УДК 622.235.5

В.Н.КОВАЛЕВСКИЙ, А.Н.ХОЛОДИЛОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ, ПРОВОДИМЫХ НА КАРЬЕРАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ФИНЛЯНДИИ И РОССИИ

Изложен опыт производства буровзрывных работ на карьерах по добыче известняков Финляндии. Проведена сравнительная характеристика параметров буровзрывных работ, принятых для аналогичных условий в России и Финляндии. Определены проблемы, присущие взрывной добыче строительных материалов на карьерах России. Намечены направления по совершенствованию параметров буровзрывных работ, что обеспечит повышение качества взрывоподготовки.

Experience of manufacture of drilling and blasting on calcstone quarrys for conditions of Finland is stated. The comparative characteristic of drilling and blasting parameters of the accepted in Russia and Finland for similar conditions is lead. The problems of blasting on quarrys of Russia are certain. Directions on perfection of drilling and blasting parameters providing improvement of quality of blasting are planned.

Характеристика взрывных работ, проводимых в Финляндии, на примере карьера по добыче известняка в г.Лаппеенранта (компания «Nordkalk»). Отделение мраморизованного известняка от массива осуществляется буровзрывным способом с применением скважинных зарядов рыхления. Бурение скважин производится с помощью ударно-вращательного гидравлического бурового станка «Atlas Copco D7C». Диаметр скважины после разбуривания горной породы составляет 76 мм, глубина скважины 12-20 м (среднее значение 15 м), перебур 1 м, угол между осью скважины и вертикалью 18°. Угол откоса уступа 72°. Берма безопасности составляет 2,5-3 м. Пробуренные скважины образуют прямоугольную сетку скважин со следующими параметрами: расстояние между скважинами в ряду 3-3,5 м, расстояние между рядами 2,5-3 м. Обуриваемый блок, содержит порядка 30 скважин.

Для зарядки скважин используется два типа заряда взрывчатого вещества (ВВ): основной заряд – смесь «Anfo» и «Kemix» (основные компоненты – аммиачная селитра и жидкие углеводороды), усиленный заряд с повышенным бризантным действием – заряд динамита с «Ahti anfo». Основной и усиленный заряды расположены соответственно выше и ниже поверхности уступа. Зарядка скважин производится механизированным способом. В качестве забойки применяется гравий (средний размер частиц составляет несколько миллиметров). Инициирование взрыва осуществляется с помощью неэлектрической системы инициирования «Нонель». В среднем за один массовый взрыв отбивается порядка 10 тыс.т горной массы и расходуется около 1200 кг взрывчатых веществ. Таким образом, удельный расход составляет 120 г ВВ на 1 т горной массы.

Экскавация горной массы производится с помощью гидравлического экскаватора типа обратная лопата «Komatsu PC750SE-6 или PC750SE-7» (объем ковша 3,1 м^3). Транспортировка горной массы осуществляется карьерным автосамосвалом «Komatsu HD605-7» (вместимость кузова 40 м^3, максимальная нагрузка 63 т).

Особенности проведения буровзрывных работ в Финляндии и России. Параметры буровзрывных работ, принятые на карьерах строительных материалов в Рос-

сии, отличаются диаметром скважин. Это, скорее всего, связано с тем, что в России пока не получили широкого распространения высокопроизводительные гидравлические буровые станки. Поэтому, как правило, диаметр скважин в 1,5-3 раза больше диаметров скважин, принятых в Финляндии. Это приводит к увеличению сетки скважин и, следовательно, к уменьшению относительной площади зоны регулируемого дробления горной породы. В свою очередь, увеличивается доля переизмельченной горной породы, повышаются заколообразование и нарушенность породного массива нижележащих уступов, растет выход негабарита.

Кроме того, следует обратить внимание на объемы взрывоподготовки. Для аналогичного карьера в России в среднем за массовый взрыв отбивается порядка 100 тыс.т горной массы, почти на порядок больше, чем в Финляндии.

Таким образом, при ведении взрывных работ в Финляндии промышленная инфраструктура сосредоточена в непосредственной близости от карьера, что уменьшает расходы на перевозку взорванной горной массы карьерным автотранспортом. Кроме того, за счет снижения массы ВВ при производстве массового взрыва уже на расстоянии нескольких сотен метров уровень сейсмических колебаний не превышает 2 см/с.

