

*Кожоголов К. Ч., Усенов К. Ж., Алибаев А. П., Такеева А. Р.*

## ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ КРУТОПАДАЮЩИХ РУДНЫХ ТЕЛ

Традиционная разработка мощных крутопадающих рудных месторождений, залегающих на незначительной глубине или выходящих на поверхность, предусматривает последовательную или одновременную добычу полезных ископаемых открытым и подземными способами, разделенными в вертикальной плоскости барьерным целиком (днищем карьера). При этом вся вскрыша из открытых горных работ, как правило, складывается во внешние отвалы, для размещения которых из сельскохозяйственного производства изымаются значительные площади земельных угодий. Подвергаясь эрозии, породы вскрыши загрязняют окружающую природную среду в ареале, превышающем во много раз площадь горного отвала, что наносит народному хозяйству значительный ущерб и приводит к серьезным экологическим последствиям. Обычно с целью уменьшения наносимого ущерба внешние отвалы располагают на наименее плодородных почвах и, как правило, на больших расстояниях от карьера, что в свою очередь приводит к значительному росту материальных, трудовых и энергетических затрат. С увеличением глубины разработки открытым способом резко возрастают объемы вскрыши, дальность ее транспортирования к внешним отвалам и, следовательно, растут эксплуатационные расходы.

Последнее время наметилась тенденция к изысканию таких принципиально новых технологических схем ведения горных работ с внутрикарьерным размещением пород вскрыши, при которых бы достигалось полное совмещение в пределах одного выемочного поля открытых и подземных работ при одновременном обеспечении полной доработки подкарьерных, прибортовых и временно оставленных запасов руд, подлежащих повторной разработке.

При этом обоснована техническая возможность и экономическая целесообразность применения комплексного способа с открыто-подземным ярусом для доработки глубоких горизонтов карьера, без разноса его бортов, с размещением текущих объемов вскрыши во внутренний отвал [1]. Это резко снижает затраты на добычу руды и уровень нарушения окружающей природной среды. Кроме того, породы внутреннего отвала вскрышных пород, размещаемые в выработанном пространстве позволяют повысить устойчивость открыто-подземного яруса.

Известен способ [2] комбинированной разработки мощных рудных тел, включающий применение на открытых горных работах разделяющего перекрытия.

Недостатками данного способа является, во-первых, относительно большие потери и разубоживание руды и, во-вторых, не предусмотрена отработка предохранительного целика между проектным контуром карьера и подземными горными работами.

Оставление такого предохранительного целика предусматривает большие потери руды в целике, что нецелесообразно при добыче ценных и особо ценных руд.

Также известен способ [3] комбинированной разработки мощных крутопадающих рудных тел, включающий выемку руды открытыми работами до проектной отметки дна карьера, подготовку буродоставочного горизонта в направлении углубки карьера, а затем по всей площади рудного тела, разделку отрезной щели до дна карьера, формирование между подземными и открытыми горными работами единого очистного пространства.

Недостатками данного способа является относительно большие потери и разубоживание руды в связи с формированием единого очистного пространства.

На основе анализа существующих способов нами предлагается способ комбинированной разработки мощных крутопадающих рудных тел. Способ может быть использован при комбинированной разработке ограниченных по простиранию мощных крутопадающих рудных тел. Сущность способа состоит в следующем. В период проектирования месторождения делится на три яруса: открытый ( $H_0$ ); открыто-подземный ( $H_{0-П}$ ); подземный ( $H_{П}$ ). Месторождение (рис.1) обрабатывается до нижней границы открытого яруса открытым способом с внешним отвалообразованием. На границе открытого и открыто-подземного ярусов со стороны лежачего бока рудного тела 1 над породным целиком 2 проходят капитальную штольную 3 и от нее спиральный съезд 4, через который добывают руду под дном карьера. В период подготовки подкарьерных запасов в пределах открыто-подземного яруса проходят буровые 5 и доставочные 6 выработки. От буродоставочного горизонта проходят отрезную щель 7 до поверхности. Обрушенная руда из подземной выработки транспортируется через спиральный съезд и далее по транспортным бермам на обогатительную фабрику. Приступают к разносу уступов открыто-подземного яруса, при этом обрушенная из уступов открыто-подземного яруса руда доставляется до отрезной щели,

