

КАЧЕСТВО ВЗРЫВОПОДГОТОВКИ ГОРНОЙ МАССЫ – ОСНОВА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ЩЕБЕНОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рыночная экономика не только устанавливает новые экономические взаимоотношения между различными предприятиями, но и заставляет по-иному оценивать, а следовательно, и решать те или иные технологические задачи. В частности, на предприятиях, производящих фракционный щебень, параметры основных технологических процессов рассчитываются по фактору минимальной себестоимости. При таком подходе к проектированию завышается выход малорентабельных фракций, цена и спрос на которые значительно меньше, чем цена дефицитных фракций и спрос на них. Поэтому в качестве основного критерия при проектировании технологических параметров необходимо принимать максимум прибыли от реализации продукции.

Прибыль от реализации фракционного щебня

$$\Pi = \sum [\Phi_i (\Pi_i - C_i)] - \Phi_n C_n,$$

где Φ_i – выход i -х фракций нерудных строительных материалов, зависящий от технологических параметров, схемы дробления на дробильно-сортировочном заводе (ДСЗ), а также от кусковатости взорванной горной массы, поступающей на ДСЗ; Π_i – цена i -й фракции, определяемая при заключении договоров с потребителями, руб./м³; C_i – фактическая себестоимость i -х фракций щебня без затрат на вторичное взрывание, руб./м³; Φ_n – выход негабарита (кусков размером более 1000-1200 мм); C_n – себестоимость дробления негабарита, руб./м³.

Для определения выхода i -х фракций в конечном продукте можно использовать методику расчета зернового состава горной массы после щековых и конусных дробилок [1], в которой входными данными для расчета являются технологические параметры дробилок, физико-механические свойства горных пород, кусковатость горной массы, поступающей на ДСЗ, и т.д. Поэтому варьирование выходом i -х фракций нерудных строительных материалов возможно либо изменением технологической схемы дробления-грохочения, что требует дополнительных капитальных вложений и долгосрочного планирования ассортимента выпускаемой продукции, либо изменением гранулометрического состава горной массы, поступающей на ДСЗ, за счет выбора параметров БВР, что позволяет без дополнительных капитальных затрат, оперативно, по заключенным договорам планировать выход отдельных сортов щебня.

Для прогнозирования кусковатости горной массы после взрыва можно воспользоваться вероятностно-статистическим методом [4, 5]. Для аппроксимации гранулометрического состава взорванной горной массы наиболее подходящим является трехмодальное логнормальное распределение [1]:

$$f(x) = A_1 f_1[\ln(x_{01}), \beta_1] + A_2 f_2[\ln(x_{02}), \beta_2] + A_3 f_3[\ln(x_{03}), \beta_3];$$
$$A_1 + A_2 + A_3 = 1,$$
(1)

где A_1 , A_2 и A_3 – доля горной породы, попадающая в 1-, 2- и 3-ю зоны соответственно; x_{01} , x_{02} , x_{03} – средний геометрический размер куска j -й моды; β_1 , β_2 , β_3 – логнормальная дисперсия j -й моды.

Нами установлена связь между модами аппроксимирующей функции и зонами дробления вокруг заряда ВВ (зона переизмельчения, активного разрушения и зона развала). Как показали исследования, параметры j -й моды распределения характеризуются определенным структурным уровнем неоднородностей горных пород; в зоне переизмельчения – зернистостью горных пород (относительно идиоморфных и стойких к физико-механическому воздействию минералов); в зоне активного разрушения – наличием и пространственной ориентацией механически слабого минерала; в зоне развала – текстурами течения и естественной трещиноватостью горных пород. На основе анализа большого количества экспериментальных данных можно утверждать, что логнормальная дисперсия каждой моды, а также средний геометрический размер куска в зонах переизмельчения и развала есть величины постоянные, которые можно определить по данным эталонного взрыва. Для расчета математического ожидания куска в зоне активного разрушения предложена следующая формула:

$$x_{2\text{пер}} = x_{3\text{пер}} \left[\frac{x_{3\text{оср}}}{x_{2\text{оср}}} \right]^{\frac{\lambda_o Q p l_{\text{озар}}}{\lambda p Q_o l p_{\text{зар}}}}, \quad (2)$$

где $x_{2\text{пер}}$ – математическое ожидание размера куска в зоне активного разрушения; $x_{3\text{пер}}$ – средний размер естественной отдельности, с учетом текстур течения (МОЖ) куска в зоне развала; λ – доля энергии, расходуемой на дробление; $Q = \Omega P$; Ω – удельная энергия ВВ, кДж/кг, P – вместимость ВВ в скважине, кг/м; $l_{\text{зар}}$ – длина заряда в скважине, м. Здесь и далее индексы p и o относятся к параметрам проектируемого и эталонного взрывов соответственно.

При постоянной направленности системных трещин (текстур течения), т.е. при $\lambda = \text{const}$ и неизменном ВВ имеем

$$x_{2\text{пер}} = x_{3\text{пер}} \left[\frac{x_{3\text{оср}}}{x_{2\text{оср}}} \right]^{\frac{P p l_{\text{озар}}}{P_o l p_{\text{зар}}}}. \quad (3)$$

Доля горной породы, попадающей в зону активного разрушения (аналогично для зоны переизмельчения),

$$A_{2p} = A_{2o} \frac{C_o d_o H_o}{C_p d_p H_p} \frac{K_p^3 (b^6 + k_o^6)}{K_o^3 (b^6 + K_p^6)} \frac{\lambda_p l_{p\text{зар}}}{\lambda_o l_{o\text{зар}}}, \quad (4)$$

где C – себестоимость щебня; d – диаметр скважины; H – высота уступа, м; $k = \frac{w}{p^{1/3}}$ – аргу-

мент подобия; $b = 52,2 \frac{f}{14^2 + f^2}$; f – коэффициент крепости горных пород.

