

УДК 677. 21.051.152

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ХЛОПКА-СЫРЦА
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МОДУЛЮ
ОЧИСТИТЕЛЯ КРУПНОГО СОРА**

Р.Х. РАСУЛОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, А.Е. ЛУГАЧЕВ

**(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Костромской государственный технологический университет)**

Изучению ударного взаимодействия частиц хлопка-сырца с рабочими органами хлопкоочистительных машин, в результате которого волокнистый материал очищается от сорных примесей посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ.

Наиболее значимо эти процессы проявляются в модуле очистки хлопка-сырца от крупных сорных примесей, где очистка осуществляется за счет ударных процессов частиц хлопка, закрепленных на гарнитуре вращающегося барабана, с колосниками, установленными с зазором к барабану.

Рядом авторов (Будин Е.Ф., Бурнашев Р.З., Сучков В.М. и другие) разработаны теоретические модели процесса очистки в модуле очистителя, которые в достаточной степени отражают существо процесса, однако, как правило, они ограничены вводом уточняющих коэффициентов априорного характера (из-за недостаточности информации), учитывающих физико-механические свойства хлопка, что не позволяет объективно оценить достоверность полученных результатов.

Вследствие этого возникла необходимость в экспериментальном изучении ко-

эффициентов демпфирования и жесткостных характеристик связей частицы хлопка с сорными примесями, поскольку из-за отсутствия численного значения этих параметров многие теоретические исследования не были доведены до практического применения.

Сложность определения коэффициента демпфирования заключается в том, что классический метод, основанный на логарифмическом вычислении декремента затухания, заключающийся в измерении величин двух соседних амплитуд и нахождении их отношения, для хлопка не пригоден, так как колебания сорной частицы, связанной с хлопком-сырцом, носит аperiодический характер.

С целью определения коэффициента демпфирования рассмотрим одномассовую систему с демпфированием [1].

Уравнение движения массы имеет вид

$$m\ddot{x} + C\dot{x} + kx = 0. \quad (1)$$

Разделив выражение (1) на m и введя обозначения

$$p^2 = \frac{k}{m}, \quad 2n = \frac{C}{m},$$

получим

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + p^2x = 0. \quad (2)$$

Для искомого решения выберем следующие замены:

$$x = Ce^{\pi t} \quad (3)$$

и, подставив (3) в (2), получим характеристическое уравнение

$$r^2 + 2nr + p^2 = 0. \quad (4)$$

Решив (4), запишем

$$r_{1,2} = -n \pm \sqrt{n^2 - p^2}. \quad (5)$$

Как показали эксперименты, демпфирование связей хлопка-сырца с сором велико, и движение носит аperiодический характер:

$$n > p. \quad (6)$$

Тогда уравнение (4) имеет два действительных корня. Подставив значения корней в (3), получим решение уравнения (2):

$$x = C_1 e_1^{\pi t} + C_2 e_2^{\pi t}. \quad (7)$$

Для определения постоянных коэффициентов C_1 и C_2 воспользуемся начальными условиями при $t = 0$, $x = 0$, $\dot{x} = 0$.

В этом случае

$$C_1 = \frac{r_2 x_0}{r_1 - r_2}, \quad C_2 = \frac{r_1 x_0}{r_1 - r_2}. \quad (8)$$

Поставив (8) в (7), будем иметь следующее решение:

$$x = -\frac{r_2 x_0}{r_1 - r_2} e^{\pi t} + \frac{r_1 x_0}{r_1 - r_2} e^{r_2 t}. \quad (9)$$

Далее с помощью экспериментов определим значения t_1 , t_2 , x_1 , x_2 и, поставив эти значения в (9), получим систему уравнений

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= -\frac{r_2 x_0}{r_1 - r_2} e^{\pi t_1} + \frac{r_1 x_0}{r_1 - r_2} e^{r_2 t_1}, \\ x_2 &= -\frac{r_2 x_0}{r_1 - r_2} e^{\pi t_2} + \frac{r_1 x_0}{r_1 - r_2} e^{r_2 t_2}. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Решая (10) относительно r_1 и r_2 , найдем значения этих величин и, подставив их в (5), определим n и p .

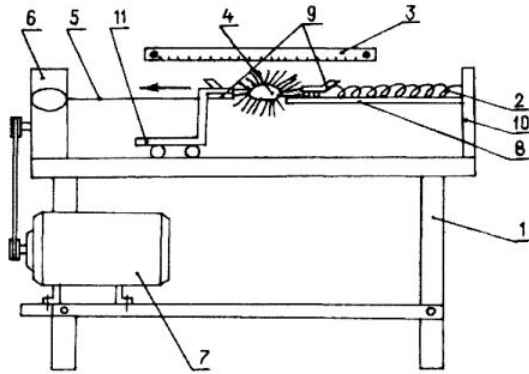


Рис. 1

Эксперимент проводили на специальном стенде (рис. 1). К датчику 2 жестко крепилась частица хлопка 3. Масса 4 натягивалась шелковой нитью 6 книзу и зада-