и далее выпускается через спиральный съезд. Часть вскрышных пород вывозят во внешний отвал, оставшуюся часть перемещают гравитационным способом на дно карьера, т.е. во внутренний отвал 8. Бурение и взрывание скважин 9 осуществляются из буровой выработки и из карьера.

Запасы, залегающие под дном карьера, обрабатываются через спиральный съезд системой поэтажного обрушения. Удлиняют спиральный съезд и обрабатывают через него руду из зоны под залегающими породами аналогичной технологией, т.е. системой поэтажного обрушения. Пустые породы складировуют во внутрикарьерный отвал.

Анализ способов обработки подкарьерных запасов показывает, что в последнее время на ряде рудниках после полного завершения открытых горных работ применяют систему поэтажного обрушения для обработки залежей полезного ископаемого под дном карьера [1,4,5,6,7 и др.].

При этом характерной особенностью применения системы поэтажного обрушения под дном карьера является частичное обрушение бортов карьера. В ряде случаев для повышения эффективности поэтажного обрушения на дно карьера складировались пустые породы или забалансовая руда крупнокусовой фракции. Система также отличается большой гибкостью и позволяет вести в случае необходимости селективную выемку. Система поэтажного обрушения применяется в самых различных горно-геологических условиях и имеет чрезвычайно большое многообразие вариантов и модификаций. Из них выделяется две группы ее вариантов: с донным выпуском руды; с торцевым выпуском руды. Вариант с торцевым выпуском имеет разновидности: со сплошной (прямой) и конической (треугольной) подсечкой.

При применении торцевого выпуска с прямой подсечкой показатели извлечения руды улучшаются, число поэтажных выработок сокращается. Однако создается жесткая взаимозависимость во времени бурения, взрывания и доставки руды. Работы ведутся под рудной консолью, поэтому в целях обеспечения безопасности этот вариант приемлем лишь при очень устойчивой руде и малом диаметре взрывных скважин.

При неустойчивой руде наиболее приемлемым является вариант с конической подсечкой, так как в этом случае консоль будет поддерживаться рудным выступом в интервале между выработками.

Традиционная разработка мощных крутопадающих рудных месторождений, залегающих на незначительной глубине или выходящих на поверхность, предусматривает последовательную или одновременную добычу полезных ископаемых открытым и подземными способами, разделенными в вертикальной плоскости барьерным целиком (днищем карьера). При этом вся вскрыша из открытых горных работ, как правило, складировуется во внешние отвалы,

для размещения которых из сельскохозяйственного производства изымаются значительные площади земельных угодий. Подвергаясь эрозии, породы вскрыши загрязняют окружающую природную среду в ареале, превышающем во много раз площадь горного отвала, что наносит народному хозяйству значительный ущерб и приводит к серьезным экологическим последствиям. Обычно с целью уменьшения наносимого ущерба внешние отвалы располагают на наименее плодородных почвах и, как правило, на больших расстояниях от карьера, что в свою очередь приводит к значительному росту материальных, трудовых и энергетических затрат. С увеличением глубины разработки открытым способом резко возрастают объемы вскрыши, дальность ее транспортирования к внешним отвалам и, следовательно, растут эксплуатационные расходы.

Последнее время наметилась тенденция к изысканию таких принципиально новых технологических схем ведения горных работ с внутрикарьерным размещением пород вскрыши, при которых бы достигалось полное совмещение в пределах одного выемочного поля открытых и подземных работ при одновременном обеспечении полной доработки подкарьерных, прибортовых и временно оставленных запасов руд, подлежащих повторной разработке.

