УДК 52.41.33

А.Б.КОРЕЙВО, *старший научный сотрудник, koreyvo@spmi.ru.*
А.Г.ЗИЛЕЕВ, *канд. техн. наук, старший научный сотрудник, zileev@spmi.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет).

A.B.KOREYVO, *senior research assistant, koreyvo@spmi.ru.*
A.G.ZILEEV, *PhD in eng. sc., senior research assistant, zileev@spmi.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ВЫБОР СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРИБОРТОВЫХ ЗАПАСОВ КОАШВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Выбор системы разработки является одним из важных этапов на стадии проектирования и влияет на экономическую эффективность разработки месторождений полезных ископаемых. Рассмотрен порядок выбора систем разработки на примере прибортовых запасов Коашвинского месторождения. После выбора по постоянным и переменным факторам отобранные системы сравниваются по технико-экономическим показателям и определяется область применения каждой системы.

Ключевые слова: система разработки, рудная залежь, потери, разубоживание, целики, технико-экономические показатели.

THE CHOICE OF MINING METHODS FOR THE NEAR-ORE BANK RESERVES OF THE KOASHVA DEPOSIT

The choice of mining methods is one of the most important phases at the designing stage and it has an influence on the economic efficiency of mineral deposit mining. Consideration is given to the order of selection of mining methods on the example of near-ore bank reserves of the Koashva deposit. Upon selecting a mining method by constant and variable factors, the selected mining methods are compared by their technical and economic indices, and so the field of application of each mining method is identified.

Key words: mining methods, ore deposit, losses, impoverishment, pillars, technico-economical indices.

Системы разработки, применяемые при отработке полезного ископаемого, и их параметры являются определяющими при оценке экономической эффективности разработки месторождения. Оптимальные параметры позволяют извлечь полезное ископаемое с наибольшей эффективностью и наименьшими потерями полезного ископаемого. Поэтому выбор системы является одним из главных этапов работы на стадии проектирования.

На основании анализа изменчивости горно-геологических условий Коашвинского месторождения по углу падения, мощности и содержанию полезного компонента были выделены основные параметры рудных залежей и произведен выбор систем разработки по постоянным и переменным факторам, применение которых возможно в условиях Коашвинского месторождения, а именно:

- этажно-камерная система (с отбойкой из подэтажных штреков);
- этажное обрушение (подэтажное обрушение) со сплошной выемкой или с торцевым выпуском;
- слоевое обрушение.

Следует отметить, что все перечисленные системы разработки являются модифицированными камерными системами, за ис-

Сравнительная таблица технико-экономических показателей

Система разработки	Затраты на добычу 1 т руды, у.е.	Производительность панели, блока, т/м	Потери, %	Разубоживание, %	Удельный расход подготовительно-нарезных работ, м³/1000 м
Этажно-камерная	3 -5	30000-150000	5-15 в камере, до 30 в блоке	10-15	20-60
Этажное (подэтажное) обрушение	2,5-4,5	30000-150000	15-25	15-30	20-60
Слоевое обрушение	9-15	1500-3000	5-10	5-10	90-120

ключением слоевого обрушения, где в очистном пространстве устанавливается крепь (система применяется в основном в неустойчивых рудах). Отличие остальных систем состоит лишь в конструкции отдельных элементов, их размеров, способе доставки (выпуска) отбитой горной массы, управлении горным давлением и технико-экономических показателях.

Дальнейший выбор систем разработки проведем сравнением технико-экономических показателей в таблице*

На основании данных (см. таблицу) система разработки со слоевым обрушением исключается из дальнейшего рассмотрения, так как имеет самые низкие технико-экономические показатели. Приведенные данные являются усредненными и взяты из горно-технической литературы. В действительности, все перечисленные технико-экономические показатели по каждой системе разработки будут меняться в широких пределах в зависимости от угла падения, мощности месторождения, высоты этажа, принятых параметров очистных блоков, панелей и размеров целиков, применяемой техники и других условий.

В результате предварительного отбора наиболее подходящими по своим технико-экономическим показателям и удовлетворяющим постоянным и переменным факторам Коашвинского месторождения являются две системы разработки:

• этажное (подэтажное) обрушение с донным или торцевым выпуском;

• этажно-камерная система разработки (с открытым очистным пространством).