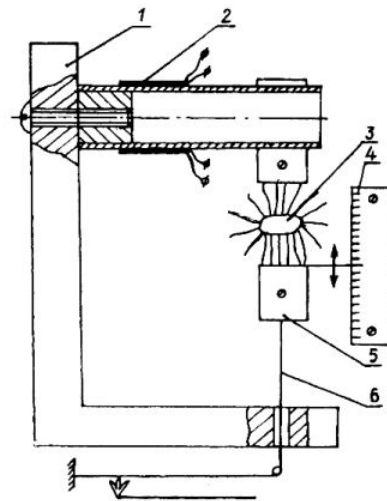


Рис. 2

валаь величина x . Затем шелковая нить прожигалась, а колебания записывались на осциллографе К-007 (рис. 2). Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

№	Показатели	Порядок опытов				
		1	2	3	4	5
1	$x_1, \text{м}$	0,0025	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
2	$t_1, \text{м}$	0,0230	0,0575	0,0270	0,0180	0,0230
3	$x_2, \text{м}$	0,0015	0,0005	0,0005	0,0005	0,0015
4	$t_2, \text{с}$	0,0805	0,1342	0,1443	0,1178	0,0691
5	$r_1, 1/\text{с}$	-13,37	-15,74	-12,60	-16,22	-17,33
6	$r_2, 1/\text{с}$	-42,06	-22,69	-57,17	-62,52	-37,60
7	$n, 1/\text{с}$	27,72	19,21	34,88	39,37	27,47
8	$p, 1/\text{с}$	23,27	17,91	26,83	31,84	25,56

Как видно из табл. 1, время, необходимое для прохождения центра тяжести массы из положения x в положение x_1 , изменяется в пределах 0,018...0,0575 с, а для положения x 0,0691...0,1443 с.

Коэффициент демпфирования связи между сором и летучкой меняется в пределах 19...40 с^{-1} , а среднее значение составляет 29,7 с^{-1} . Частота колебаний сорной частицы изменяется в пределах 17,91...31,84 с^{-1} , а среднее значение частоты 25,08 с^{-1} .

Сравнить полученные результаты с результатами, определенными классическими методами, не представляется возможным, поскольку классический метод, основанный на измерении двух соседних амплитуд и нахождении их соотношения, да-

ет высокое значение демпфирования.

Методика проведения эксперимента на стенде состояла в следующем: частицы хлопка-сырца закреплялись на одном из зажимов, а частица сора – на другом. Электродвигатель через редуктор приводит в движение тележку. При этом между летучкой и сорной частицей возникает растяжение, которое определяется как разность показаний двух линеек (рис. 2).

Значение растяжения и соответствующая ему сила фиксировались прибором через определенные промежутки времени.

Для экспериментов использовали хлопок-сырец Наманган 77 1 класса, II сорта машинного сбора при влажности 8,3% при 40 повторностях. Полученные результаты усреднялись, затем определялся коэффи-

циент жесткости связки между крупной сорной частицей и частицей хлопка-сырца.

Достоверность результатов составила более 95 %.

Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2

№	Удлинение $\times 10^{-3}$, м			Сила $p \cdot 10^{-2}$, Н			Коэффициент жесткости, Н/м
	среднее арифметическое	дисперсия	среднее квадратичное отклонение	среднее арифметическое	дисперсия	среднее квадратичное отклонение	
1	2,3	1,5	1,2	4,6	4,4	2,1	20
2	4,6	3,2	1,8	9,8	19,4	4,4	21
3	6,5	4,9	2,2	15,4	38,4	6,2	23
4	9,0	8,9	3,0	20,4	70,2	8,4	22
5	12,7	107,1	10,3	25,4	59,5	7,7	20

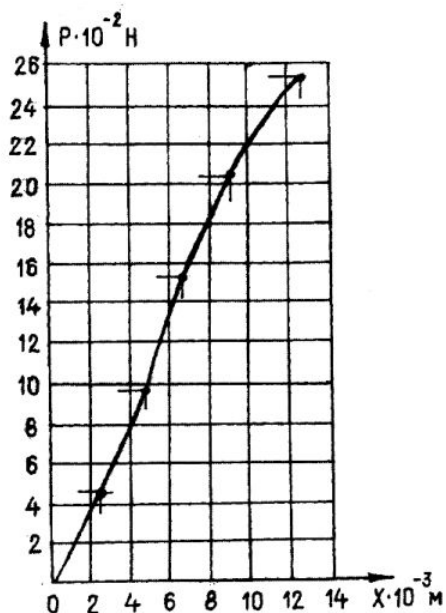


График зависимости $P = f(x)$ представлен на рис. 3.

ВЫВОДЫ

Полученные экспериментальным путем зависимости позволяют определять физико-механические свойства хлопка-сырца, а также дают возможность с высокой степенью достоверности проводить численные расчеты моделей для процессов очистки хлопка-сырца от сорных примесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошенко С.П. и др. Колебания в инженерном деле. – М., 1985. С. 472.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования ТИТЛП. Поступила 30.09.03.

Рис. 3