

Исследование акустических свойств горного массива и бетонной обделки в натуральных условиях

Махмудов Х.Ф. (1), Савельев В.Н. (2)

(1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

(2) ООО «Прадиком», Санкт-Петербург, Россия

e-mail: h.machmoudov@mail.ioffe.ru

Работа посвящена экспериментальному изучению распространения акустического сигнала (АС) в горных породах и бетонном слое с заданными структурными и механическими характеристиками. Измеряется скорость распространения АС по первому вступлению сигнала на приемный пьезодатчик, а также спектр сигнала в широком диапазоне частот. Измеренное значение скорости АС для горной породы и бетонного слоя хорошо согласуются с расчетными на основе известных формул теории упругости (во втором случае с учетом геометрии слоя).

Также методом фотоупругости измерялись напряжения в акустической волне, по которым оценивалась механическая энергия волны. Проведен анализ энергетического баланса в процессе «источник АС» - «передающая среда» - «приемник АС» с применением аппарата спектрального анализа. В лабораторных исследованиях источником излучения волны служило упругое соударение стального шара (источник АС) с поверхностью образца. Для исключения неупругих процессов в момент соударения использовалась металлическая закладка. Определен также спектральный состав энергии волны.

Полученные результаты могут быть использованы в разработке методов определения параметров источника АС (в частности, его энергию и местоположение), а также структуру передающей среды. Тем самым, информативность метода акустоэмиссии будет значительно повышена.

Для корректной интерпретации результатов регистрации сигналов упругих волн из горного массива в системе A-Line DDM необходимо изучение акустических свойств горного массива и бетонной обделки. С этой целью был разработан, изготовлен и калиброван для измерения напряжений упругой волны пленочный пьезоприемник с линейной амплитудно-частотной характеристикой в диапазоне до 20 кГц. Измерения упругих волн проводились путем регистрации отклика бетонной обделки и горного массива на ударное воздействие. Ударное воздействие производилось стальным шаром массой 4.68 кг непосредственно по бетонной обделке, через стальную плиту, прикрепленную к бетонной обделке, а также по закладной, вделанной в бетонную стену.

Проведенные измерения скорости распространения упругой волны от удара шаром в слое бетона дали величину 3920 м/с. Оценка скорости волны в бетоне, произведенная с помощью расчета модуля упругости для плоской волны, составила величину 4343 м/с. Измерения скорости упругих волн в массиве горных пород дали величину 5318 м/с. Было проведено измерение спектрального состава отклика массива горных пород на возбуждение его ударом шара, а также оценена энергии в упругой волне, формируемой ударом шара (0,3 Дж). Спектральная плотность возбуждения массива от удара шаром концентрируется в диапазоне 0,7 - 3,2 кГц.