

УДК 622.530.1(076.5)

С.О. Версилов, В.Н. Игнатов, И.В. Вихренко

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Установлено, что задачу оптимизации параметров буровзрывных работ при очистных работах на карьерах целесообразнее всего решать на основе учета качества и стоимости конечной продукции – щебня. Предложены зависимости для оценки затрат рассматриваемых вариантов оптимизации и эффективности предлагаемых технических решений.

Ключевые слова: оптимизация, параметры, бурение, качество, стоимость, затраты, зависимости.

На сегодняшний день параметры буровзрывных работ на карьерах по добыче нерудных строительных материалов (известняков, песчаников и др.) устанавливаются, в основном, на основе минимума эксплуатационных затрат на бурение скважин, их зарядание и взрывание с одной стороны и на вторичное дробление, экскавацию и транспортирование добытой рудной (горной) массы с другой. Иногда учитывают затраты на первичную обработку горной массы (крупное дробление, грохочение и т.д.) [1]. При этом обычно принимается во внимание, чтобы выход негабаритов не превышал порядка 5 % от общей добычи материала. На основе расчетов при таком методическом подходе часто оказывалось, что при увеличении цен на взрывчатые вещества дробить негабариты накладными или шпуровыми зарядами неэкономично. На некоторых карьерах просто перестали использовать негабариты. В результате снижалась производственная мощность предприятия. К тому же требовались затраты на складирование негабаритов в отвалы, которыми занимались довольно большие площади земель. Такой методический подход к решению задачи оптимизации параметров буровзрывных работ не учитывал возможности использования негабаритов, качество и стоимость конечной продукции – щебня, и, соответственно, возможности увеличения производственной мощности карьера. Поэтому задачу оптимизации параметров буровзрывных работ при очистных работах на карьерах целесообразнее всего решать на основе системного подхода с учетом взаимосвязи процессов всей технологической схемы (разведки, вскрыши, добычи и переработки вплоть до реализации конечной продукции). С одной стороны, при сгущении сетки скважин не только снижается выход негабаритов, но и увеличиваются эксплуатационные затраты на бурение, зарядание и взрывание, а также время выполнения этих работ. С другой стороны, при расширении сетки скважин, хотя и увеличивается выход негабаритов, но сокращаются затраты на отбойку, уменьшается выход некондиционной мелочи, повышается качество добываемого полезного ископаемого и полнота его использования, сокращается время выполнения буровзрывных работ, появляется возможность увеличения производственной мощности предприятия.

В качестве критерия оценки вариантов с разными параметрами буровзрывных работ может быть применена сумма годовой прибыли за вычетом дополнительных капиталовложений для подготовки и отработки запасов, а также на строительство и эксплуатацию отвалов вскрышных пород, негабаритного полезного ископаемого и отходов некондиционной мелочи.

Для оценки базового варианта (применяемая технология и параметры буровзрывных работ) может быть применена формула годовой прибыли за вычетом затрат на капитальные работы (руб)

$$P_{p\delta} = A_{\delta} (u_{\delta\delta} - c_{\delta\delta}) - \sum_{i=1}^{n_{\delta}} K_{\delta i} (1 + \gamma_i \cdot E_{\kappa}),$$

где A_{δ} – производственная мощность карьера по величине используемого добытого полезного ископаемого, т/год;

$$A_{\delta} = A'_{\delta} (1 - \alpha_{\delta} - \beta_{\delta}),$$

где A'_{δ} – общая добыча полезного ископаемого, т/год; α_{δ} и β_{δ} – выход неиспользуемого негабарита и доля отходов некондиционной мелочи при базовом варианте, доли ед.; $c_{дб}$ и $c_{дб}$ – извлекаемая ценность добываемого и используемого полезного ископаемого и затраты на его добычу и переработку при базовом варианте, руб/т; n_{δ} – число объектов, для работы которых требуются дополнительные капиталовложения, при базовом варианте; $K_{\delta i}$ – капиталовложения в i -й объект при базовом варианте, руб/год; $\gamma_i E_{\kappa}$ – коэффициент, учитывающий величину банковского процента за кредит.

Если часть капитальных работ выполняется за счет собственных средств или за счет безпроцентной ссуды, то коэффициент, учитывающий величину банковского процента будет равен γE_{κ} , где γ_i – доля капитальных затрат за счет банковского кредита, доли ед.

