

УДК 622.236.4

Н.И. ЧИХРАДЗЕ, д-р техн. наук, проф., директор ЮЛПП Горного института им. Г.А. Цулукидзе, г. Тбилиси, Грузия

С.К. ХОМЕРИКИ, д-р техн. наук, главный научный сотрудник, руководитель отдела взрывных технологий ЮЛПП Горного института им. Г.А. Цулукидзе, г. Тбилиси, Грузия

Р.В. МИХЕЛЬСОН, д-р техн. наук, главный научный сотрудник ЮЛПП Горного института им. Г.А. Цулукидзе, г. Тбилиси, Грузия

Д.Г. ХОМЕРИКИ, менеджер научных программ ЮЛПП Горного института им. Г.А. Цулукидзе, г. Тбилиси, Грузия

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ БЛОКОВ ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

Рассмотрено влияние естественной трещиноватости массива горных пород и буровзрывных работ на потери блочного облицовочного камня, предложены пути их уменьшения.

Ключевые слова: облицовочный камень, блоки, отходы, потери.

При добыче блоков облицовочного камня объем отходов минерального сырья достигает 60-80 процентов от всей перерабатываемой горной массы. Зачастую они не используются в народном хозяйстве и беспорядочно складываются в низинах и руслах рек, захламывая окружающую среду.

Отклонение величины фактического выхода блоков от его теоретического значения выражается коэффициентом:

$$K_{\phi} = 1 - \frac{V_{\phi}}{V_2}, \quad (1)$$

где V_{ϕ} – суммарный объем добытых блоков на данном участке месторождения, м³; V_2 – суммарный объем блоков по геологическим оценкам того же участка, м³.

Объем отходов на данном участке месторождения составляет:

$$V_{отх} = (V_{н.з.} - V_n)(1 - K_{\phi}), \quad (2)$$

где $V_{н.з.}$ – погашенные запасы на данном участке, м³; V_n – эксплуатационные потери, м³; K_{ϕ} – выход блоков облицовочного камня

$$K_{\phi} = \frac{V_{\phi}}{V_2 - V_n}. \quad (3)$$

На объем отходов существенное влияние оказывают естественные факторы, к числу которых в первую очередь относятся трещиноватость массива, а также теплофизические и физико-механические свойства горных пород. С точки зрения уменьшения отходов важное значение имеет правильный выбор направления фронта добычных работ. В частности, микроориентировка породообразующих минералов гранита по их кристаллографическим осям позволяет использовать анизотропность массива при выборе расположения фронта работ относительно трещин и направлений облегченного раскола. Оптимальное расположение разрезных траншей на этих месторождениях совпадает с простираем продольных, фланговых – с простираем поперечных трещин. На месторождениях, где преобладают диагональные естественные трещины, азимут направления рабочего фронта должен быть выбран таким образом, чтобы выполнялось условие (4):

$$K_{n,mp} = \frac{h}{L} \sum_{i=n}^n \left[ctg(\alpha - \varphi) + \frac{1}{tg\beta \cdot \sin(\alpha - \varphi)} \right] \rightarrow \min, \quad (4)$$

где $K_{n,mp}$ – коэффициент изменения величины отходов, зависящий от естественной трещиноватости массива; h – линейный размер кондиционного блока по ГОСТ 9479-84, м; L – длина участка наблюдения, м; α – азимут

простирання i -ої тріщини, град; β – угол падення i -ої тріщини, град; φ – азимут направлення фронту розробки, град.

Експериментально установлено, що мінімальні втрати, обумовлені природною тріщинуватістю масиву на Бакурянському андезитовому кар'єрі, складають $K_{н.мр} = 0,25$ при азимуті простирання фронту розробки $\varphi = 18^{\circ}$.

Виконана корективна параметрів системи розробки в відповідності з отриманими результатами дозволила знизити об'єм втрат блокового каменя в 1,75 рази [1].

Теплофізическіе і фізико-механіческіе свойства горних порід определяють ефективність того іиного способу направленного разрушения массива, который в свою очередь оказывает влияние на потери минерального сырья. В работе [2] представлена классификация отходов, учитывающая все этапы технологического процесса добычи блоков облицовочного камня. Ниже приводятся некоторые основные положения методики определения объемов отходов, обусловленных использованием энергии взрыва в технологическом процессе добычи блоков.

При выполнении вскрышных работ буровзрывным способом потери минерального сырья могут быть определены из выражения:

$$V_{н.вскр.} = S_0 \cdot h_p, \text{ м}^3 \quad (5)$$

где S_0 – площадь удаления вскрышных пород, м^2 ; h_p – толщина зоны нарушения сплошности камня, м. По оценкам автора работы [3] величина $h_p = (6 \div 15)d$, где d – диаметр скважин, м.

Для уменьшения величины h_p применяют различные способы взрывного воздействия на массив, в том числе использование низкобризантных ВВ или рассредоточенных зарядов бризантных ВВ с оставлением в данной части скважин воздушных подушек [4]. Согласно данным работы [3], при взрывании зарядов черного пороха, инициируемых детонирующим шнуром, объем потерь минерального сырья в процессе отбойки крупных монолитов может быть рассчитан по формуле:

$$V_n = K_d \cdot d^2 \cdot h \cdot n, \text{ м}^3 \quad (6)$$

где K_d – коэффициент, зависящий от типа заряда. Для скважинных зарядов $K_d = 500$, а для шпуровых – $K_d = 900$; d – диаметр скважин (шпуров), м; h – высота отделяемого монолита, м; n – количество зарядов.

