УДК 622.274.4

О.В.КОВАЛЕВ
Горный факультет, профессор кафедры разработки месторождений подземным способом
Ю.Л.МИНАЕВ
Горный факультет, доцент кафедры разработки месторождений подземным способом
Д.Ю.МИНАЕВ
Горный факультет, группа ТПР-99, ассистент профессора

ОБОСНОВАНИЕ ВОСХОДЯЩЕГО ПОРЯДКА ОТРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ РУДНИКА «СЕВЕРНЫЙ» ОАО «КОЛЬСКАЯ ГМК»

Рассматривается возможность применения восходящего порядка отработки глубоких горизонтов месторождения Заполярное рудника «Северный» ОАО «Кольская ГМК» вместо применяемого в настоящее время нисходящего порядка системы разработки с подэтажной выемкой руды и закладкой выработанного пространства твердеющей монолитной закладкой.

Предлагается при восходящем порядке выемки в пределах всего месторождения перейти к двухстадийной разработке камер с использованием комбинированной закладки: монолитной твердеющей закладки камер I очереди и породной закладки камер II очереди. Монолитная твердеющая закладка служит подпорной стенкой при выемке камер II очереди. Расчеты по теории Кулона позволяют считать целесообразным соотношение размеров камер I и II очереди, равное 1:7.

Замена твердеющей закладки на комбинированную, большая часть которой представлена породой, а также переход на увеличенную высоту камер позволит снизить себестоимость добываемой руды и улучшить геомеханическую обстановку во вмещающих породах.

In clause the opportunity of application of the ascending order of improvement of deep horizons of a deposit «Zapolarnu» of mine «Northern» OAO «Kola MMC» instead of used now descending by system of development with floor by a collection of ore and bookmark of the produced space by a hardening monolithic bookmark is considered.

It is offered to apply the ascending order of a collection within the limits of all deposit with biphase by development of chambers with use of the combined bookmark: chambers I of turn – monolithic hardening bookmark and chambers II of turn – emphasis by a bookmark. The monolithic hardening bookmark is emphasis a wall at a collection of chambers II turns. The carried out accounts under the theory Culon allow to apply the sizes of the chamber I and II of turn in the ratio 1:7.

The replacement of a hardening bookmark on combined, biggest part is submitted by breed, and also the transition to increased height of chambers will allow to lower the cost price of extracted ore and to improve geomechanical conditions in containing breeds.

Сырьевую базу ОАО «Кольская ГМК» образуют медно-никелевые месторождения Котсельваара, Семилетка, Заполярное, Ждановское, Тундровое и Быстринское. Верхняя часть Ждановского месторождения отработана открытым способом. Месторождения Котсельваара и Семилетка отрабатывают рудником «Каула-Котсельваара», а Заполярное – рудником «Северный».

Месторождения сульфидных медно-никелевых руд сложены, в основном, филлитами, алевролитами, песчаниками, туффитами и туфами. Все рудные тела месторождений имеют пластообразную или удли-

ненно-линзообразную форму. Простирание рудных тел юго-восточное, падение на юго-запад под углами 40-60°. Длина рудных тел по простиранию 0,1-2 км, протяженность по падению 0,8-2,5 км.

Месторождение Заполярное расположено в борту карьера «Центральный» месторождения Ждановское и разрабатывается подземным способом. С поверхности до отметки –680 м пройдены автотранспортные уклоны, а до отметки –1041 м клетевой и скиповой стволы.

Сейчас эксплуатационные работы на руднике «Северный» ведут на горизонтах –500 и –560 м. Промышленные запасы нижних горизонтов месторождения Заполярное (ниже –560 м) довольно высокие: более 10,5 млн т.

В соответствии с проектом института «Гипроникель» применяется нисходящая отработка этажей камерной системой разработки с отбойкой руды глубокими скважинами из подэтажных штреков и последующей закладкой выработанного пространства монолитной твердеющей закладкой. Штреки и орты проходят сечением 11,2-18,6 м^2, что определяется габаритами применяемого самоходного оборудования. Камеры закладывают бутобетоном (твердеющая смесь с одновременной подачей породы из проходческих забоев) прочностью 1-2 МПа. С понижением горных работ прочность закладки необходимо будет увеличивать и на глубине свыше 1000 м она может достигнуть 6-7 МПа*, а это, в свою очередь, скажется на себестоимости добываемой руды.

