Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXIII, вып. 1, 1972 г.

ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГРАНИТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ТЕРМИЧЕСКОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН

В. К. Бубок, И. Ю. Букин

Термическое бурение взрывных скважин на гранитных карьерах, несмотря на определенные преимущества перед механическими способами, не получило широкого распространения главным образом из-за резкого снижения эффективности бурения в трещиноватых зонах.

Исследования механизма разрушения трещиноватых горных пород [1, 3] позволили установить, что процесс прохождения трещины термобуром сопровождается прекращением поступательного движения термобура на время Δt, которое зависит от ряда факторов. В общем виде время, затраченное на бурение скважины в трещиноватых породах,

$$t = \frac{l}{v} + n\Delta t, \tag{1}$$

где t — время бурения скважины, *мин*; l — длина скважины, *м*; v — линейная скорость бурения в монолитной породе, *м/мин*; n — число трещин, пересекаемых скважиной; Δt — среднее время задержки при прохождении одной трещины, *мин*.

Если оценивать степень трещиноватости массива коэффициентом трещиноватости $k_т$, представляющим собой отношение числа трещин к площади, на которой они зафиксированы, тогда расстояние между отдельными трещинами будет равно $\frac{1}{\sqrt{2k_г}}$, а число трещин, пересекаемых скважиной,

$$n = l\sqrt{2k_т}. \tag{2}$$

Скорость бурения трещиноватых гранитов

$$v_{тр} = \frac{v}{1 + v\Delta t\sqrt{2k_т}}. \tag{3}$$

Анализ формулы (3) показывает, что прекращение бурения ($v_{тр}=0$) возможно только при $k_т \to \infty$. Однако практические данные не подтверждают этот вывод. Экспериментальные исследования по термическому бурению скважин на гранитных карьерах Карельского перешейка показали, что прекращение бурения происходит при сравнительно небольших значениях $k_т$.

Для определения значений коэффициента трещиноватости, при которых возможно термическое бурение скважин, рассмотрим механизм

разрушения трещиноватых гранитов. Из-за трещин различной пространственной ориентации гранитный массив представляет собой структуру, сложенную из отдельных блоков. Каждый блок отделен от соседних плоскостями трещин. Как показали исследования [2, 4], при термическом бурении в породе, прилегающей к стенкам скважины, возникают значительные термические напряжения, величина и характер которых зависят от теплофизических характеристик породы, величины теплового потока, диаметра скважины, скорости бурения и т. п. При определенных значениях этих параметров величина напряжений превосходит предел прочности породы, и тогда блок раскалывается на несколько частей по плоскостям, пересекающим ось скважины. При этом резко возрастает «местный» коэффициент трещиноватости (у забоя скважины) и процесс термического бурения прекращается. Таким образом, бурение трещиноватых массивов возможно только в том случае, если время бурения скважины в каждом отдельном блоке, слагающем массив,

$$t_{бур} < t_{др}, \tag{4}$$

где $t_{др}$ — время нагрева блока, необходимое для его раскола.

Время, расходуемое на бурение скважины в блоке,

$$t_{бур} = \frac{1}{v\sqrt{2k_т}}, \tag{5}$$

а время нагрева до раскола

$$t_{др} = \frac{1}{v_{др}(1-\sqrt{2k_т})^3}, \tag{6}$$

где $v_{др}$ — объемная скорость дробления блоков, $м^3/мин$.

После подстановки в неравенство (4) значений $t_{бур}$ и $t_{др}$, полученных из формул (5) и (6), и проведения преобразований получим выражение для определения коэффициента трещиноватости пород, при котором возможно термическое бурение:

$$k_т < \frac{v}{2v}. \tag{7}$$

При использовании двухсопловых бензовоздушных термобуров с площадью критического сечения сопел 300—400 $мм^2$ средняя скорость термического бурения гранитов составляет 0,08 $м/мин$ при диаметре скважин 220—240 $мм$. На основании данных о величине объемной скорости дробления блоков [2] можно установить максимальное значение коэффициента трещиноватости, при котором возможно термическое бурение, $k_{т_{max}} = 0{,}7$.

Таким образом, применительно к термическому бурению скважин, граниты по степени трещиноватости могут быть разделены на три класса: монолитные граниты, термическое бурение которых происходит с наибольшими скоростями; трещиноватые ($k_т < 0{,}7$), в которых возможна проходка скважин с пониженной скоростью; весьма трещиноватые ($k_т > 0{,}7$), термическое бурение которых оказывается невозможным. Исследованиями состояния гранитных массивов на ряде карьеров Карельского перешейка установлено, что зоны весьма трещиноватых гранитов имеют локальное распространение и в основном приурочены к верхней части уступа и его откосу. Наиболее интенсивная трещиноватость гранитов наблюдается в зоне действия взрыва зарядов, размещаемых в перебурах скважин. Глубина этой зоны практически равна величине перебура и на гранитных карьерах составляет пример-

но 2,5—3 *м*. В более глубоко расположенных частях массива трещиноватость незначительна и, как правило, значения $k_т < 0{,}7$. Вследствие этого для нижних горизонтов гранитных карьеров могут быть рекомендованы комбинированные способы бурения, позволяющие использовать преимущества термического бурения (высокие объемные скорости бурения монолитных пород, возможность образования котловых полостей на уровне подошвы): 1) проходка верхней трещиноватой зоны пневмоударниками с последующим бурением скважины термическим способом; 2) проходка скважин пневмоударниками на всю глубину с последующим применением термобуров для получения заданного профиля скважин.

Экспериментальными исследованиями на карьере «Ровное» подтверждена техническая осуществимость и экономическая эффективность указанных вариантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бубок В. К., Букин И. Ю., Старцев И. М. Термобуримость трещиноватых горных пород. ЦНИИТЭСТРОМ, серия «Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов», 1968, № 3.

2. Букин И. Ю. Вторичное дробление с помощью ручных термобуров. В сб. «Усовершенствование взрывных работ». ЦНИИТЭИ цветной металлургии, 1968.

3. Суворов Б. И. Исследование и совершенствование воздушно-огневого способа бурения скважин в кварцитах Первоуральска с учетом степени их трещиноватости. Автореф. канд. дисс. Свердловск. горн. ин-т, 1967.

4. Федин И. А. Исследование вторичного дробления горных пород воздушно-огнеструйными горелками в условиях Коршуновского и Антоновского рудников. Автореф. канд. дисс. Магнитогорск. горнометаллург. ин-т, 1966.