М.Г.ЕГОРОВ, В.А.АРТЕМОВ, В.А.МИХАЙЛОВ
Санкт-Петербургский горный институт, Россия

ОЦЕНКА УРОВНЯ ШУМОВОГО ЭФФЕКТА КАРЬЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

Интенсивность воздействия ударной воздушной (УВВ) волны на сооружения, расположенные в районе проведения взрывных работ, при проектировании взрывных работ оценивается по величине избыточного давления на фронте волны. В качестве допустимого уровня воздействия обычно принимается избыточное давление на фронте УВВ 700-800 Па, при котором не происходит разрушения остекления зданий. Однако формируемые при взрыве динамические волны с перепадом давления около 1 кПа с низкими (16-60 Гц) и инфранизкими частотами способны вызывать головокружения и головные боли у населения.

Следует отметить, что шумовое воздействие УВВ является одной из форм физического загрязнения окружающей среды, адаптация к которым живых организмов практически невозможна. Поэтому шумовое воздействие взрывов на окружающую среду следует рассматривать как весьма серьезный загрязнитель биосферы.

Существующими нормативными документами шумовое воздействие промышленных взрывов не ограничивается. Данная работа является первой попыткой оценки уровня шумового воздействия при производстве карьерных взрывов.

Рассмотрим ударную воздушную волну, формируемую при производстве массовых взрывов. Для расчета используем разработанную на кафедре РГП СПГГИ (ТУ) программу расчета параметров ударной воздушной волны при производстве промышленных взрывов*. Методикой предусматривается расчет следующих параметров:

- избыточного давления на фронте и формы импульса УВВ при взрыве одиночного заряда;
- взаимодействия волн напряжений от взрыва отдельных зарядов с учетом задержки момента формирования фронта каждой последующей волны;
- расположения каждого заряда на местности;
- возможности догона последующей волной суммарного фронта при распространении в воздухе, сжатом и подогретом предыдущей волной.

При расчете параметров УВВ в качестве исходных для расчета примем стандартные для щебеночных карьеров параметры буровзрывных работ: сетка скважин 7 × 7 м; масса скважинного заряда 425 кг; длина забойки 3,0 м; схема взрывания диагональная с интервалом замедления 23 мс; пять зарядов в ступени, масса заряда ступени 2125 кг; суммарная масса заряда – 32010 кг.

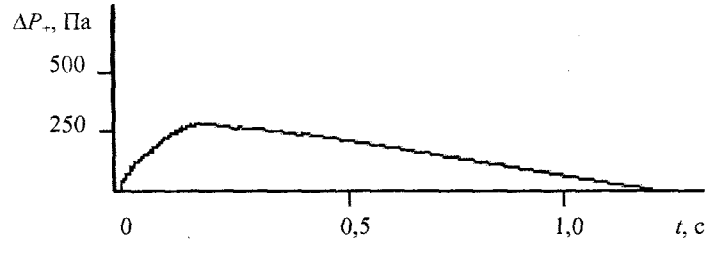


Рис.1. Эпюра избыточного давления на фронте УВВ при проведении массового взрыва

Расчет эпюры избыточного давления, произведенный для точки, удаленной от места проведения взрыва на 1000 м (рис.1), показывает, что при проведении взрыва с указанными параметрами формируется УВВ с величиной избыточного давления на фронте 1,2 кПа и суммарной длительностью 1,2 с

* *Егоров М.Г.* Расчет параметров ударной воздушной волны при короткозамедленном взрывании // Проблемы теории проектирования карьеров: Межвуз. сборник науч. трудов / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1995.

Учитывая то, что уровень физиологического воздействия звука пропорционален логарифму давления, рассчитаем уровень звукового давления в децибелах:

$$L = 20\lg\left(\frac{P}{P_0}\right),$$

где L – уровень звукового давления, дБ; P_0 – пороговое (минимальное) значение звукового давления, воспринимаемое как звук; P – избыточное давление на фронте УВВ.

Учитывая, что восприятие шума зависит не только от уровня звукового давления, но и от частотного (спектрального) состава звуковых колебаний, нормирование воздействия шумов осуществляется в диапазоне звуковых частот от 45 до 11200 Гц, в котором выделены восемь октавных полос (октав), в каждой из которых нижняя частота $f_н$ в два раза меньше верхней. Среднегеометрическая частота, характеризующая октаву, $f_c = \sqrt{f_в - f_н}$.

Допустимые уровни звукового давления (ГОСТ 12.1.003-83) задаются отдельно для различных частот диапазона в октавных полосах:

Средняя частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Допустимая величина звукового давления, Па	99	92	86	83	80	78	75	74

Расчет уровня звукового давления на фронте УВВ предлагается производить следующим образом. Пусть на некотором расстоянии r от источника взрыва избыточное давление на фронте УВВ описывается аналитической функцией вида $P(t) = f(t)dt$. Спектральную плотность избыточного давления на фронте УВВ рассчитаем через интеграл Фурье:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt, \qquad (1)$$

где ω – круговая частота; j – показатель минимальной части комплексной переменной.

