

622.831

ИМПУЛЬСНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Мальшин Анатолий Александрович, доцент, к. т. н., доцент

Массов Иван Константинович, студент гр. МР-161

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Решить проблемы долговечности горных пород невозможно без совершенствования методов непрерывного контроля за их состоянием. Наиболее перспективным, с точки зрения построения систем непрерывного контроля состояния материала считается метод, основанный на регистрации электромагнитного излучения.

В случае изменяющегося во времени напряжения время до разрушения испытуемого образца ориентировочно можно определить, приняв условия необратимости накопления повреждаемостей Бейли, которое вытекает из факта необратимости процесса разрушения при непрерывном нагружении. Будем предполагать, что при накоплении и быстром распространении микротрещин в процессе разрушения имеет место локальное равновесие малых объемов поверхности разрушения в силу того, что микроскопически малые части системы приходят в равновесное состояние значительно раньше, чем устанавливается равновесие между этими малыми частями [1].

Действие является ударом, если действующие на тело внешние силы значительно изменяют свою величину по некоторым законам в короткие промежутки времени, измеряемые миллисекундами. Возмущения при этом распространяются с конечной скоростью и успевают за рассматриваемый промежуток времени несколько раз пройти все тело, в результате чего оно оказывается в напряженно-деформированном состоянии, напряжения и деформации стабилизируются, частицы тела находятся в колебательном движении. Существует нагружение, называемое импульсивным, при котором действующие на тело внешние факторы характеризуются внезапностью приложения и кратковременностью действия, измеряемого микросекундами, причем интенсивность их достаточно велика для того, чтобы произвести разрушение и большие необратимые изменения в теле, на которое они действуют. Импульсивное нагружение имеет место при взрыве и ударе.

Измерение импульсов электромагнитного излучения проводилось на лабораторной установке, блок схема которой приведена на рис. 1 [2].

Импульсное воздействие получалось при падении стального шара – 2 (масса 65 г), на образец – 1. Импульсы электромагнитного излучения в радиодиапазоне измерялись с помощью антенны – 3, самостоятельно разработанного предварительного высокочастотного усилителя – 4 при этом проводилась оцифровка сигнала с помощью аналогово-цифрового преобразователя Е2-10 –

5 с передачей данных в компьютер (осциллограф АСК-20) – 6 и записи параметров электромагнитного излучения в электронных таблицах Excel.

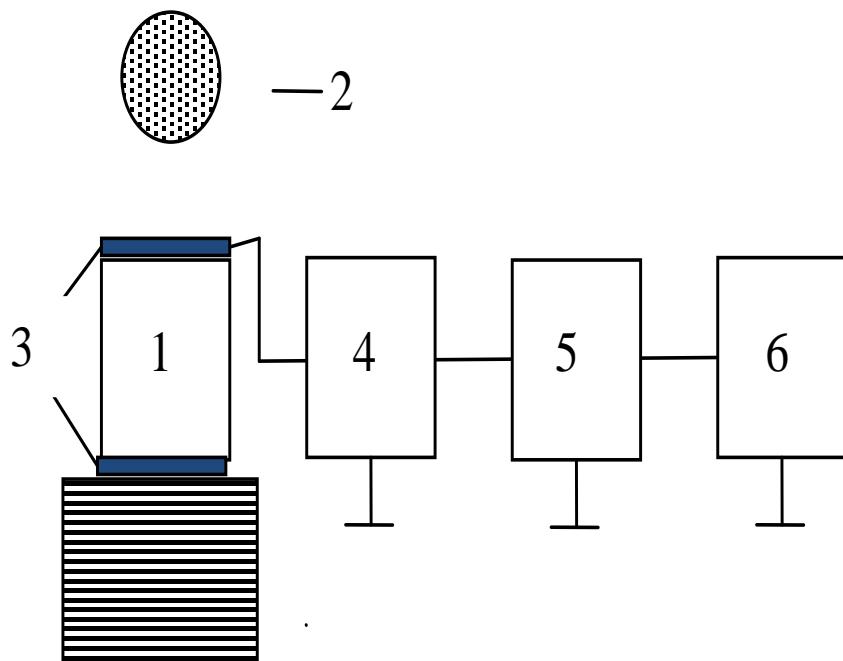


Рис. 1. Блок-схема установки: 1 - образец; 2 – шарик падающий; 3 - антенны; 4 - усилитель; 5 - АЦП; 6 - компьютер

Энергия удара, определялась из выражения:

$$A = m \cdot g \cdot h,$$

где m - масса шара, кг; h - высота подъёма центра масс шара, м; g – ускорение свободного падения.

