

### Отбойка руды при комбинированной отработке рудных тел

Применяемые в настоящее время на карьерах мощное горное оборудование и технология добычи позволяют вести открытые горные работы на больших глубинах. Однако в практике отработки крутопадающих месторождений возникли серьезные трудности. Это связано тем, что на большинстве глубоких карьерах с достижением определенных глубин наблюдаются резкое увеличение объемов вскрыши и затрат на транспортирование, возрастает себестоимость добычи.

Разработка технологии открытых горных работ без учета устойчивости бортов карьеров приводит к неоправданным дополнительным расходам. Это проблема в недалеком будущем будет еще актуальнее из-за перехода на глубокие горизонты.

Известно, что для крутопадающих месторождений характерно применение последовательной открыто-подземной комбинированной разработки. Верхняя часть залежи разрабатывается открытым способом, а нижняя часть – подземным. Термин «комбинированные способы» получил признание сравнительно недавно, что связано с широким развитием открытых горных работ на месторождениях, где ранее применялся подземным способ разработки. Известно, что некоторые способы разработки, относящиеся к комбинированным, применялись и ранее.

В работах Б.П. Боголюбова, Б.П. Юматова [1,2] и других советских ученых впервые доказана эффективность перехода к открытой разработке некоторых месторождений, ранее на протяжении ряда лет разрабатывающихся подземным способом или даже отработанных подземными способами с большими потерями.

Уже в 50-годах прошлого столетия открытым способом стали разрабатываться Блявинский, Хайдарканский, Зыряновский и другие рудники.

Несколько позже комбинированный способ разработки начал широко применяться и на многих рудниках США, Канады и Австрии (рудники «Багдад», «Рей», «Маунт», «Морган», «Эрцберг», «Канана», «Сулливан», «Маркезадо» и др.)

Практика работы рудников комбинированным способом показывает, что запасы руд под дном карьера, как правило, отрабатывают блоками. Длина блоков определяется размерами рудного тела и рациональным расстоянием доставки руды при принятом погрузочно-доставочном оборудовании.

Необходимо отметить, что при комбинированной разработке месторождений немаловажное значение имеет правильный выбор способа отбойки и выпуска руды. Способ отбойки и выпуска руды при комбинированной разработке должен обеспечить равномерное опускание налегающих пород, исключается возможность внедрения их в отбитую руду, создать обнаженных поверхностей и необходимого компенсационного пространства в приконтурных участках слоя.

Для наиболее полного выпуска отбитой руды, уменьшения разубоживания руды при вариантах системы поэтажного обрушения с рациональной формой панелей отбитой руде придают форму, близкую к эллипсоидам выпуска чистой руды. В этом случае условием оптимальности служит максимальное соответствие создаваемой формы панели телу выпуска чистой руды [3, 4].

При расположении панелей по простиранию залежи условием оптимальности может служить выбор такого положения выпускных выработок в каждом слое, при котором эллипсоиды выпуска чистой руды наиболее полно охватывают изменчивую форму слоев [5].

Условие оптимальности [по 5]:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{cl} &= Q_{o.cl} - \sum_{j=1}^N Q_{cj} \rightarrow \min \\ \Delta S_{cl} &= S_{o.cl} - \sum_{j=1}^N S_{cj} \rightarrow \min \end{aligned} \quad (1)$$

где  $Q_{o.cl}$ , ( $S_{o.cl}$ ) – объем (площадь) отбитой руды с учетом гребней оставшейся руды на вышележащем подэтаже;

$Q_{cj}$ , ( $S_{cj}$ ) – объем (площадь) эллипсоидов выпуска чистой руды в контурах слоя;

$N$  – количество выпускных выработок в слое;

$\Delta Q_{cl}$  – объем слоя отбитой руды, не охваченный эллипсоидами выпуска чистой руды;

$\Delta S_{cl}$  – площадь слоя отбитой руды, не охваченный эллипсоидами выпуска чистой руды.

Для оптимизации расположения выпускных выработок в слое необходимо, изменяя положение выпускных выработок, так вписать тела выпуска чистой руды в форму слоя, чтобы величина  $\Delta Q_{cl}$  или  $\Delta S_{cl}$  была минимальной (1).

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

При выпуске руды под гибким перекрытием условие оптимальности запишется в следующем виде [6]:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{cl} &= Q_{on} - \sum_{j=1}^N Q_{ej} \rightarrow \min \\ \Delta S_{cl} &= S_{on} - \sum_{j=1}^N S_{ej} \rightarrow \min \end{aligned} \quad (2)$$

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

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

Таким образом, предлагаемая автором [6] технология отбойки и выпуска руды под гибким перекрытием обеспечивает равномерное опускание гибкого перекрытия без разрыва (исключается возможность внедрения налегающих пород в отбитую руду), создание обнаженных поверхностей и необходимого компенсационного пространства в приконтурных участках слоя.

Недостатком существующих способов отбойки и выпуска руды является то, что во-первых, не предусмотрена отдельная выемка богатых участков ценной руды, во-вторых, при применении известных способов потери и разубоживания богатой руды увеличиваются.

В связи с этим для снижения потерь и разубоживания богатой руды при комбинированной отработке подкарьерных запасов необходимо обеспечить отдельное бурение, опережающее взрывание и выпуск богатых участков руды.

Создание компенсационного пространства в подэтаже путем опережающей отбойки богатых участков и частичного выпуска руды, последующей отбойки запасов всего слоя и ее выпуска, позволяет уменьшить количественные и качественные потери богатой руды в процессе отбойки и выпуска руды. За счет опережающей отбойки и выпуска богатых

участков руды, последующей отбойки запасов всего слоя потери и разубоживания снижаются до 2-3 раз.

Отбойка слоя по этой схеме начинается с опережающей отбойки секции, разбуренной из подземных выработок, имеющей по направлению отбойки обнаженную поверхность. Затем производят выпуск отбитой руды. Секции, расположенные у контуров рудного тела отбиваются в последнюю очередь с помощью скважин, разбуренных из карьера. После отбойки запасов всего слоя производят выпуск руды из обоих ярусов одновременно.

В случае сложной формы богатых участков отбойка руды ведется скважинами, наклоненными в сторону отбитой руды или в обратную сторону, в зависимости от формы расположения рудных гнезд.

Использование предлагаемого способа позволит снизить потери и разубоживание богатой руды в процессе ее отбойки и выпуска.

### ***Литература***

1. *Боголюбов В.П., Юматов В.П.* Проблемы комбинированной разработки полезных ископаемых//Геология и горное дело, КИИЦМ, №34, -М.: Гостехиздат, 1952.
2. *Юматов Б.П.* Технология открытых горных работ при комбинированной разработке рудных месторождений. М.: «Недра», 1966.
3. *Шестаков В.А.* Научные основы выбора и экономические оценки систем разработки рудных месторождений.- М.: Недра, 1976. -271с.
4. *Яковлев М.А., Ярков А.В., Лапухова Т.Г.* Определение параметров панелей при системе подэтажного обрушения с торцевым послыйным выпуском руды. //Выбор параметров и технологии подземной разработки рудных месторождений. – Фрунзе: Илим, 1984. –с.110-118.
5. *Ярков А.В., Дронов Н.В., Яковлев М.А.* Гибкая технология отработки рудных тел сложного строения. Бишкек, «Илим», 1992.
6. *Алибаев А.П.* Геомеханика и технология при комбинированной разработке рудных месторождений. Бишкек, «Инсанат», 2008. 192 с.

\* \* \*