

УДК 622.27

## **О ВЗАИМОСВЯЗИ ВОПРОСОВ ПОДДЕРЖАНИЯ СТАБИЛЬНОГО КАЧЕСТВА РУДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТОЯННОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ РУДНИКА**

**Самойленко Д.П.**

**Научный руководитель – профессор Калмыков В.Н.**

***ГОУ ВПО Магнитогорский Государственный Технический Университет им.  
Г.И. Носова***

Обеспечение стабильного состава руды поступающей с подземного рудника на обогатительную фабрику является актуальной задачей горного производства. Одним из этапов управления составом руды является ее усреднение, начиная от забоя и заканчивая усреднительным складом обогатительной фабрики. При валовом способе отработки разнорудных руд вопрос стабилизации качества рудной массы приобретает особое значение.

На сегодняшний день составление графика добычных работ осуществляется зачастую на срок равный одному году, с дальнейшей его ежемесячной корректировкой. Планирование добычных работ ограничивается степенью подготовленности запасов (ГКР, ПНР) отличается своей трудоемкостью, и отсутствием перспективной картины на более долгосрочные периоды.

На ОАО «Гайский ГОК» отработка мощного медно-колчеданного месторождения осуществляется этажно-камерной системой разработки с закладкой выработанного пространства. При данной системе разработки, месторождение вскрывается ярусами по 3 этажа высотой 80м, один из которых концентрационный. Доставка руды до ближайшего рудоспуска осуществляется ПДМ типа TORO - 007, далее через систему рудоспусков руда перепускается на концентрационный горизонт в приемные бункеры недробленной руды, после чего дробится в щековых дробилках до крупности 140мм и конвейерами по галереям транспортируется до ствола, после чего выдается на поверхность. При валовом способе выемки месторождения усреднение качества производится порционным дозированием объемов руды различного качества в процессе формирования рудопотока.

На сегодняшний день производственная мощность рудника составляет 4500 тыс.т./год. В планах увеличение мощности до 7 млн.т./год путем вовлечения в одно-временную отработку нижележащих горизонтов следующего яруса вскрытия. Увеличение производственной мощности сопровождается расширением фронта добычных работ и увеличением рабочих блоков (камер), что осложняет процесс организации и производства усреднительных мероприятий, в силу высокой пространственной рассредоточенности действующих забоев по всему обрабатываемому участку месторождения как по вертикали, так и по горизонтали.

Диапазон варьирования содержания Cu (%) по всей рудной зоне составляет от 0,13 до 3,1, среднее содержание полезного компонента по всему рудному участку в пределах двух ярусов вскрытия составляет 1,21. Такой большой диапазон варьирования содержания полезного компонента по всей рудной зоне, определенным образом будет сказываться на порядке отработки месторождения, что не всегда будет согласовываться с законами безопасного с геомеханической точки зрения порядка отработки месторождения. Необходимость увязки календарного плана ведения добычных работ с геомеханически обоснованным порядком выемки месторождения накладывает значительные ограничения на мероприятия по стабилизации качества рудного сырья в заданные промежутки времени. В таких случаях остро ставится вопрос выбора приоритетов в вопро-

се выполнения количественных и качественных проектных показателей работы рудника. Приоритетами в данном случае служат либо производственная мощность рудника, либо качество рудно-минерального сырья. И в таком выборе, несомненно, предпочтение отдается фактору безопасного с геомеханической точки зрения формирования фронта очистных работ, тем самым, если и удастся обеспечить требуемую производственную мощность рудника, то получение стабильных качественных показателей становится проблематичным. Это происходит из-за неравномерного распределения контролируемого компонента в рудной зоне всего месторождения. В данных условиях остается фиксировать и поддерживать среднее содержание из набора тех камер, блоков, которые включаются в разработку на данный момент времени. Одновременно работающие камеры и будут определять значение среднего содержания полезного компонента в рудной массе на заданный период отработки.

Для решения данной задачи была построена математическая оптимизационная динамическая модель, решением которой является оптимальная последовательность выборки очистных камер на рабочих горизонтах. Математическая оптимизационная модель планирования последовательности отработки камер включает в себя целевую функцию (1) и ограничения (2) – (5).

Критерием оптимальности является минимум затрат на транспортировку рудной массы из  $i$ -й камеры в  $j$ -й бункер (рудоспуск) (1). Модель позволяет вести поиск оптимальных решений по обеспечению задаваемых значений производительности участка и горизонта, а также процентному содержанию полезных компонентов в общем объеме рудной массы на выходе (2). На целевую функцию (1) модели накладываются ограничения на пропускную способность (вместимость) бункеров и запасы рудной массы в  $i$ -й камере.

Целевая функция

$$F = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}(t) c_{ij} \rightarrow \min. \quad (1)$$

1. Условие добычи заданных объемов полезного ископаемого

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{ij}(t) \geq \sum_{t=1}^{t=T} Q(t), \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

2. Ограничение на пропускную способность (вместимость) бункеров

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m x_{ij}(t) \leq \sum_{t=1}^{t=T} q_j(t), \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

3. Условие неотрицательности объемов добычи горной массы

$$x_{ij}(t) \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (4)$$

4. Ограничение на запасы рудной массы в  $i$ -й камере

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m x_{ij}(t) \leq Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (5)$$

где  $x_{ij}(t)$  – объем рудной массы, добываемой из  $i$ -й камеры и транспортируемой в  $j$ -й бункер на шаге  $t$ ;

$\alpha_i$  – процентное содержание полезного компонента в рудной массе, добываемой из  $i$ -й камеры;

$c_{ij}$  – затраты на транспортировку рудной массы из  $i$ -й камеры в  $j$ -й бункер;

$Q_i$  – запас руды в  $i$ -й камере;

$Q(t)$  – потребный суммарный объем отгрузки рудной массы на шаге  $t$ ;

$q_j(t)$  – производительность  $j$ -го бункера на шаге  $t$ ;

$m$  – число камер;

$n$  – число бункеров;

$t$  – шаг моделирования;

$T$  – период моделирования (планирования).

Динамическая постановка данной оптимизационной модели позволяет определить оптимальную последовательность отработки камер и оптимальные объемы добычи рудной массы из каждой камеры в каждый месяц расчетного периода, принятым равным одному году. Также, модель учитывает геомеханически обоснованный порядок отработки блоков (камер), который задается в исходных данных.

Для решения разработанной модели был применен метод динамического программирования, согласно которому весь период планирования  $T$  разбивается на интервалы  $t$ . На каждом интервале оптимизация осуществляется симплексным методом, а результаты оптимизации используются в качестве исходных данных для поиска оптимального решения на предыдущем шаге моделирования. Оптимизация на шаге  $t$  производится стандартным средством Excel – «Поиск решения». Для перехода на следующий шаг моделирования, сохранения и переноса результатов моделирования с предыдущего модельного периода на текущий была разработана программа на языке Visual Basic, которая также работает в среде Excel. В процессе использования разработанной программы в качестве исходных данных задавались ограничения (2) – (5) для каждой камеры на рабочем горизонте, для всех бункеров, а также указывалось процентное содержание полезного компонента в каждой камере.

Для условий Гайского месторождения произведено планирование добычных работ при использовании данной оптимизационной программы на 3 года. В результате получены показатели по объемам добычи с каждой камеры и среднее содержание  $Cu$  за отчетный период равный 1 месяцу.

Таким образом, применение разработанной модели исключает трудоемкую стадию разработки плана отработки запасов, связанную с составлением графика ведения очистных работ традиционными аналитическими методами проектирования, а также снижает вероятность ошибок стратегического характера.