Образцы, взятые для испытаний, имели цилиндрическую форму диаметром 40 мм и толщиной от 10 до 40 мм. От каждой группы пород испытывались 3 образца. На рис. 2, 3 показаны формы импульсов электромагнитного излучения для образцов известняка и кварцевого диорита толщиной $l = 20$ мм, на которые падает груз с высоты $h = 50$ см.

Для исследования брались горные породы кварцевый диорит и известняк Таштагольского рудника. На рис. 2, 3 показаны формы импульсов электромагнитного излучения для образцов известняка и кварцевого диорита толщиной $l = 20$ мм, на которые падает груз с высоты $h = 50$ см, которые получались на экране осциллографа.

На рис.4,5 представлены импульсы которые получены из данных, которые были записаны в таблицах Excel.

При увеличении прочности образца увеличивается амплитуда импульсов ЭМИ, время нарастания импульса уменьшается, число же импульсов изменяется более сложным образом [3].

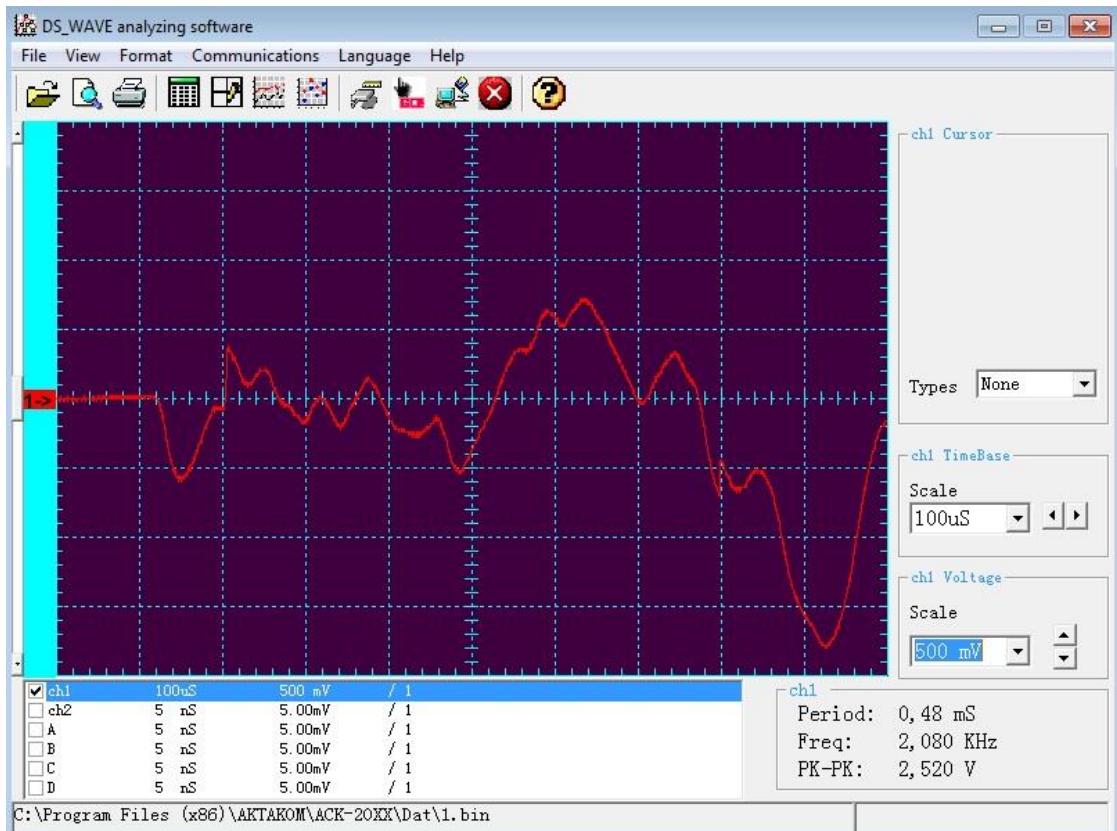
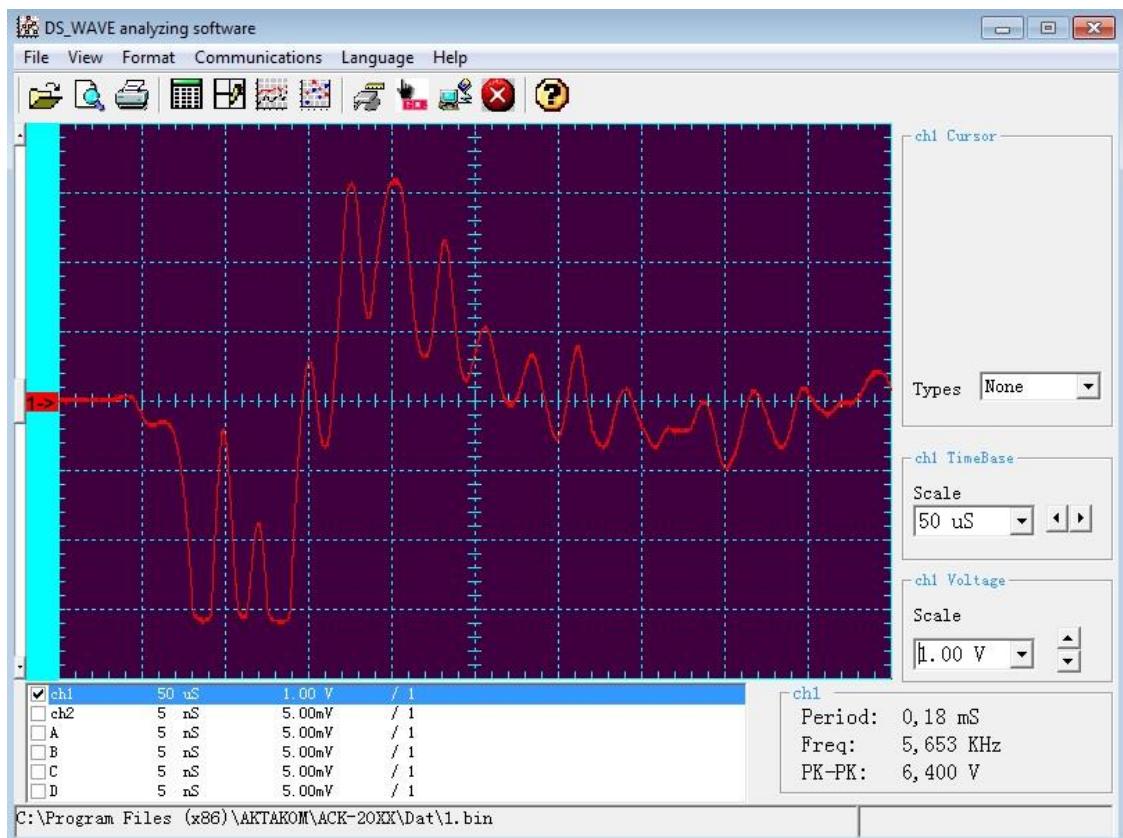


