

## Список литературы

1. Вольнец М.А. К оценке надежности магистральных линий ДШ при короткозамедленном взрывании / М.А. Вольнец, И.В. Клевцов, И.П. Кононов и др. // Безопасность труда в промышленности. - 1972. - № 1. - С. 41-42.
2. Инструкция по эксплуатации системы «Нонель» / Шведский институт испытаний и исследований, 1998. - 55 с.
3. Неэлектрическая система инициирования «Ехел». Применение продукции. - 21 с.
4. Опыт применения системы «Нонель» на руднике Железный ОАС «Ковдорский ГОК» // Горная промышленность. - 2004. - № 3. - С. 22-24.
5. Андреев В.В. Разработка, освоение производства и внедрение в горнорудной промышленности неэлектрической системы взрывания СИНВ // Физика горения и взрыва. - 2001. - Т.37. - № 1. - С. 137.
6. Рубцов С.К. Сравнительный анализ применения неэлектрических систем инициирования на горнодобывающих предприятиях / С.К. Рубцов, В.П. Ершов, Е.Ю. Сидоров // Горный вестник Узбекистана. - 2005. - № 2 (21). - С. 61-65.

Получено 20.10.2010



УДК 622.221

**В.Х. Кумыков, А.Т. Акылбаева**  
ВКГТУ, Усть-Каменогорск

**КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ И ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ  
СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Технология открытой разработки сложноструктурных полиметаллических месторождений многосортных руд отличается от подземных горных работ рядом известных преимуществ, в том числе возможностью эффективного управления качеством добычных работ при определенном методическом подходе к проблеме. Технология добычи руд рассматривается нами как многошаговый процесс управления технологической системой «карьер» на каждом временном отрезке  $t$ ,  $tFT$  ( $T$  - время работы карьера с максимальной проектной производительностью), характеризующем состояние объекта с заданными параметрами (размеры и форма рабочей зоны, интенсивность развития горных работ, величина подготовительных и готовых к выемке запасов типосорта руды и т.д.).

Задача состоит в создании системы управления горными работами, обеспечивающей плановую добычу сортов руды на каждом эксплуатационном горизонте по мере углубки карьера. Для решения этой задачи предлагается метод пошаговой оптимизации направления развития горных работ в карьере. Данный технологический параметр принят нами в качестве управляющего. Метод базируется на идеях динамического программирования, концепции которого впервые разработаны Р. Беллманом и Р. Калабай[1].

Допустим, что в пределах  $j$ -го горизонта ( $j=1,k$ ) есть сложный рудный забой с суммарными достоверными запасами технологических сортов руд, равными  $\sum_i^n \sum_j^k Q_{ij}^D$  ( $i=1,n$ ).

Согласно утвержденному недельно-суточному графику, это количество можно добывать различными способами, например отдельно по сортам при совместной отбойке на всю высоту рудного уступа  $h$ . Тогда  $Q_i$  - запасы  $i$ -го сорта руды, эффективность выемки которых может быть выражена целевой функцией. Ее величина зависит от количества и качества добываемого сырья в соответствии с направлением развития и режимом горных работ.

Согласно методу, процедуру поиска оптимального направления углубки карьера начинаем с самого последнего горизонта карьера, для которого не существует последующих шагов, могущих повлиять на выбор управления на последней стадии. Результатом такого методического приема является набор или совокупность оптимальных управлений для данной стадии для любых возможных состояний входа последней, т.е. на временном отрезке работы карьера  $t$ ,  $tFT$  в области  $x$   $j$ -го горизонта.

В качестве целевой функции использовано аналитическое выражение коэффициента полезного вида

$$R = \left[ \frac{1+\rho}{1-\eta} \sum_i^k \frac{V_j}{\gamma_j} + \sum_i^n \sum_j^k \frac{Q_{6ij}}{\gamma_{ij}} + \sum_i^n \sum_j^k Q_{Dij} \cdot \xi \cdot \frac{1-n_{ij}}{1+\rho_{ij}} \right] / Poi$$

в области углубки в пределах рабочей зоны карьера  $x_{j=1,k}^{(1)} \leq x_{j=1,k}^{(0)} \leq x_{j=1,k}^{(2)}$ .

Функция достигает своего максимума при следующих ограничениях:

1)  $\sum_i^n \sum_j^k Q_{Dij} \rightarrow \max$  - максимальное извлечение руды соответствует установленной области и направлению углубки карьера;

2)  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k C_{oij}; C_{pij} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k C_{oij}$  - затраты на добычу и переработку рудной массы не превосходят суммарной извлекаемой ценности руды;

3)  $Ap(1+Kp) \leq Q\delta \left( \frac{1-\eta}{1+\rho} \right) Ku$  - производительность карьера не больше величины извлека-

емых запасов сырья.

Задача решалась в САПР на основе программного комплекса «Поиск» с использованием серии поперечных геологических разрезов и погоризонтных планов.

Достоверность результатов исследований подтверждена принятием к проектированию разработанных рекомендаций для оптимизации систем и параметров второй очереди развития рудника открытых работ Жайремского ГОКа.

Календарный график добычных работ, разработанный с учетом возможных изменений схемы вскрытия, повысил эффективность работы комбината за счет стабилизации качества.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Предложенный метод и критерии оптимизации позволяют установить положение вскрываемых горных выработок на смежных горизонтах для организации добычи многосортных руд в режиме усреднения качества рудной массы.

2. Эффективность добычи руд можно повысить за счет изменения схемы вскрытия горизонтов в соответствии с направлением развития горных работ.

3. Разработанная методика применима для организации посортной добычи практически на всех рудниках открытых работ, осуществляющих управляемую добычу твердых полезных ископаемых, в том числе при разработке угольных и горючих сланцев месторождения.

#### Список литературы

1. Беллман Р. Динамическое программирование и современная теория управления / Р. Беллман, Р. Калаба. - Пер. с англ. - М.: Наука, 1969. - 118 с.
2. Кумыков В.Х. Выбор метода и критерия оптимизации направления развития горных работ в карьерах // Тр. ин-та ВНИИцветмет. - Усть-Каменогорск, 1983. - С. 68-72.

Получено 13.10.2010

---

УДК 622.221

**В.Х. Кумыков, А.Т. Акылбаева**  
ВКГТУ, Усть-Каменогорск

#### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИ ДОБЫЧЕ МНОГОСОРТНЫХ РУД

Технология открытой добычи многосортных руд сложного состава рассматривается нами как формирование и стабилизация качества рудной массы путем оптимального планирования развития горных работ в карьере на основе повышения геологических данных достоверности запасов и их дифференциации на промышленно-технологические сорта в соответствии с предельной функциональной структурой (рис. 1).