В технологии добычи блоков облицовочного камня скважинные заряды черного пороха широко используются и при разрушении полезной толщи, характеризующейся повышенной трещиноватостью массива. На Курсебском месторождении тешенита высота добычного уступа в зависимости от рельефа местности меняется в пределах 20-30 м. При взрывании пороховых зарядов в скважинах диаметром 105 мм (иницирование - детонирующим шнуром) массив разрушается, в основном, по плоскостям естественных трещин, но при обрушении отдельностей с большой высоты они раскалываются на мелкие куски, что приводит к уменьшению выхода блоков из горной массы, кроме того, потери увеличиваются при устранении порогов в нижней части уступа. В результате негативного действия естественных и технологических факторов выход кондиционных блоков из горной массы в среднем составляет 18,4 %.

С целью уменьшения потерь блокового камня добычного уступ был разделен на два подступа, из которых верхний высотой 10-20 м обрабатывался по базовой технологии, а нижний, более монолитный, с применением технологии строчечного бурения шпуров и взрыванием линейных зарядов, состоящих из 1-2 отрезков детонирующего шнура, в условиях радиального воздушного зазора [5]. Применение этой технологии позволило увеличить выход блоков из горной массы до 24 % и снизить себестоимость продукции на 24-26 %.

Влияние других способов добычи (каменерезные машины, канатные пилы, термическое резанье, гидроклиновые установки) на уровень потерь блокового камня отражены в технической литературе и подробно рассмотрены в работе [2].

Следует отметить, что отходы в данной отрасли не следует рассматривать как потери, поскольку они являются прекрасным сырьем для получения более дешевой продукции, например щебня, бортового камня, брусчатки, искусственных облицовочных

плит и т.п. В общем случае ценность ресурсного фонда месторождения в соответствии с рекомендациями работы [6] определяется из выражения:

$$I_p = P_s V_2, \quad (7)$$

где I_p – индекс цен; P_s – цена одной метрической единицы (m^3 или т) минерального ресурса; V_2 – запасы ресурса.

Для многокомпонентных месторождений природного камня:

$$P_s = \sum_i P_i k - K_{oi}, \quad (8)$$

где P_i – рыночная цена i -го компонента; K – выход i -го компонента из горной массы; K_{oi} – себестоимость добычи и переработки i -го компонента.

Поэтому вопрос выпуска попутной продукции на карьерах блочного камня должен быть отражен в лицензионных условиях и стать предметом внимания соответствующих государственных органов.

Перечень ссылок

1. Совершенствование технологии открытых горных работ на Бакурианском андезитовом карьере: Отчет о НИР / ИГМ им. Г.А. Цулукидзе. – Тбилиси, 1986. – 71 с.
2. Михельсон Р.В. Технология производства блоков облицовочного камня: учебное пособие / Р.В. Михельсон, Н.Д. Кукуладзе. – Тбилиси : Технический университет, 1999. – 88 с.
3. Бакка Н.Т. Рекомендации по определению, учету и нормированию потерь при добыче блоков из высокопрочных пород / Н.Т. Бакка // Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов. – 1986. – серия 7, вып. 12. – С. 9-11.
4. Гопанюк Д.Г. Эффективный способ разрушения пород вскрыши на карьерах блочного камня / Д.Г. Гопанюк, В.Ю. Швец, В.В. Дивель // Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов. – 1988. – серия 7, вып. 2. – С. 8-13.
5. Михельсон Р.В. Пути уменьшения отходов при добыче блоков облицовочного камня / Михельсон Р.В. – М. : ИПКОН АН СССР, 1988. - 10 с.
6. Твалчрелидзе А.Г. Полезные ископаемые и минеральная ресурсная база Грузии / Твалчрелидзе А.Г. – М. : Издательский дом «Руда и Металлы», 2006. – 320 с.

*Стаття надійшла до редколегії 16.09.2013 р. російською мовою
Стаття рекомендована членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем*

Н.М. ЧИХРАДЗЕ, С.К. ХОМЕРИКИ, Р.В. МИХЕЛЬСОН, Д.Г. ХОМЕРИКИ
ЮЛПП Гірничий інститут ім. Г.А. Цулукидзе, м. Тбілісі, Грузія

УМОВИ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ВИДОБУТКУ БЛОКІВ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМІНЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ЗНИЖЕННЯ

Розглянуто вплив природної тріщинуватості масиву гірських порід і буропідривних робіт на втрати блочного облицовального каменю, запропоновані шляхи їх зменшення.

Ключові слова: облицовальний камінь, блоки, відходи, втрати.

N.M. CHIKHRADZE, S.K.KHOMERIKI, R.V. MIKHELSON, D.G. KHOMERIKI
LEPL G. Tsulukidze Mining Institute, Tbilisi, Georgia

CONDITIONS OF FORMATION OF WASTE OF MINERAL IN THE COURSE OF PRODUCTION OF BLOCKS OF A FACING STONE AND A WAY OF THEIR REDUCTION

Is considered the influence of a natural jointing of rocks and drilling-and-blasting operations on losses of a block facing stone, are offered the ways of its reduce.

Keywords: facing stone, blocks, waste, losses.