При этом обоснована техническая возможность и экономическая целесообразность применения комплексного способа с открыто-подземным ярусом для доработки глубоких горизонтов карьера, без разноса его бортов, с размещением текущих объемов вскрыши во внутренний отвал [1]. Это резко снижает затраты на добычу руды и уровень нарушения окружающей природной среды. Кроме того, породы внутреннего отвала вскрышных пород, размещаемые в выработанном пространстве позволяют повысить устойчивость открыто-подземного яруса.

Известен способ [2] комбинированной разработки мощных рудных тел, включающий применение на открытых горных работах разделяющего перекрытия.

Недостатками данного способа является, во-первых, относительно большие потери и разубоживание руды и, во-вторых, не предусмотрена отработка предохранительного целика между проектным контуром карьера и подземными горными работами.

Оставление такого предохранительного целика предусматривает большие потери руды в целике, что нецелесообразно при добыче ценных и особо ценных руд.

Также известен способ [3] комбинированной разработки мощных крутопадающих рудных тел, включающий выемку руды открытыми работами до проектной отметки дна карьера, подготовку буродоставочного горизонта в направлении углубки

карьера, а затем по всей площади рудного тела, разделку отрезной щели до дна карьера, формирование между подземными и открытыми горными работами единого очистного пространства.

Недостатками данного способа является относительно большие потери и разубоживание руды в связи с формированием единого очистного пространства.

На основе анализа существующих способов нами предлагается способ комбинированной разработки мощных крутопадающих рудных тел. Способ может быть использован при комбинированной разработке ограниченных по простиранию мощных крутопадающих рудных тел. Сущность способа состоит в следующем. В период проектирования месторождения делится на три яруса: открытый ( $H_0$ ); открыто-подземный ( $H_{0-П}$ ); подземный ( $H_П$ ). Месторождение (рис.1) обрабатывается до нижней границы открытого яруса открытым способом с внешним отвалообразованием. На границе открытого и открыто-подземного ярусов со стороны лежачего бока рудного тела 1 над породным целиком 2 проходят капитальную штольную 3 и от нее спиральный съезд 4, через который добывают руду под дном карьера. В период подготовки подкарьерных запасов в пределах открыто-подземного яруса проходят буровые 5 и доставочные 6 выработки. От буро-доставочного горизонта проходят отрезную щель 7 до поверхности. Обрушенная руда из подземной выработки транспортируется через спиральный съезд и далее по транспортным бермам на обогатительную фабрику. Приступают к разносу уступов открыто-подземного яруса, при этом обрушенная из уступов открыто-подземного яруса руда доставляется до отрезной щели, и далее выпускается через спиральный съезд. Часть вскрышных пород вывозят во внешний отвал, оставшуюся часть перемещают гравитационным способом на дно карьера, т.е. во внутренний отвал 8. Бурение и взрывание скважин 9 осуществляются из буровой выработки и из карьера.

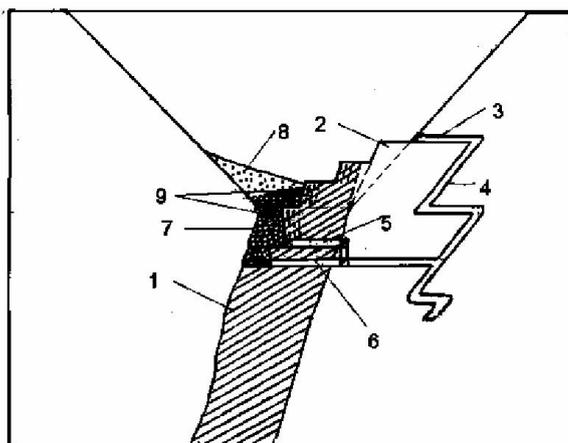
Запасы, залегающие под дном карьера, обрабатываются через спиральный съезд системой подэтажного обрушения. Удлиняют спиральный съезд и обрабатывают через него руду из зоны под налегающими породами аналогичной технологией, т.е. системой подэтажного обрушения. Пустые породы складировуют во внутрикарьерный отвал.

