

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ НАГОРНЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСТАНА

Алибаев А.Л.

Жалал-Абадский госуниверситет, Жалалабад, Кыргызстан

Аннотация: Изложены перспективные направления развития технологии комбинированной разработки нагорных рудных месторождений Кыргызстана

Ключевые слова: вольфрам, геомеханический процесс, подкарьерный запас, приконтурный участок, комбинированная разработка

STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF COMBINED DEVELOPMENT OF NAGORNOUS ORE DEPOSITS OF KYRGYZSTAN

Alibaev A.L.

Jalal-Abad state university, Jalalabad, Kyrgyzstan, eakr.info@gmail.com

Abstract: The perspective directions of the development of technology for the combined development of upland ore deposits of Kyrgyzstan are described

Keywords: tungsten, geomechanical process, quarry reserve, marginal area, combined development

В последнее время в мировой горнорудной практике комбинированная открыто-подземная разработка месторождений полезных ископаемых получила широкое распространение. Приведенный в журнале «MiningMagazine» обобщение и анализ данных показали, что удельный вес рудников, ведущих разработку месторождений цветных металлов комбинированным способом в зарубежных странах только за период с 1970 по 1990 год, возрос с 37,7 до 76,5% или в абсолютном выражении с 18 до 75 горных предприятий. Даже в тех странах, где имеются ограниченные природные ресурсы (Франция, Финляндия, Греция, Египет, Турция и др.), удельный вес горных предприятий с комбинированной разработкой увеличился до 35% и выше.

К 1980 годам способ комбинированной открыто-подземной разработки месторождений полезных ископаемых нашел широкое применение не только на Урале, но по всему СССР. В настоящее время свыше 100 месторождений обрабатываются и проектируются к отработке с применением этой технологии.

Развитие горнодобывающей промышленности Кыргызстана связано в первую очередь с освоением месторождений золота, олова, вольфрама, угля и других видов полезных ископаемых. Нагорные рудные месторождения, расположенные в сложных горно-геологических условиях, имеют ряд особенностей, обусловленных сложным геологическим строением, изменчивостью свойств руд и вмещающих пород. Месторождения состоят из отдельных рудных тел (гнезд) небольших размеров, сложной формы и неравномерного оруденения. Рудные тела большинства нагорных рудных месторождений разбросаны по всей площади и находятся в сложных горно-геологических условиях, отличающихся крайне невыдержанными элементами залегания. При этом многие из них будут отработаны комбинированным способом [1].

В работах, посвященных проблемам комбинированной разработки месторождений, раскрыты основные направления развития комбинированной геотехнологии и особенности геомеханических процессов. Совершенствование комбинированной разработки в основном направлено на повышение производительности труда, уменьшение срока ввода месторождений в эксплуатацию и улучшения показателей извлечения.

Как показывает анализ опыта разработки рудных месторождений комбинированным способом, освоение месторождений в большинстве случаев осуществляется на основе самостоятельных и не взаимосвязанных между собой проектов на открытую и подземную выемку запасов. В проектах в основном не решены вопросы специфики освоения переходных зон, расположенных на границах, открытых и

подземных горных работ, поэтому переход с одной технологии на другую связан с возникновением целого ряда негативных и труднорешаемых проблем.

Существующие в настоящее время классификации способов 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. Разработанная нами классификация отличается 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 [1].

Создание и выбор оптимальной технологии комбинированной разработки включает не только выбор систем разработки и их модификаций из числа известных, разработку новых их вариантов, но и усовершенствование новых методик по разработке новых технологических решений, так как при всем множестве известных решений они не могут полностью удовлетворить огромное многообразие сочетаний условий, встречающихся на практике.

Поэтому на основе существующих методов, изложенных в [2,3], нами усовершенствована методика разработки новых технологических решений применительно к комбинированной разработке рудных месторождений сложного строения. Согласно этой методике искомое решение расчленяется на конструктивные узлы и технологические элементы, все возможные процессы при этом систематически исследуются. Целью методики является максимальное сокращение количества неучитываемых данных, и придать процедуре поиска целенаправленность и упорядоченность. При этом создание новой технологии осуществляется путем внесения новых решений в элементы или внесением новых элементов в систему.

Основой усовершенствованной методики является матрица, которая представляет собой систематизацию в наглядной форме решений в элементах, сочетание которых составляет варианты технологии.

