

УДК 678.557:539.3

Н. И. ОГУРЦОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФТОРОПЛАСТА

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

В работе выполнены исследования по определению коэффициента восстановления фторопласта.

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

Коэффициент восстановления K можно определить следующим способом:

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

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 фторопласта 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 фторопласта 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 фторопласта 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:

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

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

где m — масса частицы, кг; V — скорость падения частиц фторопласта, м/с; g — ускорение свободного падения, м/с²; H — высота падения шарика, м; U — скорость подъема частиц фторопласта, м/с; h — высота подъема шарика, м.

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

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

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:

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

Коэффициент восстановления фторопласта 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 фторопласта.

Результаты экспериментальных данных и статистической обработки фторопласта приведены в таблице.

Замер n=10	Высота подъема шарика, h_i , м	$h_i - \bar{h}_i$	$(h_i - \bar{h}_i)^2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$
i1	0,094	-0,0008	64
i2	0,096	0,0012	144
i3	0,095	0,0002	4
i4	0,096	0,0012	144
i5	0,094	-0,0008	64
i6	0,096	0,0012	144
i7	0,094	-0,0008	64
i8	0,093	-0,0018	324
i9	0,094	-0,0008	64
i10	0,096	0,0012	144
	$\sum_{i=1}^n h_i = 0,948 \text{ м}$	$\sum_{i=1}^{10} (h_i - \bar{h}_i)^2 = 1160 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$	

Определяем среднюю высоту подъема шарика после удара о пластину фторопласта:

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

откуда: $\bar{h}_i = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} h_i}{10} = \frac{0,948}{10} = 0,0948 \text{ м}.$

Дисперсия подъема шарика:

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

Значения дисперсии подъема шарика:

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i)^2 = \frac{1}{9} \cdot 1160 \cdot 10^{-8} = 129 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2,$$

где $(n-1)$ – число степеней свободы.

Среднеквадратическое отклонение высоты подъема шарика

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

Численные значения среднеквадратического отклонения высоты подъема шарика

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i)^2} = \sqrt{129 \cdot 10^{-8}} = 11,36 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

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

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

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

Подставив численные значения в зависимость (9), получим:

$$0,0948 - \frac{2,26 \cdot 11,36 \cdot 10^{-4}}{\sqrt{10}} \leq m_x \leq 0,0948 + \frac{2,26 \cdot 11,36 \cdot 10^{-4}}{\sqrt{10}},$$

откуда:

$$0,093988 \leq m_x \leq 0,0956.$$

Таким образом, высота подъема шарика после удара об образец фторопласта лежит в интервале от $h_1=0,093988$ до $h_2=0,0956$ м.

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

$$K_1 = \sqrt{\frac{h_1}{H}} = \sqrt{\frac{0,093988}{0,3}} = 0,559,$$

$$K_2 = \sqrt{\frac{h_2}{H}} = \sqrt{\frac{0,0956}{0,3}} = 0,5645.$$

Следовательно, с достоверностью 95% можно утверждать, что коэффициент восстановления фторопласта лежит в интервале от 0,559 до 0,5645.

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