

УДК 622.235.435

В.В. Гарнов, Б.Г. Горюнов, А.В. Адушкин

ДИНАМИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ КРЕШЕРНОГО ТИПА

Предложен метод массовых оценок ударной волны с использованием мембранного крешера.

Ключевые слова: сейсмическая аппаратура, крешер, площадь измерения.

Семинар № 3

**V.V. Garnov, B.G. Gorjunov,
A.V. Adushkin
DYNAMIC MEASURING
INSTRUMENT OF THE MAXIMUM
SPEED KRE-SHERNOGO OF TYPE**

The method of mass estimations of a shock wave with use of membranes the крешера is offered.

Key words: seismic apparatus, крешер, the measurement area.

В литературе [1] произведена классификация взрывов, которые по своей природе делятся на: физические, химические, ядерные. Оценка параметров взрыва, например, дается в [2, 3].

При изучении массовых взрывов (техногенных воздействиях) для регистрации скорости движения грунта в зоне упругих деформаций используют сейсмические приборы.

Подготовка и наладка сейсмической аппаратуры – процесс достаточно трудоемкий, поэтому часто число наблюдаемых точек ограничивают. Для сгущения сети, а также в случае, когда сейсмоприемники не могут быть установлены из-за сложности рельефа, применимы другие методы регистрации, которые не требуют сложных систем и длительных подготовительных работ. Одним из таких методов является крешерный метод. Прибором, весьма удобным для качест-

венных и массовых оценок интенсивности ударной волны, является мембранный крешер, нашедший широкое применение в работах Ю.Б. Харитона. Он хорошо описан, например, в [4, 5]. Прибор незаменим в случаях, когда необходимо быстро и с минимальными затратами обеспечить массовые сравнительные испытания различных ВВ или боеприпасов. Предлагаемый крешерный метод основан на регистрации высоты подброса стального крешера, свободно установленного на поверхности грунта. Высота подброса зависит от начальной скорости, вызванной действием сейсмозрывной волны.

Фиксируя энергию удара при падении крешера на плоскую металлическую подложку, можно оценить начальную скорость движения массива. Энергия T удара крешера по подложке зависит от высоты падения H и веса крешера m :

$$T = Hm$$

В результате соударения получается сферический отпечаток, объем которого V зависит от энергии удара и динамической твердости подложки H_f :

$$V = T / H_f$$

Этот объем может быть определен по диаметру отпечатка d и диаметру крешера D :

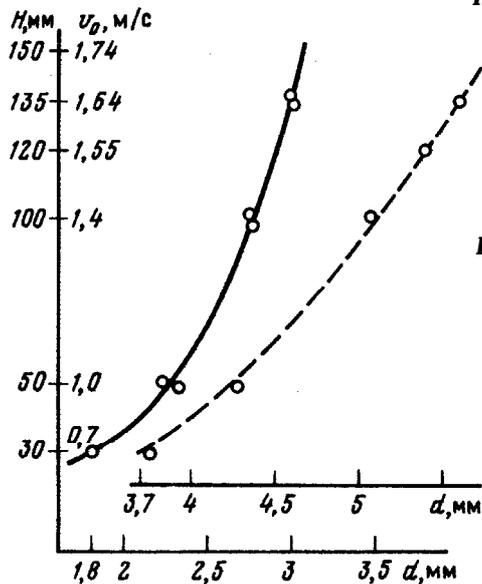
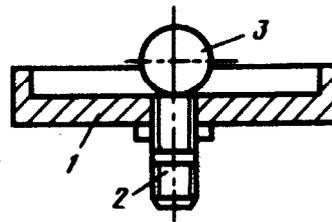


Рис. 1. Тарировочные кривые крешера

Рис. 2. Схема крешерного устройства



$$V = \pi d^4 / (32D)$$

Высоту падения крешера H можно определить следующим образом:

$$H = T / m = V H_f / m = \pi d^4 H_f / (32 D m),$$

где H_f - коэффициент динамической твердости.