Для дальнейшего анализа технико-экономических показателей, отобранных на предварительном этапе систем разработки, необходимо определить технико-экономические показатели для каждой группы рудных тел и провести их сравнение.

Анализ изменчивости горно-геологических условий прибортовых запасов Коашвинского месторождения показал, что основная часть рудных тел (62,52 %) имеет угол падения 25-45°, рудные тела с углом падения от 0 до 25° составляют 25,94 % от общего объема, а 11,52 % запасов имеют угол падения более 45°.

Было установлено, что основная часть запасов западного участка Коашвинского месторождения (78,4 %) имеет нормальную мощность от 15 до 60 м, рудные тела мощностью более 60 м составляют 1,75 % в общем объеме запасов, а тела мощностью от 0 до 15 м составляют 19,84 %.

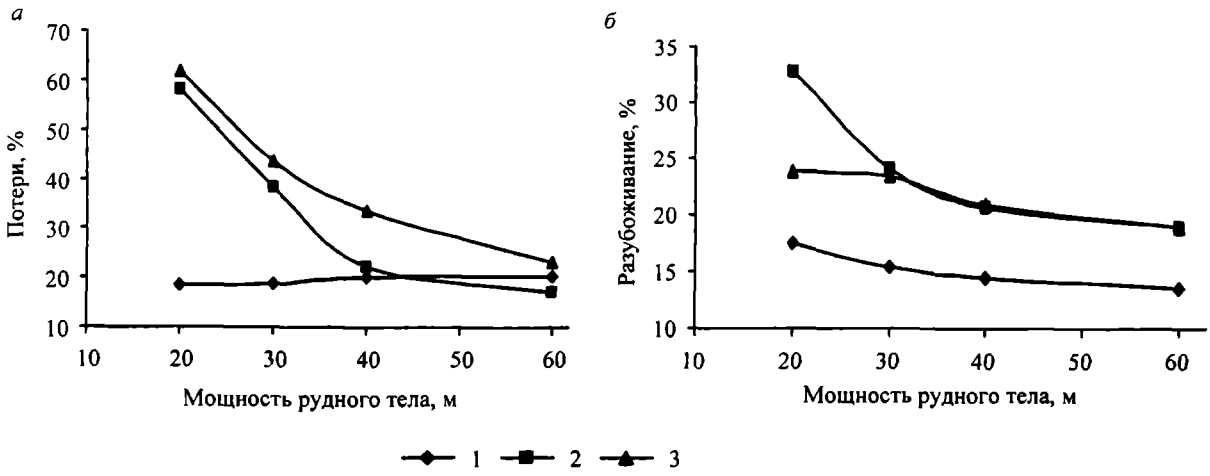
Для сравнения оставшихся систем по значениям потерь и разубоживания в расчетах примем основные параметры рудных тел: углы падения 25; 33; 45°, мощность рудного тела 20; 30; 40; 60 м. Для сравниваемых систем принимаем длину блока, ширину блока и мощность межкамерного целика одинаковыми.

На рисунке представлены графики изменения потерь (*а*) и разубоживания (*б*) для сравниваемых систем разработки в зависимости от нормальной мощности рудного тела, угла падения и высоты подэтажа. Приводятся значения, полученные для рудного тела с углом падения 33° и высотой подэтажа 20 м.

---

* *Порцевский А.К.* Подземные горные работы: Учебное пособие / МГОУ. М., 2005. 83 с.

Portsevsky A.K. Underground mining operations: Teaching appliance / MGOU. Moscow, 2005. 83 p.



Зависимость величины потерь (*а*) и разубоживания (*б*) от применяемых систем разработки и мощности рудного тела
1 – этажно-камерная система с траншейным выпуском; 2 – система с подэтажным обрушением и торцевым выпуском; 3 – система с подэтажным обрушением и траншейным выпуском

Проведя анализ полученных показателей извлечения сравниваемых систем разработки и графиков, построенных по этим данным, можно сделать следующие выводы:

• этажно-камерная система разработки (с открытым очистным пространством) имеет наилучшие показатели извлечения, особенно при небольшой (до 40 м) нормальной мощности рудных тел. При этом необходимо сказать о том, что расчеты велись при условии оставления рудных целиков, т.е. показатели данной системы могут быть существенно улучшены;

