

Т.К.Кулубеков, А.П.Ашаев

ТЕКУЩЕЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ  
ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Известно, что на качество добываемого полезного ископаемого оказывают влияние практически все технологические процессы горных работ. Поэтому необходимо рассматривать текущее планирование горных работ с учетом организации технологических процессов. При текущем планировании горных работ, необходимо обосновать величины переходящих запасов [1].

В связи с этим, текущее планирование горных работ производится по следующей методике:

- определяется годовой план горных работ исходя из условия обеспечения объемов подготовленных запасов, которые могут быть вовлечены в начальные производственные процессы (бурение, рыхление и др.);

- на основе подготовленных запасов годового плана определяется квартальный план горных работ исходя из условия обеспечения объемов вскрытых запасов;

- месячный план горных работ определяется на основе вскрытых запасов квартального плана исходя из условия обеспечения готовых к выемке запасов.

Контуры горных работ в их развитии, и, следовательно, в конечных положениях – год, квартал, месяц–зависят от величины параметров заходов и дорог.

Выходные данные годового планирования горных работ с учетом рационального направления развития горных работ, определенные по методу, описанному в работе [2], могут служить исходными данными для годового планирования горных работ в карьере с разбивкой на экскаваторные участки. Контуры годового плана горных работ определяются с учетом подготовленных запасов с разбивкой на экскаваторные участки. Причем контуры экскаваторных участков определяются с учетом подготовленных запасов для каждого экскаваторного участка. Разбивка годового контура на экскаваторные участки позволяет при составлении экономико-математической модели текущего плана

горных работ задать ограничивающее условие минимума перегона экскаваторов в течение года.

Выходные данные годового планирования горных работ в карьере с разбивкой на экскаваторные участки служат исходными для квартального планирования горных работ. Задачей является определение контуров экскаваторных участков, обрабатываемых в течение квартала, объемов вскрытых запасов породы и руды с учетом качества для каждого экскаваторного участка. Выделение экскаваторных участков при квартальном планировании, а также выделение вскрытых запасов на каждом экскаваторном участке позволяют задать ограничивающие условия минимума перегона экскаваторов и буровых станков в течение квартала.

Задачей месячного планирования горных работ в карьере является определение контуров экскаваторных участков, обрабатываемых в течение месяца, и объемов горной массы, готовых к выемке для каждого экскаваторного участка. Для формирования экономико-математической модели месячного планирования горных работ с технологическими ограничениями, позволяющими учитывать влияние технологических процессов, необходимо задавать ограничения на перемещение основных карьерных машин (буровых станков, экскаваторов). В связи с этим одним из ограничений по перемещениям буровых станков может быть резерв взорванной горной массы, т.е. готовых к выемке запасов, задаваемых в пределах от 30 до 60% месячной производительности экскаваторов. Оптимальный запас взорванной горной массы может быть определен по методу, предложенному в работе [3].

Исходя из этих условий составляется экономико-математическая модель текущего плана горных работ с учетом организации технологических процессов.

Найти  $Q_p t F = f(x)$

при условиях

$$Q_{te}^{\min} \leq \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Q_{ij} x_{ij} \leq Q_{te}^{\max}, \quad t = \overline{1, T}, \quad l \in L; \quad (1)$$

$$v_t^{\min} \leq \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n v_{ij} x_{ij} \leq v_t^{\max}, \quad t = \overline{1, T}; \quad (2)$$

$$\alpha_{Set}^{min} \leq \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n Q_{ijl} \cdot \alpha_{se,lj} X_{lj}}{\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n Q_{ijl} X_{lj}} \leq \alpha_{Set}^{max} \quad \begin{matrix} s_e \in S_e, \\ t = \bar{t}, l \in L; \end{matrix} \quad (3)$$

$$K_e \cdot Q_{t+1,l}^{min} \leq \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n Q_{ijl} (Y_{ij} - X_{lj}) \leq K_e \cdot Q_{t+1,l}^{max}, \quad l \in L, t = \bar{t}, \bar{T} \quad (4)$$

$$K \cdot \nu_{t+1}^{min} \leq \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n \nu_{ij} (Y_{ij} - X_{lj}) \leq K \cdot \nu_{t+1}^{max}, \quad t = \bar{t}, \bar{T}, \quad (5)$$

$$\alpha_{se,t+1}^{min} \leq \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n Q_{ijl} \alpha_{se,lj} (Y_{ij} - X_{lj})}{\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n Q_{ijl} (Y_{ij} - X_{lj})} \leq \alpha_{se,t+1}, \quad \begin{matrix} s_e \in S_e, \\ l \in L, \\ t = \bar{t}, \bar{T}; \end{matrix} \quad (6)$$

$$X_{lj} \leq Y_{ij}, \quad i \in \mathcal{U}_{ai}, j \in \mathcal{U}_{ij} \quad (7)$$

$$|\mathcal{U}_{ij}| X_{lj} \leq \sum_{r \in \mathcal{U}_{ibj}} \sum_{q \in \mathcal{U}_{ai}} X_{rq}, \quad i \in \mathcal{U}_{ai}, j \in \mathcal{U}_{bj} \quad (8)$$

$$|\mathcal{U}_{ij}| Y_{ij} \leq \sum_{r \in \mathcal{U}_{ibj}} \sum_{q \in \mathcal{U}_{ai}} X_{rq}, \quad i \in \mathcal{U}_{ai}, j \in \mathcal{U}_{bj}. \quad (9)$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й элементарный блок } j\text{-го экскаваторного} \\ & \text{участка подлежит к отработке в } t\text{-й момент времени;} \\ 0, & \text{-- в противном случае.} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если в } i\text{-й элементарный блок } j\text{-го экскаваторного} \\ & \text{участка подлежит к отработке в } t\text{-й момент времени или} \\ & \text{подготавливается (вскрывается, готовится к выемке в} \\ & \text{зависимости от уровня планирования);} \\ & t+1\text{-й момент времени;} \\ 0 & \text{-- в противном случае,} \end{cases}$$