Годовая производительность рудника «Северный» составляет 600 тыс.т руды в год. Планируется увеличить объем добычи руды до 900 тыс.т в год.

В 2001 г. разубоживание руды при очистной выемке составило 22,5 %, в основном, из-за разрушения закладки в ранее заложенных камерах. Себестоимость руды составляет 1072 руб./т .

Главной причиной разубоживания руды при нисходящем порядке выемки этажей

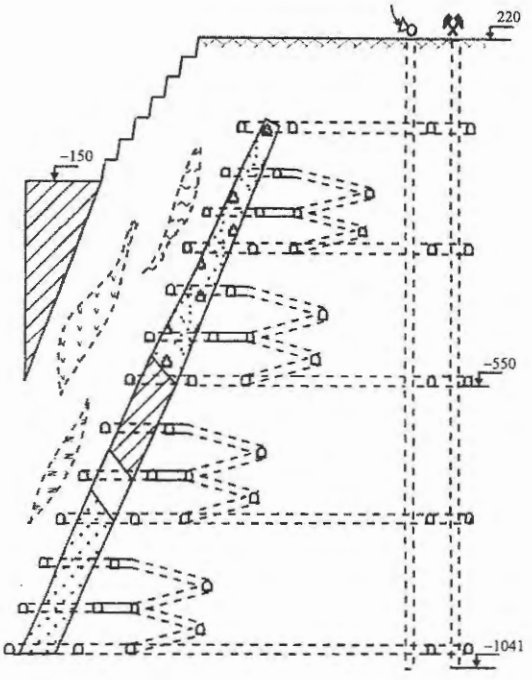


Рис.1. Схема вскрытия месторождения Заполярное

является разрушение закладки в днище вышележащего блока. Значительное увеличение свода обрушения в кровле камер вызвано повышенными концентрациями напряжений в днище вышележащего блока, достигающими величин, превышающих прочность применяемой закладки (1-2 МПа).

Для улучшения технико-экономических показателей и возможности увеличения производственной мощности предприятия предлагается применить восходящий порядок отработки месторождения (рис.1). Переход на восходящий порядок тем более целесообразен, что стволы уже пройдены до отметки –1041 м. Восходящий порядок выемки позволит, во-первых, использовать для закладки камер породу от проходки горных выработок и, во-вторых, перейти на увеличенную высоту камер, что в настоящее время внедряется на многих зарубежных и отечественных рудниках.

При выборе эффективных вариантов систем разработки необходимо решение вопросов, связанных с управлением напряженно-деформированным состоянием горного массива, позволяющим устранить или свести к минимуму концентрацию напряжений в районе ведения горных работ, снизить

* *Волков Ю.В.* Создание новой геотехнологии рудных месторождений / Ю.В.Волков, О.В.Славиковский // Известия вузов. Горный журнал. 2000. № 3.