Известно, что все рудные месторождения в той или иной степени сложны. При этом исследователями справедливо указывается, что почти на каждом месторождении обнаруживаются факторы, осложняющие горные работы. В целях типизации месторождений по сложности Н.В.Дроновым [2] выделены 10 основные, наиболее часто встречающиеся на практике горно-эксплуатационные факторы, осложняющие разработку месторождений. При этом в зависимости от количества и степени проявления признаков сложности месторождения разделены на три группы: I-сложные (имеющие 2-4 признака сложности в зависимости от степени их проявления); II-очень сложные (от 4-5 до 6-7 признаков); III-чрезвычайно сложные (от 7-8 до 10 признаков).

Месторождения, у которых обнаруживаются до 2-3 признаков сложности (при небольшой степени проявления), отнесены к классу простых [2].

Практика показывает, что при совершенствовании технологии разработки в сложных месторождениях необходимо учитывать и количество новых предлагаемых решений в элементах. Дело в том, что при внесении в матрицу нового элемента появляются и новые решения. В то же время в соответствии с требованиями других, уже применяемых элементов на основе анализа горнотехнических и горно-геологических условий может быть рекомендованы качественно новые технологические решения.

Поэтому множество возможных вариантов проявления характеристик месторождения можно представить формулой:

$$N_n = N_s N_p N_x = N_s N_p n m$$

где N_s - количество новых элементов технологии;

N_p - количество новых решений в элементах;

N_x - количество характеристик сложности месторождения, определяемое числом осложняющих признаков n и вариантом их проявлений m .

Из представленной формулы видно, что при большом значении N_x предвидеть поведение месторождения очень сложно. Уменьшить N_n можно за счет N_s , N_p или N_x . В первом случае сокращается количество изменений, внесенных в новую технологию, во втором – выбирается более простое месторождение или его участок.

Усовершенствованная методика уменьшает степень риска и позволяет в совокупности учесть все существующие факторы, что повышает уровень совершенства разрабатываемой технологии по комбинированной разработке.

При комбинированной разработке нагорных рудных месторождений перспективными можно считать технологии выемки подкарьерных запасов, включающие применение гибкого перекрытия. На основе анализа существующих способов комбинированной отработки [4,5,6,7,8,9,10,11] нами разработана технология отработки подкарьерных запасов, включающая применение гибкого разделяющего перекрытия с внутрикарьерным отвалообразованием (рис.1) (получен патент на изобретение №1159, Кыргызпатент, 2009).

Комбинированная разработка пологих и наклонных залежей мощностью свыше 12-15м осуществляется камерно-столбовой системой и системой подэтажного обрушения с применением гибкого разделяющего перекрытия. Технология включает элементы камерно-столбовой системы и подэтажного обрушения. В период подготовки нижележащих горизонтов из доставочной выработки 1 проходят отрезную щель 3 до дна карьера с применением камерно-столбовую систему. Первой создается отрезная щель с отработкой слоя руды мощностью 2,5-3,5м на контакте с висячим боком залежи. После отработки верхнего слоя руды на отбитую руду 4 монтажного слоя укладывается гибкое перекрытие 5 в виде 2-3 слоев металлической сетки. При выемке монтажного слоя оставляются временные целики по выбранной сетке. Верхнюю часть перекрытия свободно укладывают на днище карьера 6 и засыпают пустыми породами 7 высотой 15-20метров.

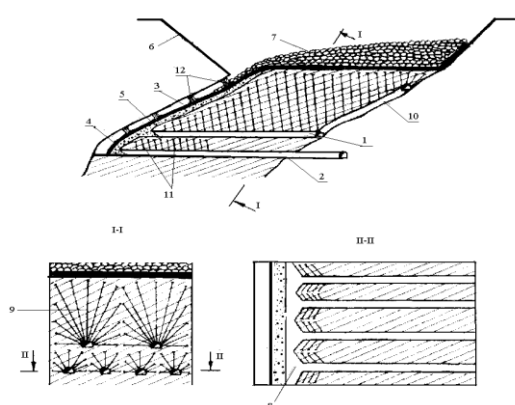


Рис.1. Способ комбинированной разработки мощных рудных тел: 1-буровая выработка, 2-доставочная выработка, 3-отрезная щель, 4-отбитая руда монтажного слоя, 5-гибкое разделяющее перекрытие, 6-карьер, 7-отвал пустых пород, 8-подсечка, 9-скважины, 10-наклонная выработка, 11-скважины, 12-временные целики.

В монтажный слой также доставляется порода из карьера. Затем оставшийся рудный массив под гибким перекрытием обрушается системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды.

