© А.В. Ложников, 2007

УДК 622.271

А.В. Ложников

ВЫБОР КРИТЕРИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ ПРИ РАСКРОЙКЕ КРУПНОПЛОЩАДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С БОЛЬШОЙ МОЩНОСТЬЮ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД НА КАРЬЕРНЫЕ ПОЛЯ

Семинар № 16

Оконтуривание карьерных полей и установление последовательности их разработки для условий крупноплощадных пологопадающих месторождений со сложной конфигурацией и большой мощностью вскрышных пород является актуальной задачей проектирования.

Существуют несколько наиболее распространенных методов раскройки месторождения на карьерные поля, установления очередности их вскрытия и отработки, каждый из которых характеризуется определенным общим критерием оптимальности и целевой функцией.

В качестве критерия оптимальности раскройки месторождения на карьерные поля, порядка и направления их отработки в работе [1] принимается обеспечение максимальной эффективности открытой разработки месторождения:

$$\Pi = \sum_{k=1}^{k} Q_к Ц_к \gamma_к - \sum_{k=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} З_{ki} \to \max, \qquad (1)$$

где $Q_к$ – промышленные запасы полезного ископаемого в контурах k – го карьерного поля, т; $Ц_к$ – отпускная цена 1 т конечного продукта, грн.; $\gamma_к$ – выход концентрата, доли единицы; ε - извлечение полезного компонента в концентрат, доли единицы; $\alpha_к$ и $\beta_к$ – содержание полезного компонента в исходном полезном ископаемом и концентрате, %; $\sum_{k=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} З_{ki}$ - суммарные затраты по добыче и переработке полезного ископаемого по k – му карьерному полю и I – му технологическому процессу.

Целевой функцией при выборе первоочередного карьерного поля, предназначенного для открытой разработки месторождения в первые годы его эксплуатации, является минимальный коэффициент вскрыши $k_{ср}$ и максимальный выход концентрата $\gamma_к$ заданного качества $\beta_к$.

Несмотря на наличие единственного критерия оптимальности целевой функции рассматриваемая задача формулируется в виде сложной экономико-математической модели, исключающей простое решение, так как для экономических показателей модели характерно наличие дискретных факторов, нарушающих условие непрерывности.

В качестве критерия оптимальности при разработке группы карьеров в работе [2] применяется минимум приведенных затрат на весь срок эксплуатации и на каждый планируемый год, что может быть представлено следующей экономико-математичес-кой моделью:

$$З = \sum_{1}^{T}\left[\sum_{i=1}^{m} K_1 k_д^t + \sum_{1}^{n} A_{ij} k_д^t + \right.$$

$$+\sum_{i=1}^{n} Э_{ij} k_д^t + \sum_{i=1}^{n}\sum_{q=1}^{l} C_{iq} X_{iq} k_д^t \Bigg] \to \min, \quad (2)$$

где Т – продолжительность эксплуатации карьеров, лет; *m* – количество строящихся карьеров в *t* – й год эксплуатации, ед.; $К_i$ – капитальные затраты на строительство *i*–го карьера, грн.; *n* – количество эксплуатируемых карьеров в *t*-й год эксплуатации, ед.; $k_д$ – коэффициент дисконтирования; A_{ij} – капитальные затраты на развитие и поддержание j-й производительности на *I*-ом карьере за *t*-й год эксплуатации, грн.; t – порядковый номер исследуемого года; $t = 0,1,2,\ldots,T$; $Э_{ij}$ – эксплуатационные расходы на производство вскрышных работ при j-й производственной мощности i-го карьера, грн.; *l* – количество потребителей руды (перерабатывающих предприятий), ед.; C_{iq} – себестоимость транспортирования 1 т руды от i-го карьера к *q*-му потребителю в *t*-й год эксплуатации, грн/км.

Для реализации приведенной экономико-математической модели необходимо найти условия, при которых каждое из слагаемых будет иметь оптимальное значение. Этот расчет производится на каждый планируемый год эксплуатации группы карьеров, затем затраты суммируются по годам и выбирается вариант, обеспечивающий минимум приведенных затрат.