где  $F = f(x)$  - выбранный критерий оптимальности;

$Q_{t,l}^{min}, Q_{t+1,l}^{min}, Q_{t,l}^{max}, Q_{t+1,l}^{max}$  - нижние и верхние пределы изменения объема  $l$ -го вида руды в  $t$ -й и  $t+1$ -й моменты времени соответственно;

$v_t^{min}, v_{t+1}^{min}, v_t^{max}, v_{t+1}^{max}$  - нижние и верхние пределы изменения объемов вскрыши в  $t$ -й и  $t+1$ -й моменты времени соответственно;  $\alpha_{se,t}^{min}, \alpha_{se,t+1}^{min}, \alpha_{se,t}^{max}, \alpha_{se,t+1}^{max}$  - нижние и верхние пределы изменения  $S$ -го контролируемого качественного параметра  $\ell$ -го

вида руды в  $t$ -й и  $t+1$ -й моменты времени соответственно;  $K_t, K_{t+1}$  - доли  $\ell$ -го вида руды и вскрыши, подготовленный в  $t$ -м году для  $t+1$ -го года для годового планирования (для квартального и месячного планирования соответственно,  $K_t, K_{t+1}$  - доли  $\ell$ -го вида руды и вскрыши, вскрытый в  $t$ -м квартале для  $t+1$ -го квартала и  $K_t, K_{t+1}$  - доли  $\ell$ -го вида руды и вскрыши, готовый к выемке в  $t$ -м месяце для  $t+1$ -го месяца);  $Q_{ij,\ell}$  - объем

$\ell$ -го вида руды  $i$ -го элементарного блока в  $j$ -м экскаваторном участке;  $V_{ij}$  - объем пустой породы  $i$ -го элементарного блока в  $j$ -м экскаваторном участке;  $\alpha_{se,ij}$  - содержание  $S$ -го контролируемого качественного параметра (полезный или вредный)  $\ell$ -го вида руды,  $i$ -го элементарного блока в  $j$ -м экскаваторном участке;  $U_{ij}$  - множество технологически зависящих элементарных блоков;

$U_{ai}$  - множество технологически зависящих от  $i$ -го элементарного блока;

$U_{bj}$  - множество технологически зависящих от  $j$ -го экскаваторного участка.

Здесь (1) - ограничения на объемы добываемых руд в  $t$ -й момент времени; (2) - ограничения на объемы вскрыши в  $t$ -й момент времени; (3) - требования к  $S$ -му контролируемому качественному параметру  $\ell$ -го вида руды, добываемой в  $t$ -й момент времени; (4, 5) - ограничения на объемы подготовленных запасов для годового (вскрытых и готовых к выемке запасов для квартального и месячного планирования) планирования  $\ell$ -го вида руды и вскрыши  $t$ -й момент времени для  $t+1$ -го момента времени соответственно; (6) - требования к  $S$ -му контролируемому качественному параметру  $\ell$ -го вида руды подготовленных (вскрытых, готовых к выемке в зависимости от уровня планирования) в  $t$ -й момент времени для  $t+1$ -го момента времени; (8) - технологические ограничения, указывающие на порядок отработки элементарных блоков экскаваторных участков в  $t$ -й момент времени; (9) - технологические ограничения, указывающие на порядок отработки элементарных блоков экскаваторных участков в  $t$ -й момент

времени для  $t+1$ -го момента времени.

Разработанная математическая модель может быть реализована с помощью одного из методов дискретной оптимизации (4).  
ЛИТЕРАТУРА

1. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. - М.: Недра, 1975.

2. Байкозуров О.А., Букейханов Д.Г., Рахимбергенов С.Р. Оптимизация календарного плана открытой разработки структурных месторождений многосортных и многокомпонентных руд. - Комплексное использование минерального сырья. - Алма-Ата, 1979, № 10.

3. Астафьев А.П. Методика определения переходящих запасов взорванной руды на карьерах Кривобасса. - Кривой Рог: ВИТИ, 1971.

4. Ху Т.С. Целочисленное программирование и потоки в сетях. - М.: Недра, 1974.

КазПИ им.В.И.Ленина,  
каф.ТРМ

УДК 622.271.3:622.882

П.Ч.Чулаков, Т.Калыбеков

#### ВЫБОР МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ СКЛАДОВ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ НА ГОРНОТЕХНИЧЕСКОМ ЭТАПЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Снимаемый с нарушаемых площадей плодородный слой до нанесения на рекультивируемые поверхности складывается во временных складах, располагаемых на различных расстояниях от мест выемки и укладки. При этом местоположения временных складов должны определяться до начала снятия плодородного слоя.

Ниже рассматривается нахождение оптимального местоположения временных складов плодородного слоя для условий карьера № 1 Белинского рудника Краснооктябрьского оксидового рудоуправления исходя их минимума затрат

$$\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij} C_{ij} + \sum_{j=1}^m \sum_{n=1}^k V'_{ju} C'_{ju} + \sum_{t=1}^T P_t \cdot f_t \right) \rightarrow \min, (1)$$

где  $V_{ij}$  - объем плодородного слоя, перевозимого из  $i$ -го забоя в  $j$ -й временный склад,  $m^3$ ;  $C_{ij}$  - затраты на транспорти-