Часто на практике горных работ из-за сложной морфологии рудных тел монтаж гибкого перекрытия осуществляется на неровной почве (напр., почва наклонная, выпуклая или вогнутая). Неровный выпуск отбитой руды из выпускных выработок может привести к разрыву сплошности перекрытия и внедрению налегающих пород в отбитую руду.

В связи с этим предлагается способ отбойки и выпуска руды под гибким разделяющим перекрытием, сущность которого заключается в следующем. При отбойке и выпуска руды системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды слой отбивают двумя ярусами (рис.3 а). Отбойка слоя начинают с секций, разбуренных из выработок верхнего яруса, имеющих по направлению отбойки обнаженную поверхность. Затем производится частичный выпуск руды отбитой секции в объеме, обеспечивающем качественной разрыхление отбитой руды, но не допускающем разрыва перекрытия и внедрения налегающих пород. При этом объем выпускаемой руды составляет 15-20% от общего объема секции. После произведенного частичного выпуска отбиваются секции, расположенные у контуров рудного тела. Расположение выпускных выработок у контуров с учетом их пересечения телами выпуска руды обеспечивает максимальные скорости истечения руды непосредственно у контура очистного пространства. Это способствует полноте извлечения отбитой руды у контура руды и создает качественной разрыхление обрушенных пород в приконтурной части слоя. Секционная отбойка слоя с частичным выпуском руды, кроме качественной отбойки приконтурных запасов, обеспечивает равномерной разрыхление отбитой руды в слое и опускание гибкого разделяющего

перекрытия без повреждений. При этом исключается возможность внедрения налегающих пород в отбитую руду.

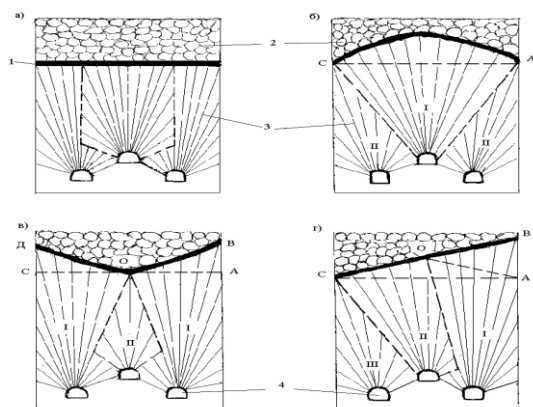


Рис.2. Схема отбойки и выпуска руды под гибким перекрытием: а, б, в, г – положения гибкого перекрытия; I, II и III – секции, соответственно 1, 2 и 3 очереди;

1 – гибкое перекрытие; 2 – налегающие породы; 3 – эксплуатационные скважины; 4 – буровыпускные выработки.

Качественному разрыхлению отбитой руды в нижней части подэтажа способствует также наличие свободного компенсационного пространства в объеме 5-20% от общего объема, создаваемое сближенными буровыпускными выработками.

В случаях, когда гибкое перекрытие расположено выпуклостью вверх (рис.2 б), после отбойки I секции, разбуренных из выработок верхнего яруса, производится частичный выпуск руды в объеме, соответствующем объему фигуры, ограниченной гибким перекрытием и линией АС. Затем производится выпуск руды из боковых секций II, разбуренных из выработок нижнего яруса.

В случаях, когда почва монтажного слоя расположена вогнутостью вниз (рис.2. в), или наклонна (рис.2. г) отбойка и выпуск руды осуществляются аналогичным образом.

Таким образом, данная технология отбойки и выпуска руды под гибким перекрытием обеспечивает равномерное опускание гибкого перекрытия без разрыва, создание обнаженных поверхностей и необходимого компенсационного пространства в приконтурных участках слоя. При применении гибкого перекрытия (при расположении панелей по простираанию залежи) условие оптимальности расположения выпускных

выработок запишется в следующем виде:

$$\Delta Q_{cl} = Q_{on} - \sum_{j=1}^N Q_{ej} \rightarrow \min$$

$$\Delta S_{cl} = S_{on} - \sum_{j=1}^N S_{ej} \rightarrow \min$$

где N – количество выпускных выработок в слое;

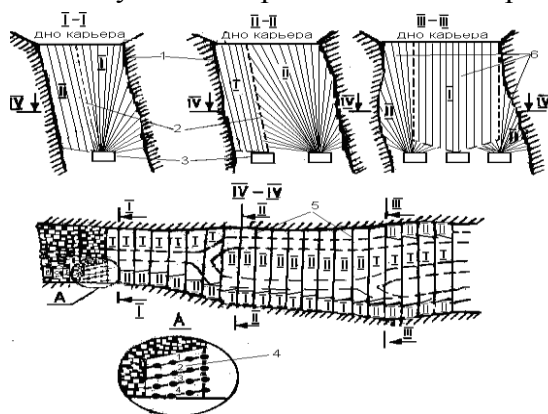
ΔQ_{cl} , (ΔS_{cl}) – объем (площадь) слоя отбитой руды, не охваченный эллипсоидами выпуска чистой руды;

Q_{on} , (S_{on}) – объем (площадь) руды, находящийся под гибким перекрытием.