Интересно сопоставить удельный расход ВВ. Добываемый в Финляндии известняк относится к 2-3-й категориям трещиноватости согласно классификации массивов грунтов по степени трещиноватости Междуведомственной комиссии по взрывному делу; 6-7-й группам грунтов по СНиП IV-2-82; имеет коэффициент крепости 4-6. Согласно нормам проектирования удельный расход ВВ, принятый на аналогичных российских карьерах должен составлять 0,5-0,6 кг/м^3 или в пересчете на массу горной породы порядка 0,21 кг/т. Таким образом, удельный расход ВВ при ведении взрывных работ в Финляндии почти в 2 раза меньше, чем при аналогичных условиях в России.

Обоснование выбора диаметра скважин. Диаметр скважин является параметром, определяющим степень дробления горных пород, производительность бурового и погрузочно-транспортного оборудования.

Считается, что результаты взрыва определяются удельным расходом ВВ, через который увязываются геометрические параметры заряда и параметры его размещения в массиве.

Удельный расход ВВ можно принять или выдерживать постоянным следующими способами: 1) изменением сетки скважин; 2) изменением высоты заряда; 3) изменением диаметра заряда.

Обычно при применении скважинных зарядов увеличенного диаметра наблюдается улучшение качества дробления горных пород на малых приведенных расстояниях. И как следствие этого, принимают решение о дальнейшем увеличении диаметра скважин и массы одновременно взрываемых зарядов ВВ, игнорируя ухудшение качества дробления по блоку в целом.

Между тем с увеличением масштаба взрыва, повышения при этом длины взрывной полости и снижения скорости распространения волн напряжения средний размер куска на фронте дробления на одинаковых приведенных расстояниях увеличивается. Для достижения более качественного дробления с повышением масштабов взрыва необходимо, наоборот, уменьшать диаметр скважинных зарядов, что, в свою очередь, приведет к снижению удельного расхода ВВ на открытых горных работах. В то же время при одинаковом удельном расходе ВВ лучшее качество дробления следует ожидать при малом диаметре скважин[*].

Для снижения среднего размера куска и достижения однородного гранулометрического состава взорванной горной породы большое значение имеет равномерность распределения ВВ по разрушаемому массиву. Такое состояние может быть достигнуто вариацией взаимосвязанных параметров буровзрывных работ (БВР): диаметра скважин, коэффициента сближения, выбора конструкции заряда, порядка инициирования зарядов и т.д.

[*] *Макарьев В.П.* Методика выбора диаметра скважин по минимуму себестоимости горной массы // Труды института «Гипроникель». 1975. Вып. № 61. С.34-38.

По данным ряда исследователей, например И.Ф.Оксанича, П.С.Миронова*, связь диаметра скважин d с удельным расходом ВВ q и процентом выхода негабарита k имеет вид

$$q = z\sqrt{d}\,\frac{100-k}{k}, \qquad (1)$$

где z – постоянная, зависящая от выхода негабарита.

Из формулы (1) следует, что при фиксированном значении выхода негабарита с уменьшением диаметра скважин удельный расход ВВ уменьшается.

Окончательно зависимость удельного расхода ВВ от диаметра скважин можно представить в виде

$$q_{\text{ї}} = q_0\left(\frac{d_{\text{ї}}}{d_0}\right)^m, \qquad (2)$$

где q_0 – расчетный удельный расход ВВ для эталонного диаметра скважин $d_0 = 250$ мм; $d_{\text{п}}$ – принятый диаметр скважин; m – параметр, принимающий значения 0,3-0,5.

Для приведенных значений удельных расходов и диаметров скважин – $q_0 = 0{,}21$ кг/т и $d_0 = 250$ мм, $q_{\text{п}} = 0{,}12$ кг/т и $d_{\text{п}} = 76$ мм имеем $m = 0{,}47$.

Выводы. Таким образом, параметры БВР, принятые на карьере по добыче известняка в Финляндии, позволяют:

- обеспечить сохранность законтурной части массива (на поверхности уступа после массового взрыва были хорошо видны следы скважин последнего ряда, имеющие ширину 4-6 диаметров скважины);
- получить относительно однородную по гранулометрическому составу горную массу и компактный развал;
- существенно снизить выход негабарита; негабарит, как правило, связан с естественной нарушенностью массива;
- уменьшить сейсмическое действие взрыва.

* *Оксанич И.Ф.* Закономерности дробления горных пород взрывом и прогнозирование гранулометрического состава / И.Ф.Оксанич, П.С.Миронов. М.: Недра, 1982. 166 с.