Подставляя эту величину в известную формулу, имеем

$$v_0 = v_{\text{кон}} = \sqrt{2gH} = \sqrt{2g \frac{\pi d^4 H_f}{32 D m}},$$

где v_0 и $v_{\text{кон}}$ - соответственно начальная и конечная скорость крешера. Зная коэффициент динамической твердости H_f (находят по справочнику) и, измеряя d и D , можно определить начальную скорость движения.

Точность определения скорости зависит от нескольких факторов. Очевидно, что погрешность расчета в наибольшей степени зависит от ошибки измерения диаметра отпечатка d . Как показывает практика, абсолютная ошибка измерения составляет $\pm 0,1$ мм, что обуславливает относительную погрешность определения скорости в диапазоне от 0,5 до 2 м/с 3 - 10% (в

случае работы с дюралюминиевой подложкой). Серьезные сложности связаны и с неопределенностью коэффициента динамической твердости H_f , так как его значения приводятся не для всех материалов, которые могли бы быть использованы для подложек.

Оценить высоту подъема крешера можно и путем предварительной тарировки по выбранной подложке. В этом случае коэффициент динамической твердости из расчетов исключается. При тарировании получаем зависимость размера отпечатка d от высоты падения H и соответствующей ей начальной скорости подъема v_0 . На рис. 1 представлены графики такой зависимости дюралюминия Д-16 (сплошная линия) и свинца (штриховая линия) при $D = 35$ мм и $m = 170$ г.

Пользуясь графиком, можно по размеру отпечатка d определить начальную скорость движения крешера v_0 . Для разных задач необходимо подобрать наиболее оптимальные значения D , m и материала для подложки, добиваясь получения четкого от-

печатка в диапазоне ожидаемых скоростей. Вектор скорости не бывает направлен точно вертикально, поэтому крешер падает на некотором расстоянии от своего первоначального положения. Это смещение позволяет определить направление вектора скорости и его горизонтальную составляющую.

Как видно из графика, при остаточной деформации массива до 20% высоты подъема крешера погрешность определения скорости не превышает 10%.

Одновременная регистрация начальной скорости сейсмическими приборами и крешерным устройством показала, что расхожимость результатов не превышает 10 – 15%.

Принципиальная схема крешерного устройства показана на рис. 2.

Подложка 1 выполнена в виде диска с бортами. В центре диска вворачивается стальной сердечник 2, на торце которого устанавливается сферический крешер 3. Относительный уровень подложки и торца сердечника может регулироваться при учете возможных остаточных деформаций. Устройство крепится к массиву так же, как и сейсмоприемники. Для повышения чувствительности на подложку можно нанести оптически чувствительный материал и по полученной от удара сферического крешера заранее проградуированной спектрограмме получить более точные данные.

Практическая реализация метода в полевых условиях подтвердила его достаточную надежность и удобство для сгущения точек при площадных измерениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Куззов Б.Н.* Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: издательство МГИ, 1992. – 516 с.
2. *Гельфанд Б.Е., Сильников М.В.* Фугасные эффекты взрывов. – СПб.: ООО <<Издательство "Полигон">>, 2002. – 272 с.
3. *Гельфанд Б.Е., Сильников М.В.* Химические и физические взрывы. Параметры и контроль. – СПб.: ООО <<Издательство "Полигон">>, 2003. – 416 с.

4. *Садовский М.А.* Избранные труды: Геофизика и физика взрыва /М.А. Садовский; Отв. ред. В.В. Адушкин. – М.: Наука, 2004. – 440 с.
5. *Садовский М.А.* Механическое действие воздушных ударных волн взрыва по данным экспериментальных исследований. //В сб. Механическое действие взрыва. М. ИДГ РАН, 1994. С. 7 – 102.

ИДГ

Коротко об авторах

Гарнов В.В., Горюнов Б.Г., Адушкин А.В. – ИГД РАН.