Анализ способов обработки подкарьерных запасов показывает, что в последнее время на ряде рудниках после полного завершения открытых горных работ применяют систему подэтажного обрушения для обработки залежей полезного ископаемого под дном карьера [1,4,5,6,7 и др.].

При этом характерной особенностью применения системы подэтажного обрушения под дном карьера является частичное обрушение бортов карьера. В ряде случаев для повышения эффективности подэтажного обрушения на дно карьера складировались пустые породы или забалансовая руда крупнокусовой фракции. Система также отличается большой гибкостью и позволяет вести в случае необходимости селективную выемку. Система подэтажного обрушения применяется в самых различных горно-геологических условиях и имеет чрезвычайно большое многообразие вариантов и модификаций. Из них выделяется две группы ее вариантов: с донным выпуском руды; с торцевым выпуском руды. Вариант с торцевым выпуском имеет разновидности: со сплошной (прямой) и конической (треугольной) подсечкой.

При применении торцевого выпуска с прямой подсечкой показатели извлечения руды улучшаются, число подэтажных выработок сокращается. Однако создается жесткая взаимозависимость во времени бурения, взрывания и доставки руды. Работы ведутся под рудной консолью, поэтому в целях обеспечения безопасности этот вариант приемлем лишь при очень устойчивой руде и малом диаметре взрывных скважин.

При неустойчивой руде наиболее приемлемым является вариант с конической подсечкой, так как в этом случае консоль будет поддерживаться рудным выступом в интервале между выработками.



**Рис.1.** Способ комбинированной разработки мощных крутопадающих рудных тел: 1- рудное тело; 2- породный целик; 3 – штольня; 4 – спиральный съезд; 5 - буровая выработка; 6 – доставочная выработка; 7- отрезная щель; 8 – внутрикатьерный отвал.

[1]. По сравнению с технологией с донным выпуском через воронки, применение самоходного оборудования в этом случае обеспечивает повышение производительности труда забойных рабочих на подготовительно-нарезных работах до 10-15 м<sup>3</sup>/чел.-смену (в 3-5 раза), на очистных – до 20-30 м<sup>3</sup>/чел.-смену (в 2-4 раза), снижение себестоимости добычи руды – на 15-25%.

Учитывая указанные достоинства системы подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды и ее соответствие современным тенденциям развития горной техники, указанная технология принята для отработки подкарьерных запасов.

Применение данного способа при комбинированной разработке обеспечивает повышение эффективности разработки за счет снижения затрат на добычу руды и горно-подготовительные работы.

#### Литература:

1. Агошков М.И., Терентьев В.И., Казикаев Д.М. и др. Комплексный открыто-подземный способ разработки мощных крутопадающих рудных месторождений// «Основные направления развития открыто-подземного способа разработки месторождений». М.: ИПКОН АН СССР, 1987.
2. Мануйлов П.И., Демин А.М. Способ комбинированной разработки мощных рудных тел. А.с. №1150368, Бюллетень «Открытия и изобретения», 1985, №14.
3. Бусырев В.М., Подозерский Д.С., Кузнецов А.И., Пучка В.Д. Способ комбинированной разработки мощных месторождений. Патент РФ №2030581.
4. Каплунов Д. Р., Чаплыгин Н. Н., Рыльникова М. В. Принципы проектирования комбинированных технологий при освоении крупных месторождений твердых полезных ископаемых. М: Горный журнал, 2003г., №12.
5. Сваровский Б.М., Ткаченко В.Я., Фрейдин А.М. Отработка штокообразных рудных тел системой подэтажного обрушения под дном карьера//Системное моделирование технологии горных работ. Новосибирск, 1989.
6. Шнайдер М.Ф., Вороненко В.К. Совмещение подземных и открытых разработок рудных месторождений. М.: «Недра», 1985.
7. Щелканов В.А. Комбинированная разработка рудных месторождений. М.: «Недра», 1974.