное обрушение с торцевым выпуском руды
4	Системы с образованием перекрытия на дне карьера (с засыпкой карьерного пространства вскрышными породами и образованием гибкого перекрытия)	1	Подэтажное обрушение с торцевым выпуском с применением гибкого разделяющего перекрытия
		2	Слоевое обрушение с гибким перекрытием и траншейной выемкой

Существующие в настоящее время классификации систем комбинированной разработки не полностью учитывают особенности открыто-подземной комбинированной разработки. В их основу положены пространственно-временные взаимосвязи совмещения открытых и подземных горных работ, что не отражает технологии комбинированной разработки.

В связи с этим нами разработана классификация, отличающаяся тем, что в ее основу в качестве классификационного признака положен способ поддержания дна карьера при комбинированной разработке месторождений. На основе данного признака выделено четыре класса и пятнадцать групп систем:

I класс. Системы с естественным поддержанием дна карьера (с оставлением рудного или породного целика). Дно карьера не обрушается, очистная выемка состоит в отбойке и доставке руды.

II класс. Системы с искусственным поддержанием дна карьера (закладкой). Дно карьера обрушается и создается единое выработанное пространство, очистная выемка состоит в отбойке и доставке руды, а при необходимости и вторичном дроблении.

III класс. Системы с обрушением дна карьера (с единым выработанным пространством). Создается искусственное дно карьера, очистная выемка заключается в отбойке и доставке и закладке выработанного пространства. Системы III класса наиболее надежны и безопасны при совмещении открытых и подземных технологий. Они в наибольшей мере отвечают требованиям охраны природы в части полноты использования недр, сохранения земной поверхности.

IV класс. Системы с образованием искусственного перекрытия на дне карьера. Очистные работы ведутся под защитой искусственного перекрытия, опускающегося под давлением налегающих пород.

Данная классификация (табл.1) может применяться для сравнения и выбора наиболее эффективных технологий при комбинированной разработке рудных месторождений нагорного типа.

Литература

1. Me Murray D.T Sub-level caving practice at Shabanie mine, Rhodesia. Trans. Inst. Mining and Met., 1976, A 85, Oct., pp.136-143.
2. Hoven H.I. Rock handling with LNB mashines at Thabazimbi iron ore mine. – S. Air. Mining And. I., 1979, v, 90, N 4154, pp. 53-65.
3. Ованесов А.С., Красный Е.С. Технология, организация, управление процессом добычи железных руд на Шведском руднике «Кируна». – Черная металлургия, Бюл. ин-та Черметинформация, 1981, №5, с.3-14

4. Кожогулов К.Ч., Усенов К.Ж., Алибаев А.П. Геомеханические основы и технология при комбинированной разработке крутопадающих месторождений. Бишкек, КГ-МИ, 1999.
5. Агошков М.И., Терентьев В.И., Казикаев Д.М. и др. Комплексный открыто-подземный способ разработки мощных крутопадающих рудных месторождений. В сб. «Основные направления развития открыто-подземного способа разработки месторождений». М.: ИПКОН АН СССР, 1987.