УДК 678.557:539.3

Н.И. Огурцов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИТА

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск

В работе выполнены исследования по определению коэффициента восстановления гранита.

Кинетическая энергия измельчаемых в мельницах ударного действия частиц гранита при ударе о неподвижные элементы расходуется на измельчение и, частично, на внутренние процессы. Энергия, расходуемая на измельчение частиц, характеризуется коэффициентом восстановления гранита, сведения о котором в литературе отсутствуют.

Коэффициент восстановления K можно определить следующим способом:

$$K = \frac{U}{V}, \qquad (1)$$

где U и V – скорости движения частиц после удара о неподвижные элементы мельницы и до удара соответственно, м/с.

В процессе удара частица и неподвижные элементы мельницы испытывают в зоне контакта напряжения сжатия. Поэтому частицы гранита уже не будут иметь первоначальную форму, а плоскость будет иметь отклонение от прямой линии. Каждое из тел будет стремиться восстановить свою первоначальную форму, поэтому они будут отталкиваться друг от друга.

Процессы, которые происходят во время удара, можно разделить на две части: процесс сжатия и процесс восстановления.

На протяжении первой части расстояние между центрами тяжести частиц гранита и плоскости неподвижного элемента мельницы уменьшается, на протяжении второй увеличивается. Второй период заканчивается, когда частица отделяется от плоскости.

Изменением размеров формы частицы и плоскости, их структуры после удара, положения центров тяжести и моментов инерции, ввиду их малости, учитывать не будем. Допустим, что в момент максимального сжатия центры тяжести частицы гранита и плоскости движутся с равными скоростями. Скорость частиц примем такой, чтобы в процессе удара изменения формы были в пределах упругих деформаций.

Кинетическая энергия и работа частицы в периоды сжатия и восстановления соответственно:

$$\frac{m \cdot V^2}{2} = m \cdot g \cdot H; \qquad (2)$$

$$\frac{m \cdot U^2}{2} = m \cdot g \cdot h, \qquad (3)$$

где m – масса частицы, кг; V – скорость падения частиц гранита, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с^2; H – высота падения шарика, м; U – скорость подъема частиц гранита, м/с; h – высота подъёма шарика, м.

Разделив зависимость (3) на зависимость (2), получим:

$$\frac{U^2}{V^2} = \frac{h}{H}., \qquad (4)$$

Подставив в зависимость (4) значение выражения (1), получим:

$$\frac{U^2}{V^2} = \frac{K^2}{V^2} \cdot V^2 = \frac{h}{H},$$

откуда:

$$K = \sqrt{\frac{h}{H}}. \qquad (5)$$

Коэффициент восстановления гранита определяли на приборе, схема которого приведена в работе [1].

Шарик диаметром 0,0055 м из подшипниковой стали падал с высоты 0,3 м на пластину из гранита.

Результаты экспериментальных данных и статистической обработки гранита приведены в таблице.

Определяем среднюю высоту подъёма шарика после удара о пластину гранита:

Результаты экспериментальных данных и статистической обработки гранита

Замер n=10	Высота подъема шарика, h_i, м	$h_i - \bar{h}_i$	$\left(h_i - \bar{h}_i\right)^2 \cdot 10^{-6}$ м^2
i1	0,240	–0,006	36
i2	0,250	0,004	16
i3	0,230	–0,016	256
i4	0,260	0,014	196
i5	0,250	0,004	16
i6	0,245	–0,001	1
i7	0,255	0.009	81
i8	0,235	–0,011	121
i9	0,255	0,009	81
i10	0,240	–0,006	36
	$\sum_{i=1}^{n} h_i = 2,460$ м		$\sum_{i=1}^{10}\left(h_i - \bar{h}_i\right)^2 = 840 \cdot 10^{-6}$м^2

$$\bar{h}_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{n}, \qquad (6)$$

откуда: $\bar{h}_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} h_i}{10} = \frac{2,460}{10} = 0,246$ м.

Дисперсия подъёма шарика:

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n}\left(h_i - \bar{h}_i\right)^2. \qquad (7)$$

Значения дисперсии подъёма шарика:

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n}\left(h_i - \bar{h}_i\right)^2 = \frac{1}{9} \cdot 840 \cdot 10^{-6} = 93,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

где $(n-1)$ – число степеней свободы.

Среднеквадратическое отклонение высоты подъёма шарика

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n}\left(h_i - \bar{h}_i\right)^2}. \qquad (8)$$

Численные значения среднеквадратического отклонения высоты подъёма шарика

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n}\left(h_i - \bar{h}_i\right)^2} = \sqrt{93,3 \cdot 10^{-6}} = 9,66 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Расчет интервальных оценок для математического ожидания и дисперсии высоты подъёма шарика проводим по зависимости:

$$\bar{h}_i - t_v \cdot \frac{S_x}{\sqrt{n}} \le m_x \le \bar{h}_i + t_v \cdot \frac{S_x}{\sqrt{n}}, \qquad (9)$$

где t_v=2,26 – значение критерия Стьюдента по табл..2 [2] для числа степеней свободы f=(n–1)= =9 и уровня значимости q=0,05.

Подставив численные значения в зависимость (9), получим:

$$0,246 - \frac{2,26 \cdot 9,66 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{10}} \le m_x \le 0,246 + \frac{2,26 \cdot 9,66 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{10}},$$

откуда:

$$0,2391 \le m_x \le 0,2529.$$

Таким образом, высота подъёма шарика после удара об образец гранита лежит в интервале от h_1=0,2391 до h_2=0,2529 м.

Подставив полученные значения высоты подъёма шарика в зависимость (5), получим:

$$K_1 = \sqrt{\frac{h_1}{H}} = \sqrt{\frac{0,2391}{0,3}} = 0,893,$$

$$K_2 = \sqrt{\frac{h_2}{H}} = \sqrt{\frac{0,2529}{0,3}} = 0,918.$$

Следовательно, с достоверностью 95% можно утверждать, что коэффициент восстанавления гранита лежит в интервале от 0,893 до 0,918.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Огурцов Н И, Довгопол Н.В., Флюнт Д.М.* Определение коэффициента восстанавливаемости лигнина // Хим. машиностроение. – 1947. – Вып.47. – С.14-19

2. *Брановицкая С.В., Медведев Р.В., Фиалкова Ю.Я.* Вычислительная математика в химии и химической технологии. – К.: Выс. шк. – 1986. – 216 с.

Поступила в редакцию 22.02.2012