Если требуется сравнить варианты за какой-то длительный период времени, то в качестве критерия оценки их эффективности может быть принята сумма дисконтированной прибыли за этот период времени за вычетом капитальных вложений, которая представлена при каком-то базовом варианте следующей формулой (руб/т)

$$\sum_{t=1}^{t_p} P_{p\delta t} = \sum_{t=1}^{t_p} A_{\delta t} (u_{\delta\delta t} - c_{\delta\delta t}) (1 + E)^{-t_p+1} - \sum_{t=1}^{t_p} \sum_{i=1}^{n_{\delta}} K_{\delta i} (1 + \gamma E_{\kappa})^{t_{ci}},$$

где $A_{\delta t}$ – производственная мощность карьера в t -й год при базовом варианте, т/год; t_p – расчетный срок сравнительной оценки вариантов, лет; $c_{дбt}$ и $c_{дбt}$ – извлекаемая ценность добываемого полезного ископаемого и эксплуатационные затраты на его добычу и переработку в t -й год, руб/т; t_{ci} – срок строительства i -го объекта, лет.

При каком-то другом (новом) варианте параметров буровзрывных работ, например, с меньшим удельным расходом бурения скважин, ВВ и СВ, при котором хотя и увеличивается выход негабаритов, но они полностью используются, при этом снижается выход некондиционной мелочи и возможно увеличение производственной мощности карьера по добыче полезного ископаемого, критерий суммы годовой прибыли будет иметь вид (руб/год)

$$P_{p\delta} = A(u_{\delta} - c_{\delta}) - \sum_{i=1}^n K_i (1 + \gamma E_{\kappa}),$$

где c_d и $c_{\text{д}}$ – соответственно извлекаемая ценность добываемого и полезно используемого известняка и эксплуатационные затраты на его добычу и переработку при новом варианте, руб/т; K_{it} – капитальные затраты при новом варианте в t -й год, руб/год; A – годовая производственная мощность горного предприятия по полезно используемой доле добытого известняка при новом варианте, т/год; $A = A'_0(1 - \alpha - \beta)$, где β – выход некондиционной мелочи при новом варианте, доли ед.; α – выход неиспользуемых негабаритов при новом варианте, доли ед.

Если для перехода на новый вариант требуется затратить не только дополнительные капиталовложения, но и определенное время, то в течение этого времени предприятие будет работать при базовом варианте и критерий экономической оценки нового варианта будет иметь вид (руб)

$$\sum_{t=1}^{t_p} P_{\text{рел}} = \sum_{t=1}^{t_c} A_{0t} (u_{\text{доб}} - c_{\text{доб}}) / (1 + E)^{t-1} + \sum_{t=1}^{t_p - t_c} A_t (u_{\text{от}} - c_{\text{от}}) / (1 + E)^{t-1} - \sum_{t=1}^{t_p} \sum_{i=1}^n K_{it} (1 + \gamma E_k)^{t_i} / (1 + E)^{t-1},$$

где t_{ci} – время строительства i -го объекта, требуемое для осуществления нового варианта, лет; E – коэффициент дисконтирования затрат и прибыли во времени, доли ед.

Эксплуатационные затраты на добычу и переработку при базовом варианте могут быть определены по формуле (руб/т)

$$c_{\text{доб}} = a_{\text{о}} + b \cdot K_{\text{тб}} + a_{\text{пер}},$$

где $a_{\text{о}}$ – удельные затраты на добычу (очистные работы) и переработку горной массы при базовом варианте, руб/т; b – удельные затраты на вскрышные работы, руб/м³; $K_{\text{тб}}$ – текущий коэффициент вскрыши при базовом варианте, м³/т; $a_{\text{пер}}$ – затраты на переработку горной массы, руб/т.

Удельные затраты на очистные работы при базовом варианте могут быть представлены в следующем виде (руб/т)

$$a_{\text{о}} = a_{\text{бвб}} + a_{\text{этб}} + a_{\text{кб}},$$

где $a_{\text{бвб}}$ – затраты на буровзрывные работы при очистной выемке, руб/т; $a_{\text{этб}}$ – затраты на экскавацию и транспортирование горной массы, руб/т; $a_{\text{кб}}$ – затраты на дробление и грохочение горной массы, руб/т.

Затраты на переработку и реализацию конечной продукции при обоих сравниваемых вариантах должны определяться в зависимости от направлений переработки и реализации той или иной части добытой горной массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутузов Б.Н. Взрывные работы. М., Недра, 1982.- 392 с. **ГИАН**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Вихренко Иван Владимирович – начальник отдела по надзору в угольной, горнорудной промышленности и нефтегазодобыче Нижне-Донского управления Ростехнадзора РФ,
Версильов Сергей Олегович – доктор технических наук, проф. кафедры «Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды» ЮРГТУ (НПИ),
Игнатов Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор, директор ООО научно-исследовательский и проектный институт «Недра» (ООО НИПИ «Недра»).