Q_{ej} , (S_{ej}) – объем (площадь) руды, охваченный телами выпуска.

Для оптимизации расположения выпускных выработок в слое необходимо, изменяя положение выпускных выработок, так вписать тела выпуска чистой руды в форму слоя, чтобы величина ΔQ_{cl} или ΔS_{cl} была минимальной.

Следующим перспективным направлением развития технологий комбинированной



разработки является отработка запасов рудных тел с высокой изменчивостью контура рудного тела.

Рис 3. Способ комбинированной отработки рудных тел сложного строения: I, II – порядок отработки секций в слое; 1- контур рудного тела; 2 – граница отбойки между секциями; 3–буродоставочные выработки; 4–интервалы замедления при короткозамедленном взрывании; 5 – границы слоев; 6 –скважины.

Из практики известно, что основными факторами, осложняющими повторение контура рудного тела, является отсутствие обнаженной поверхности по направлению отбойки и необходимого компенсационного пространства.

Уменьшение интервалов спрямления контура рудного тела возможно созданием обнаженной поверхности для приконтурных участков за счет посекционного разбуривания слоя, раздельного взрывания и частичного выпуска в предыдущей секции. На таком принципе разработан способ комбинированной разработки рудных тел с высокой изменчивостью контура рудного тела (рис.3) (патент на изобретение №1158, Кыргызпатент, 2009). В основу данного способа заложен способ подземной разработки рудных тел с высокой изменчивостью контура рудного тела [12].

Сущность способа заключается в опережающей отбойке секций у контуров рудного тела с целью создания для приконтурных участков обнаженной поверхности. Затем отбивается оставшаяся часть слоя.

После завершения открытых горных работ из карьера разбуриваются скважины параллельно контуру рудного тела на расстоянии 4-6м от лежачего бока и до подземного буро-доставочного горизонта. Оставшуюся часть слоя, расположенную у висячего бока обуривают из подземной выработки. При этом граница отбойки между двумя секциями располагается параллельно контуру лежачего бока рудного тела. Первым взрывается слой, обуренный из подземной выработки. Для создания необходимого разрыхления руды производят частичный выпуск (15-20% от запасов секции) из подземной выработки. Затем взрывают оставшуюся часть у лежачего бока.

Отбойку второй секции, обуренную из карьера, производят на образованную обнаженную поверхность короткозамедленно, увеличивая интервал замедления между рядами скважин от обнаженной поверхности к контуру. По окончании отбойки всего слоя производят выпуск руды и переходят на следующий слой.

Отбойка и выпуск руды при расположении двух (разрез II-II) и более двух (разрез III-III) панелей в пределах отрабатываемой мощности показана на рис.3.

Для применения данной схемы отбойки необходимо обеспечить рациональное размещение буро-выпускных выработок относительно контуров промышленного оруденения. В этом отношении схема с расположением буро-выпускных выработок на одном ярусе по высоте подэтажа менее удобна для размещения выработок по условиям выпуска руды. Наличие у контура только одной буровой выработки, из которой может быть обурен приконтурный участок, также затрудняет повторение формы контура в слое по его высоте, особенно со стороны лежачего бока.

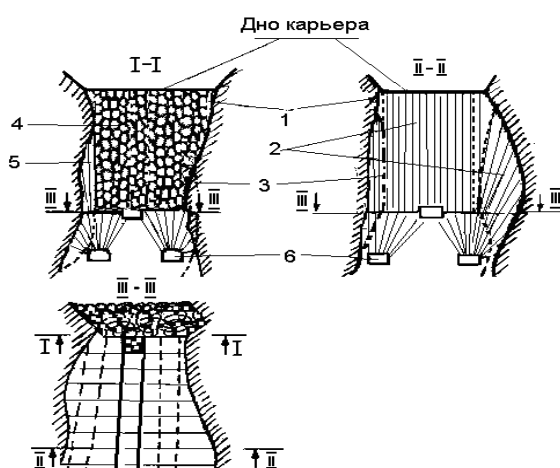


Рис. 4. Схема отбойки с размещением буро-выпускных выработок на двух ярусах и бурением скважин из карьера и подземных выработок: 1-контур промышленного оруденения; 2-скважины, пробуренные из карьера и подземных выработок; 3-границы обнаженной поверхности; 4-отбитая секция слоя из выработки верхнего яруса (пробуренная из карьера); 5-приконтурная секция, отбиваемая во вторую очередь из подземных выработок; 6-буро-выпускные выработки нижнего яруса.

