

УДК 621.926

Магистрант Е.О. Ильяшенко

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. П.Е. Вайтехович

(кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств, БГТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ РАЗРУШАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ранее была изучена механика и установлены основные режимы движения мелющих тел в помольном барабане планетарной мельницы горизонтального типа. В пределах каждого сегмента были выделены зоны безотрывного движения, скольжения и отрыва, каждая из которых характеризуется преимущественным способом разрушающего воздействия на материал: раздавливанием, истиранием и ударом.

Влияние каждого из указанных способов воздействия на эффективность измельчения оценивалось только косвенно, без учета разрушающих напряжений в материале.

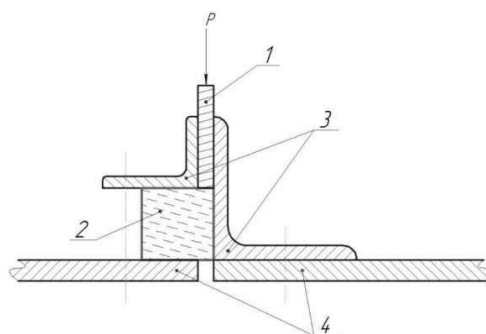
Целью данной работы является оценка прочностных характеристик материалов при различных способах разрушающего воздействия: сжатие, удар, истирание.

Для определения предела прочности при сжатии образцы материала подвергают действию сжимающих внешних сил и доводят до разрушения. Форма и размеры образцов различных строительных материалов должны соответствовать требованиям на данный вид материала. Испытуемые образцы должны быть правильной геометрической формы в виде куба, цилиндра или параллелепипеда. Образцы природных каменных материалов, имеющих форму куба, могут быть приняты с ребром 50, 70, 100, 150 и 200 мм. Образцы из плотных материалов можно принять меньшего размера, а из пористых материалов - большего.

Предварительно высушенные перед испытанием образцы измеряют с точностью до 1 мм. По результатам измерений вычисляют площадь сечения образца, перпендикулярную к направлению разрушающего усилия. Для испытаний образец устанавливают на нижнюю опорную плиту пресса точно по ее центру. Для каждого материала проводят испытание не менее чем на трех образцах.

Опыты проводили на трех материалах: бетон, гранит и гипс. Для проведения измерений был использован пресс ИП-1000.

Испытание образцов на срез является аналогичным испытанию на сжатие с применением специальной оснастки (рис. 1).



1 – нож; 2 – испытуемый образец; 3 – монтажные уголки;
4 – опорные плиты

Рисунок 1 – Спецоснастка для проведения испытаний на срез

Образец устанавливался в оснастку и зажимался болтами, после чего оснастка с образцом устанавливалась в пресс ИП-1000. Верхняя плита прессы воздействовала на нож, который, в свою очередь, срезал испытуемый образец. Показания снимались с электронного индикатора.

Ударные испытания проводятся для исследования поведения материала при высокоскоростном нагружении.

Суть испытания сводится к определению высоты падения груза (копира), разрушающего неподвижно установленный образец. Принципиальная схема установки представлена на рис. 2.

Произведем расчет ударного напряжения в материале исходя из формулы (1):

$$m \cdot v = F \cdot \tau, \quad (1)$$

где m – масса копира, кг; v – скорость падения копира, м/с; F – сила удара, Н; τ – время удара, с.

Найдем скорость падения ударного элемента по формуле 2:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения; h – высота падения копира.

Время удара определим по формуле (3):

$$\tau = \frac{2 \cdot a}{c}, \quad (3)$$

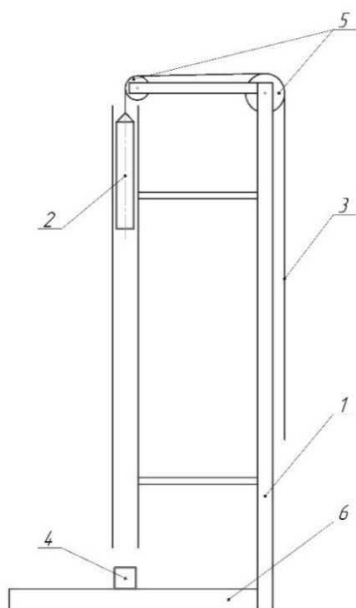
где a – размер материала (толщина), м; c – скорость звука в гипсе, м/с.

Далее по формуле (4) найдем силу удара:

$$F = \frac{m \cdot v}{\tau}, \quad (4)$$

По формуле (5) находим ударное напряжение в материале:

$$\sigma = \frac{F}{a^2}, \quad (5)$$



1 – штатив; 2 – копир; 3 – нить; 4 – испытуемый образец; 5 – система блоков; 6 – горизонтальная плита основания

Рисунок 2 – Принципиальная схема ударной установки

Для проверки адекватности выбранных моделей исследуемых образцов, полученные экспериментальные данные обрабатывают с использованием статистических методов и определяют следующие характеристики по формулам (6-10): среднеквадратичное отклонение (дисперсия) при малой выборке; выборочная дисперсия; коэффициент вариации; среднеарифметическая ошибка.

$$\bar{Y} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Y_i, \quad (6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{k-1}}, \quad (7)$$

$$S = \sigma^2, \quad (8)$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{Y}}, \quad (9)$$

$$m = \mp \frac{\sigma}{\sqrt{k-1}} \quad (10)$$

Результаты статистической обработки полученных значений приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Полученные значения $\sigma_{сж}$.

Материал	Напряжения сжатия $\sigma_{сж}$ (МПа)
Гипс	24,81
Гранит	257,87
Бетон	53,66

Таблица 2 – Полученные значения $\tau_{ср}$.

Материал	Напряжение среза $\tau_{ср}$ (МПа)
Гипс	20,05
Гранит	191,91
Бетон	32,73

Таблица 3 – Полученные значения $\sigma_{уд}$.

Материал	Напряжение удара $\sigma_{уд}$ (МПа)
Гипс	30,9
Гранит	321,2
Бетон	66,84

В ходе проведения эксперимента были получены прочностные характеристики для гипса, бетона и гранита. Проводились испытания образцов на сжатие, срез и удар. В дальнейшем с учетом полученных значений будет произведен расчет напряжений, возникающих в материале при измельчении в планетарной мельнице.

ЛИТЕРАТУРА

1. Избранные нелинейные задачи механики разрушения / Левин В. А., Морозов Е. М. – М.: Физматлит, 2004. – 408с.
2. Физика твердого тела / Винтайкин Б.Е. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 360 с.