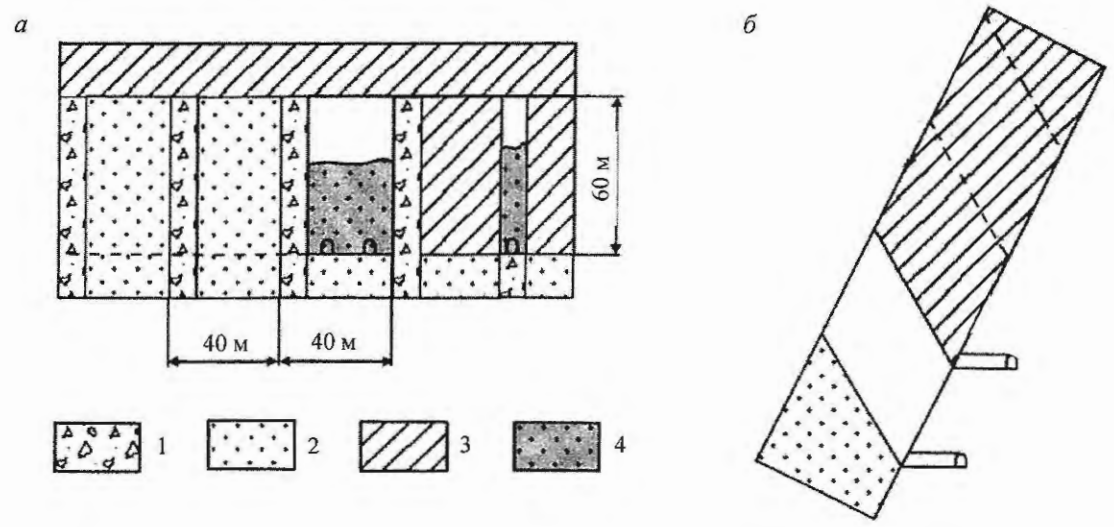


Рис.2. Камерная система разработки с комбинированной закладкой при восходящем порядке выемки (*а*) и распределение напряжений в кровле ромбовидной камеры (*б*)

1 – монолитная твердеющая закладка; 2 – породная закладка; 3 – руда в массиве; 4 – отбитая руда

способность приконтурного массива к накоплению больших запасов потенциальной энергии упругого деформирования. Одним из путей снижения энергии упругих деформаций в окружающем массиве является отработка месторождения с податливыми целиками. При восходящем порядке выемки выемочный блок делят на камеры I и II очереди, отработка которых будет производится камерной системой разработки, хорошо освоенной на руднике. Камеры I очереди заполняют монолитной твердеющей закладкой, а камеры II очереди – породной закладкой. Монолитная закладка будет являться своего рода «подпорной стенкой» при выемке камер II очереди (рис.2). Расчет ширины камер I очереди осуществлялся из предпосылок Кулона о давлении на подпорную стенку призмы сыпучего материала. Проведенные расчеты показали, что при ширине вторичных камер 35 м ширина первичных камер составляет 5 м при высоте блока 60 м.

Для прогнозирования напряженно-деформированного состояния породного массива применяют численные методы решения задач, в частности метод конечных элементов. Этот метод позволяет учитывать особенности строения массива, физико-механические свойства пород, форму и размеры рудных тел, параметры камер, прочность закладочных материалов. Исследования показали, что при восходящем порядке выемки этажей с заполнением камер комбинированной закладкой, концентрация напряжений в породах висячего бока значительно меньше разрушающих величин, так как происходит нивелирование напряжений при постепенном разрушении камер I очереди.

При восходящем порядке выемки в случае, когда кровля вышележащих камер представлена рудным массивом крепостью 13-14 по шкале Протодьяконова, вышележащий рудный массив разрушаться не будет, а следовательно, можно будет избежать разубоживания руды.

Восходящий порядок выемки позволит увеличить высоту камер до 120 м и более. Опыт рудников («Геко» и «Страткона» в Канаде) показывает, что искусственные массивы сохраняют устойчивость при высоте обнажений, значительно превышающих расчетные величины, при прочности около 1,5 МПа. Объяснение этому, как показало обобщение результатов многолетних исследований различных авторов, заключается в том, что в закладочном массиве не генерируются напряжения, вызванные массой искусственного целика. Это может быть следствием того, что часть закладочного массива

уравновешивается силами сцепления и трения на стенках камеры*. Размер площади обнажений сам по себе не является существенным фактором, обусловливающим обрушение закладочного массива из монолитной закладки. Более важными являются ширина первичных камер, число обнажаемых плоскостей, мощность массового взрыва при выемке камер второй очереди, качество закладочных работ, методы ведения буровзрывных работ.

Увеличение высоты камер сопровождается изменением напряженно-деформированного состояния пород в глубине массива, но на общем состоянии вмещающих пород это почти не отражается.

Анализ показывает, что отработку глубоких горизонтов месторождения Заполярное целесообразно вести в восходящем порядке камерной системой разработки с использованием комбинированной породной закладки камер от проходки горных выработок и твердеющей закладки междукамерных целиков. За счет применения породной закладки себестоимость добываемой руды независимо от глубины ведения работ существенно снизится.

* *Цыгалов М.Н.* Разработка месторождений полезных ископаемых с монолитной закладкой / М.Н.Цыгалов, П.Э.Зурков. М.: Недра, 1970.