В целях рационального размещения буро-выпускных выработок относительно контуров рудного тела и повторения формы контура в слое по его высоте, особенно со стороны лежачего бока, предлагается схема отбойки с размещением буро-выпускных выработок на двух ярусах и бурением скважин из карьера и из подземных выработок

(рис.4) (получен патент на изобретение №1157, Кыргызпатент, 2009). В качестве идейной основы использован способ, приведенный в работе [13].

В данном случае наличие двух ярусов буро-выпускных выработок позволяет более качественно повторять изменчивые контуры рудного тела за счет большей степени свободы в выборе порядка разбуривания и отбойки приконтурных участков слоя. Принцип создания обнаженной поверхности в слое аналогичен вышеприведенной схеме отбойки. При этом наличие двух ярусов позволяют уменьшить интервал спрямления выемочного контура при отбойке по падению в два и более раз относительно наклонной высоты подэтажа.

Отбойка слоя по этой схеме начинается с секции, разбуренной из карьера, имеющей по направлению отбойки обнаженную поверхность. Затем производят частичный выпуск руды отбитой секции в объеме, обеспечивающем качественное разрыхление отбитой руды, но не допускающем развития воронки внедрения налегающих пород (15-20% от объема секции). В последнюю очередь отбиваются секции, расположенные у контуров рудного тела. Если приконтурные секции не имеют обнаженную поверхность по направлению отбойки, то подбором интервалов замедлений в них отбойка ориентируется на обнаженную поверхность, полученную при отбойке предыдущей секции. После отбойки запасов всего слоя производят выпуск руды из обоих ярусов одновременно.

Таким образом, данная технология отбойки руды из двух ярусов буро-выпускных выработок обеспечивает создание обнаженных поверхностей и необходимого компенсационного пространства в приконтурных участках слоя, что позволяет повторить изменчивый контур промороуднения. За счет этого потери на выемочном контуре снижаются.

Использованная литература

1. Алибаев А.П. Геомеханика и технология при комбинированной разработке рудных месторождений, -Бишкек, «Инсанат», 2008, -192с.
2. Дронов Н.В. Комплексная оптимизация подземной разработки сложных рудных месторождений. – Фрунзе: Илим, 1985.
3. Методы поиска технических решений (Под ред. А.И.Половинкина), Йошкар-Ола, Марийское книжное издательство, 1976, -192с.
4. Кучкин В.А. Исследование системы подэтажного обрушения с гибким разделяющим перекрытием. Дисс.канд.техн.наук. – Фрунзе,1969.
5. Мануйлов П.И., Демин А.М. Способ комбинированной разработки мощных рудных тел. А.с.№1150368, Бюллетень «Открытия и изобретения», 1985, №14.
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.
8. Щелканов В.А., Абашин П.А., Фенцик И.Ж. и др. Способ комбинированной разработки параллельных крутопадающих полезных ископаемых. Авт.свид. 1149005, Бюллетень «Открытия и изобретения», 1985, №13.
9. Щелканов В.А., Абашин П.А., Варакута В.В. и др. Способ комбинированной разработки сближенных крутопадающих пластов. Авт.свид.11490005, Бюллетень «Открытия и изобретения», 1985, №13.
10. Шнайдер М.Ф., Вороненко В.К. Совмещение открытых и подземных разработок рудных месторождений. – М.: «Недра», 1985.
11. Ярков А.В., Дронов Н.В., Яковлев М.А. Гибкая технология отработки рудных тел сложного строения. -Бишкек, «Илим», 1992.
12. Яковлев М.А., Ярков А.В., Крючков П.Я. и др. Способ разработки крутопадающих рудных залежей А.с.№775321.-М., 1980.-Бюл.№40.
13. Яковлев М.А., Ярков А.В., Крючков П.Я. и др. Способ разработки крутопадающих рудных залежей. А.с. №10288846. – М., 1983.