• система разработки с обрушением и торцевым выпуском при нормальной мощности рудных тел менее 35-40 м имеет неудовлетворительные показатели извлечения. Так, например, при мощности рудных тел менее 20 м потери могут достигать 50-60 %. Применение данной системы для отработки прибортовых запасов Коашвинского месторождения возможно только в рудных телах мощностью более 40 м при условии гарантированного обрушения вмещающих пород;

• система разработки с обрушением руд и вмещающих пород с траншейным выпуском по результатам расчетов показала неудовлетворительные результаты извлечения полезного ископаемого, это обусловлено небольшой нормальной мощностью рудных тел и сравнительно пологими углами падения рудных тел, представляющими западный участок месторождения. Применение данной системы разработки в условиях прибортовых запасов возможно только для отработки рудных тел, имеющих угол падения не менее 43-45°, при этом их нормальная мощность должна составлять не менее 45-50 м, а при более пологих углах падения не менее 55-60 м. Рудные тела с такими параметрами составляют незначительную часть запасов. Можно сделать вывод, что система разработки с обрушением руд и вмешающих пород с траншейным выпуском непригодна для отработки участка прибортовых запасов.

При сравнении потерь и разубоживания рассматриваемых систем разработки по источникам их образования становится очевидно, что этажно-камерная система в условиях прибортовых запасов будет иметь ряд преимуществ по сравнению с системами с обрушением. Конструктивные потери и разубоживание (в треугольниках лежачего бока) при одинаковых углах падения рудных тел (20-45°) и других прочих условиях в системах с обрушением будут всегда больше, чем в системах с открытым очистным пространством. Это объясняется тем, что в первом случае угол наклона траншей или боков ромбовидных камер должен составлять не менее 65-70°, а во втором случае этот угол может быть равным 50°.

Потери в гребнях траншей в системах с обрушением будут в разы превышать поте-

ри в гребнях в системах с открытым очистным пространством. Это объясняется разностью углов естественного откоса рудных гребней, которая в первом случае составляет не менее 70-75°, что увеличивает высоту гребня и соответственно существенно повышает объем теряемой руды, а во втором случае равна 45-50°

При применении этажно-камерной системы разработки отсутствует такой вид потерь как «потери руды от смешивания с обрушенными породами при выпуске», который является основным видом потерь систем с обрушением при отработке рудных тел небольшой мощности. Величина потерь этого вида зависит от многих технологических параметров. Одним из основных факторов, определяющим величину данного вида потерь, является вертикальная высота выпускаемого слоя руды. В.Р.Именитов* указывает на то, что при применении систем с обрушением руд и пород при добыче руд средней ценности должно соблюдаться следующее соотношение:

$$\frac{H_б}{D} \geq 4-6,$$

где $H_б$ – высота блока (вертикальная высота выпускаемого слоя руды), м; D – расстояние между осями выпускных выработок, м.

В наших условиях, при минимально возможном расстоянии между выпускными выработками 15 м, высота выпускаемого слоя отбитой руды должна составлять не менее 60-90 м, что соответствует нормальной мощности рудных тел (с углом падения, равным 33°) 50-75 м. Соответственно, этот вид потерь определяет непригодность систем с обрушением для отработки рудных тел небольшой мощности.

В расчетах показателей извлечения этажно-камерной системы было заложено условие «целики не извлекаются». При этом доля руды, теряемой в межкамерных целиках, достигает 18 % от общего количества балансовых запасов блока, а в объеме общих потерь данный вид составляет не менее 50 %. Соответственно, при извлечении целиков показатели потерь и разубоживания по блоку существенно улучшатся.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- этажно-камерная система разработки принимается как основная система разработки для отработки прибортовых запасов Коашвинского месторождения;
- применение системы разработки с подэтажным обрушением и торцевым выпуском возможно для отработки прибортовых запасов Коашвинского месторождения при нормальной мощности рудных тел более 40 м;
- система разработки с подэтажным обрушением руд и вмешающих пород с траншейным выпуском далее не рассматривается, так как непригодна для отработки прибортовых запасов Коашвинского месторождения.

* *Именитов В.Р.* Технология, механизация и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1973. 459 с.

Imenitov V.R. Technology, mechanization and organization of production processes in underground ore deposit mining. Moscow: Nedra, 1973. 459 p.