С использованием методики расчета зернового состава после ДСК [2] и формул (1)-(4) нами составлен пакет программ, позволяющий по известным технологическим параметрам прогнозировать выход i -х фракций щебня.

Однако для исследования функции $\Pi = f(S_j)$ (здесь S_j – параметры БВР) и оптимального планирования технологических параметров, помимо установления зависимости $\Phi_i = f(S_i)$, необходимо знать фактическую себестоимость производства отдельных фракций щебня (видов продукции) и ее связь с параметрами БВР.

В настоящее время на щебеночных предприятиях расчет себестоимости по отдельным видам продукции (обычно разделяют только щебень гранитный, дробленый отсев и смеси) ведется пересчетом цены с учетом заданного уровня рентабельности. Такие данные только иска-

жают фактическую картину и приводят к парадоксальным результатам: например, себестоимость дробленого отсева (фракция $-5 + 0$ мм) значительно меньше себестоимости кондиционного щебня и рентабельность его производства порой выше рентабельности производства кондиционного щебня, хотя цена на дробленый отсев на порядок меньше.

При расчете фактической себестоимости i -й функции было принято два основных положения:

1. Затраты на дробление горной массы складываются из затрат, не зависящих от среднего диаметра зерен разрушенного материала d_{cp} , Φ_{const} , и затрат, зависимость которых от d_{cp} можно выразить в виде функции

$$\Phi_{var} = x_0 - x_1 \ln(d_{cp}), \quad (5)$$

где x_0, x_1 – постоянные для данных условий коэффициенты.

Зависимость (5) можно получить из формулы Кирпичева – Кика для определения энергоемкости дробления горных пород на ДСК:

$$A_{др} = a \ln \left(\frac{D_{cp}}{d_{cp}} \right) \Sigma P_i,$$

где a – коэффициент пропорциональности, зависящий от типа дробилки, физико-механических свойств пород и т.д.; D_{cp} и d_{cp} – средний размер куска до и после дробления соответственно; ΣP_i – массовый выход зерен.

Затраты, зависящие от диаметра дробления, включают общие затраты на электроэнергию, материалы, услуги электроцеха и РМЦ.

2. Себестоимость дробления щебня i -й фракции тем ниже, чем больше доля данного вида продукции в общем объеме производства.

Оба условия можно представить следующим образом: соответственно

$$\Sigma [x_0 - x_1 \ln(d_i)] a_i = 3_{var};$$

$$\Sigma [x_0 - x_1 \ln(d_i) - k \alpha_i]^2 \rightarrow \min,$$

где α_i – объем производства i -й фракции, м³; $\alpha_i = A / a_i$; A – общий объем производства товарной продукции на данном ДСЗ, м³; d_i – средний диаметр i -й фракции.

Использование метода Лагранжа позволяет прийти к базовой системе уравнений для совместного решения этих условий и расчета части затрат на производство i -й фракции нерудных строительных материалов, зависящих от среднего диаметра фракции:

$$\begin{cases} Ax_0 - \Sigma [\ln(d_i) a_i] x_1 = 3_{var}; \\ nx_0 - x_1 \Sigma [\ln(d_i) - k \Sigma \alpha_i] + \lambda \frac{A}{2} = 0; \\ -x_0 \Sigma (\ln d_i) + x_1 \Sigma (\ln d_i)^2 + k \Sigma (\ln d_i \alpha_i) - \frac{\lambda}{2} (\alpha_i \ln d_i) = 0; \\ x_0 \Sigma (\alpha_i) - x_1 \Sigma (\ln d_i \alpha_i) - k \Sigma (\alpha_i)^2 = 0, \end{cases} \quad (6)$$

где n – число выпускаемых фракций; k и λ – вспомогательные коэффициенты.

Найденные из системы уравнений (6) x_0, x_1 подставляются в формулу (5).

Таким образом, при расчете полной фактической себестоимости учитывается изменение затрат по процессам в зависимости от параметров БВР (кусковатости горной массы) [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Макарьев В.П. Определение оптимальной степени дробления гранитного массива взрывом на щебеночных карьерах / В.П.Макарьев, В.А.Михайлов // Записки ЛГИ. 1984. Т.99.

2. Методика расчета зернового состава продуктов дробления горных пород в щековых и конусных дробилках / Сост. Р.А.Родин; МПСМ. М., 1982.
3. Ретин Н.Я. Подготовка и экскавация вскрышных пород угольных разрезов. М.: Недра, 1978.
4. Холодняков Г.А. Теоретические основы моделирования выходных параметров взрыва / Г.А.Холодняков, Ю.И.Виноградов, А.Г.Затонских // Проблемы проектирования карьеров: Сборник науч. трудов / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1994.
5. Холодняков Г.А. К вопросу прогнозирования гранулометрического состава взорванной горной массы / Г.А.Холодняков, Ю.И.Виноградов, А.Г.Затонских // Там же.