С переходом к рыночной экономике, экономические требования к проектируемым производственным объектам кардинально изменились. Концептуальный подход к определению целесообразности освоения месторождения и раскройки его на карьерные поля должен базироваться на анализе содержательных особенностей категорий «чистая поточная стоимость» и «дисконтная ставка», а также следующих показателей: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, индекс среднегодовой рентабельности, срок окупаемости инвестиций, внутренняя норма прибыли [3, 4].

В общем виде один из показателей оценки эффективности инвестиционных проектов (чистая поточная стоимость NPV) может быть представлен следующим выражением [5]:

$$NPV = \sum_{t_i=0}^{n+m} П_{t_i} (1+r)^{-t_i} - \sum_{t_i^{/}=0} I_{t_i} (1+r)^{-t_i^{/}} - ГРР, \quad (3)$$

где t_i – период разработки месторождения в годах, лет; *n* – период разработки месторождения, лет; *m* – период строительства предприятия, лет; $Пt_i$ – фактическая прибыль от разработки за данный год, грн.; *r* – норма прибыли; $t_i^{/}$ - период строительства предприятия в годах, лет; I_{t_i} - инвестиции в строительство, грн.; ГРР – стоимость геологоразведочных работ, грн.

На стадии предпроектного выбора возможных объектов инвестиций, в качестве которых могут выступать карьерные поля крупноплощадных месторождений, выполнение этого объема работ чрезмерно трудоемко.

Одним из основных критериев оценки эффективности инвестиций является коэффициент приведения разновременных затрат к моменту начальной оценки, т.е. норма дисконта (прибыли). Для инвестиционных проектов, которые рассчитаны на большие сроки их осуществления (20…50 и более лет) очень важным параметром является (горизонт расчета Т) [3, 4] период разработки месторождения, поскольку он определяет в конечном итоге эффективность в каждом из вариантов проектов.

При определении горизонта расчета для раскройки крупноплощадных мульдообразных месторождений, коэффициент дисконтирования стреми-тельно уменьшается уже на третий год инве-

стирования. На четвертый год для всех значений ставки за кредит $\alpha_t \to 0$.

Применение такой оценки для новых крупных месторождений не представляется возможным, поэтому в качестве основного критерия оценки раскройки исследуемых месторождений на карьерные поля на стадии предпроектных исследований предлагается принять величину среднегодовой чистой прибыли $П_s$, это позволит охарактеризовать объект инвестиций примерными величинами капитальных вложений и укрупнено определенными величинами показателей ожидаемой годовой прибыли, выплатами за кредит и налоговыми отчислениями. В общем виде $П_s$ определяется из выражения:

$$П_s = П_г - И_{кр} - Н \text{ грн/год,} \qquad (4)$$

где $П_г$ – среднегодовая прибыль, получаемая предприятием, грн; $И_{кр}$ – плата за кредит, грн; Н – сумма выплачиваемых предприятием налогов, грн.

Следует отметить, что сложная взаимосвязь параметров карьерных полей, вскрытия и системы разработки, структуры комплексной механизации и типоразмеров применяемого оборудования, организации производства создает принципиальные трудности для формализации процессов открытой разработки месторождения в виде экономико-математической модели. Поэтому, в качестве целевой функции на стадии предпроектных разработок при выборе первоочередного карьерного поля, предназначенного для открытой разработки и обоснования детальной разведки, достаточно в первые годы эксплуатации месторождения принять максимум чистой среднегодовой прибыли от реализации конечных продуктов.

Выводы

В данной статье рассмотрены основные методы раскройки месторождений на карьерные поля. Выбран критерий оптимальности и целевая функция при выборе последовательности отработки запасов крупноплощадных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Близнюков В.Г.* Определение главных параметров карьеров с учетом качества руды. - М.: Недра, 1978. - 151 с.

2. *Проблеми* розробки розсипних родовищ / І.Л. Гуменик, О.М. Сокіл

3. *Экономика* производственного предприятия: учебное пособие. Солодовник Л.М., Пономаренко П.И. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2004. – 285 с.

4. *Моссаковский Я.В.* Теория и практика оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в горной промышленности / Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ, 1999. - № 10. – С. 181 – 188.

5. *Шестаков В.А.* Проектирование горных предприятий. - М.: изд-во МГГУ, 1995. - 507 с.

ГИАБ

Коротко об авторах

Ложников Алексей Владимирович – аспирант, мл. научный сотрудник, Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 16 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.С. Коваленко.*