Рис. 2. Электромагнитное излучение для образца известняка

Рис. 3. Электромагнитное излучение для образца кварцевого диорита

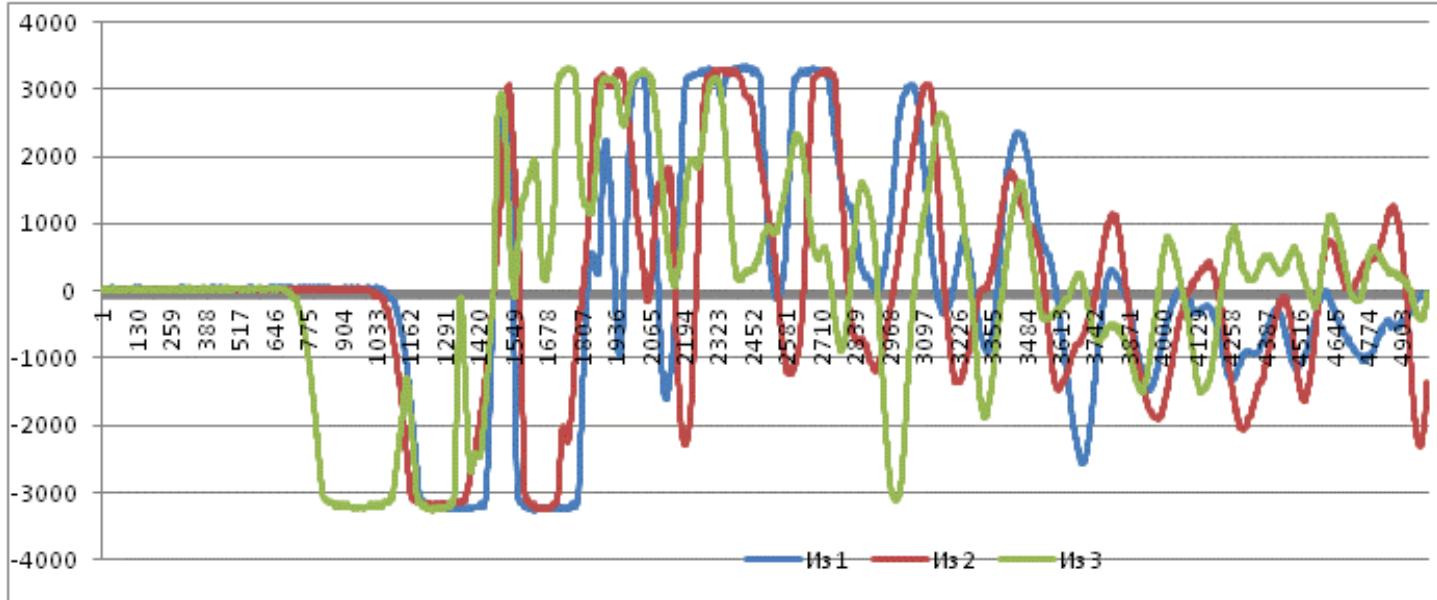
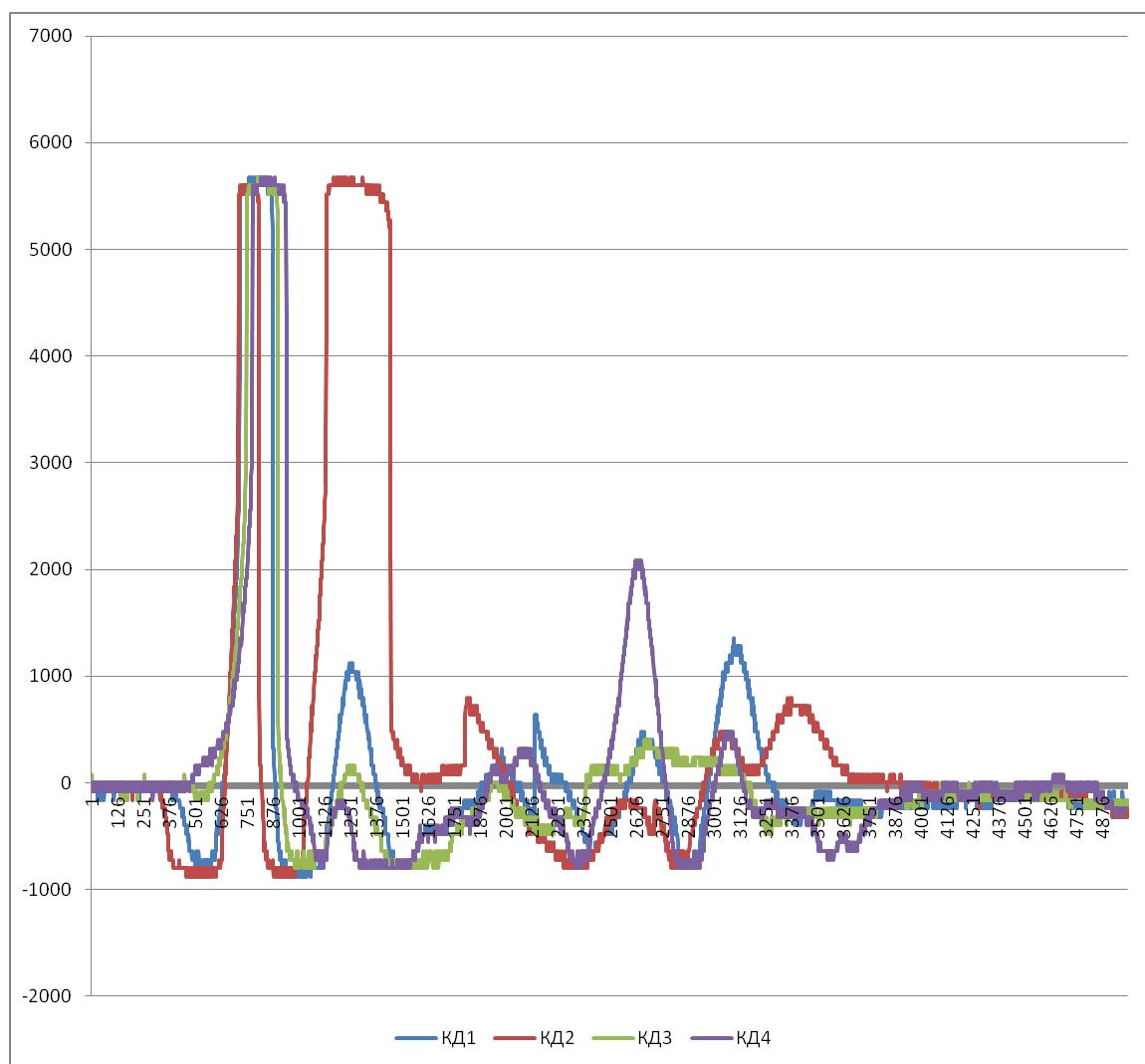