Тогда уровень звукового давления в зависимости от частоты можно определить как

$$L(\omega) = 20\lg\left(\frac{S(\omega)}{P_0}\right). \qquad (2)$$

Таким образом, для оценки уровня звукового давления достаточно рассчитать спектральную плотность избыточного давления при воздействии УВВ по формуле (1) и произвести пересчет по формуле (2).

На рис.2 приведены результаты расчета уровня звукового давления на фронте УВВ при проведении массового взрыва на расстоянии 1000 м. Хорошо видно, что на указанных расстояниях наблюдается превышение допустимого уровня воздействия на низких и инфранизких частотах (ниже 16 Гц). На более высоких частотах превышения допустимого уровня не наблюдается. Расчеты уровня звукового давления на фронте УВВ при тех же

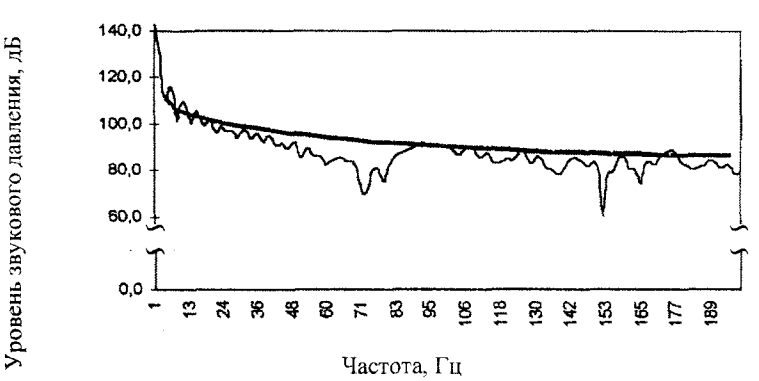


Рис.2. Уровень звукового давления на расстоянии 1000 м при проведении массового взрыва (показан также допустимый уровень)

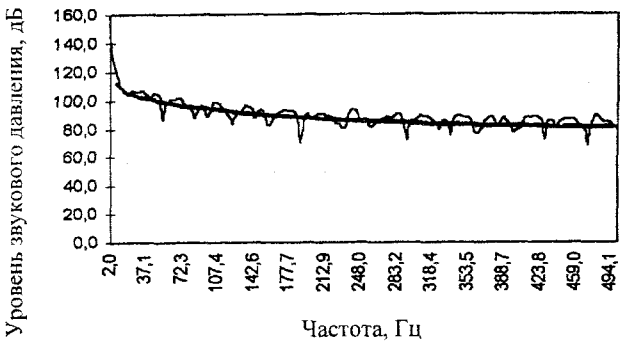


Рис.3. Уровень звукового давления на расстоянии 1200 м при взрыве открытых зарядов (показан также допустимый уровень)

параметрах массового взрыва для расстояний более 1200 м показывают, что он не превышает максимально допустимого.

Современной технологией взрывных работ на щебеночных карьерах предусматривается проведение массовых взрывов с периодичностью один-два взрыва в месяц. Вместе с тем большой объем работ по вторичному дроблению (объем негабаритных блоков на щебеночных карьерах составляет 3-6 % от общей массы взрываемого объема) требует проведения ежедневных работ по дроблению негабарита. На большинстве карьеров эти работы проводятся методом наружных зарядов.

Существующие правила безопасности* рекомендуют расчет безопасных расстояний производить с учетом массы одновременно взрываемого наружного заряда, а в случае короткозамедленного взрывания – вводить в расчет дополнительные поправки в зависимости от интервала замедления. Такой расчет, обеспечивая безопасность остекления зданий, не учитывает, однако, шумового воздействия взрыва.

Расчет шумового воздействия взрывов зарядов дробления негабаритных блоков произведен для условий взрывных работ на карьере ПОГК «Кузнечное» (Ленинградская область). Расчет производился для типичных параметров взрывов для дробления негабарита: пять зарядов массой по 316 кг каждый с интервалом замедления 35 мс. Расстояние от места проведения взрыва до рассчитываемой точки – 1200 м. После расчета параметров УВВ был рассчитан спектр эпюры избыточного давления на фронте (рис.3).

Сравнение расчетных значений звукового давления с допустимыми показывает превышение допустимых значений во всем диапазоне воздействия даже на расстоянии 1200 м. Учитывая, что карьер «Кузнечное» находится на расстоянии от 800 до 1200 м от поселка, его можно рассматривать как источник шумового загрязнения.

Таким образом, формируемые при взрыве наружных зарядов дробления негабаритных блоков воздушные ударные волны вызывают значительно большее шумовое воздействие, чем массовые взрывы скважинных зарядов. Значительное снижение уровня звукового воздействия возможно за счет изменения параметров взрывных работ (массы мгновенно взрываемого заряда, интервалов замедления между группами зарядов, конструкции взрываемого заряда).

Разработанная методика расчета позволяет прогнозировать уровень шумового воздействия массовых взрывов и наружных зарядов при дроблении негабаритных блоков в зависимости от расстояния до места взрыва, массы и конструкции мгновенно взрываемого заряда, интервалов замедления и ориентирования зарядов ВВ.

* Единые правила безопасности при взрывных работах / НПО ОБТ. М., 1993.