Рис. 4. Электромагнитное излучение для образца кварцевого диорита



РРис. 5. Электромагнитное излучение для образца кварцевого диорита

Явление возникновения сигналов электромагнитного излучения в основном связано с эффектом ударной поляризации. Под сейсмоэлектрическими эффектами понимаются явления возникновения в твёрдых телах электрических потенциалов и изменение электрического тока, проходящего через тело, под действием упругих колебаний.

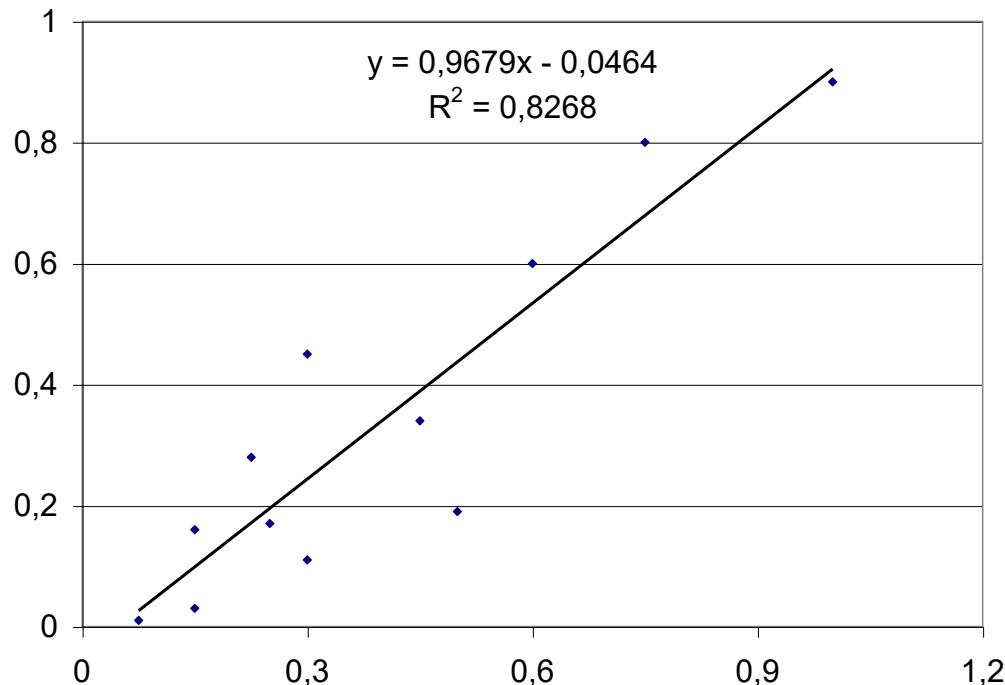


Рис. 6. Зависимость выделения энергии импульсов от энергии удара

Для образца кварцевого диорита было изучено влияние энергии удара на энергию выделения импульсного излучения. График приведён на рис. 6. Экспериментальные результаты аппроксимируются линейной зависимостью с коэффициентом корреляции 0,83. Эксперименты по регистрации сигналов ЭМИ при ударном воздействии позволили выявить их параметры (число импульсов, длительность, амплитуду). По параметрам импульсного электромагнитного излучения можно определить тип твёрдого тела. Установлена линейная связь между энергией удара и энергией электромагнитного излучения.

Список литературы

1. Kazunina, G. A. and A. A. Mal'shin, 2008. Study of the kinetics of damage accumulation in loaded materials based on impulse electromagnetic and photon emission Russian Physics Journal, Springer New York, .52 (6): 598-601.
2. Алексеев, Д.В., П.В. Егоров, В.В. Иванов, А.А. Мальшин and А.Г. Пимонов, 1993. Херстовская статистика временной зависимости электромагнитной эмиссии при нагружении горных пород. Физико-техн. пробл. разработки полез. ископаемых, 5: 45-49.
3. В.В. Дырдин, А.А. Мальшин, Т.И. Янина 2010. О характеристиках электромагнитного излучения при деформировании и разрушении твёрдых тел. Вестник КузГТУ. – 2010. – № 1. – С. 22–24.