

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ТКАНИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЕ СТРОЕНИЯ

В.И. СПОРЫХИНА, А.В. КУРДЕНКОВА, Ю.С. ШУСТОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

В процессе эксплуатации изделия, предназначенные для изготовления рабочей одежды, подвергаются различного рода загрязнениям, для удаления которых используется процесс стирок. В результате этого процесса изменяются структурные характеристики тканей, оказывающие существенное влияние на свойства готовой продукции.

Функциональную зависимость между воздухопроницаемостью и основными характеристиками ткани можно представить в виде [1]:

$$B = f(P_o, P_y, d_o, d_y, N) = f(P_c, N), \quad (1)$$

где $P_c = P_o d_o \cdot P_y d_y$ – параметр строения; P_o, P_y – плотность по основе и утку соответственно, нитей/см; d_o, d_y – диаметры нитей основы и утка, мм; N – количество стирок.

Нами исследовалась хлопчатобумажная ткань "Диагональ" арт. 3080–110, выработанная саржевым переплетением 2/2.

Испытания проводились в соответствии с ГОСТом 12088–77 [2] на приборе ВПТМ-2 (Россия) при перепаде давлений $\Delta P = 50$ Па.

Между воздухопроницаемостью B ($\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) и скоростью V (м/с) потока воздуха, проходящего через текстильное полотно, существует прямая зависимость [2]:

$$B = V \cdot 10^3. \quad (2)$$

Характеристики строения и воздухопроницаемость образцов после действия многократных стирок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Номер стирки (x)	T _о , текс	d _о , мм	Π _о , число нитей на 10см	T _у , текс	d _у , мм	Π _у , число нитей на 10см	Π _с (y)	B, $\frac{\text{дм}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$	V, м/с (z)
0	52	0,288	298	50	0,282	110	0,266	1010	1,010
1	55	0,296	330	54	0,293	140	0,401	431	0,431
2	55	0,296	332	54	0,293	142	0,409	373	0,373
3	55	0,296	335	54	0,293	142	0,413	348	0,348
4	56	0,299	335	54	0,293	145	0,426	331	0,331
5	56	0,299	337	55	0,296	145	0,432	327	0,327
6	56	0,299	337	55	0,296	150	0,447	309	0,309

В связи с тем, что на скорость прохождения воздуха через ткань оказывают влияние два фактора, функциональная зависимость будет иметь две переменные:

$$\begin{aligned} f(V) &= f(\Pi_c, N), \\ f(z) &= f(x, y). \end{aligned}$$

С целью нахождения функциональной зависимости используем постулаты сплайн-метода для представления скорости прохождения воздуха через ткань от параметров строения и количества стирок в виде совокупности плоскостей. Общее

уравнение плоскости имеет следующий вид [1]:

$$\frac{A}{D}x + \frac{B}{D}y + \frac{C}{D}z + 1 = 0. \quad (3)$$

При расчете коэффициентов уравнения A/D, B/D и C/D результаты испытаний группируются по три точки таким образом, чтобы последняя точка группы являлась первой точкой следующей группы.

Далее для каждой группы точек составляем систему из трех уравнений.

$$\text{Первая:} \quad \begin{cases} 0 \frac{A_1}{D_1} + 0,266 \frac{B_1}{D_1} + 1,010 \frac{C_1}{D_1} + 1 = 0, \\ 1 \frac{A_1}{D_1} + 0,401 \frac{B_1}{D_1} + 0,431 \frac{C_1}{D_1} + 1 = 0, \\ 2 \frac{A_1}{D_1} + 0,409 \frac{B_1}{D_1} + 0,373 \frac{C_1}{D_1} + 1 = 0. \end{cases}$$

$$\text{Вторая:} \quad \begin{cases} 2 \frac{A_2}{D_2} + 0,409 \frac{B_2}{D_2} + 0,373 \frac{C_2}{D_2} + 1 = 0, \\ 3 \frac{A_2}{D_2} + 0,413 \frac{B_2}{D_2} + 0,348 \frac{C_2}{D_2} + 1 = 0, \\ 4 \frac{A_2}{D_2} + 0,426 \frac{B_2}{D_2} + 0,331 \frac{C_2}{D_2} + 1 = 0. \end{cases}$$

$$\text{Третья:} \quad \begin{cases} 4 \frac{A_3}{D_3} + 0,426 \frac{B_3}{D_3} + 0,331 \frac{C_3}{D_3} + 1 = 0, \\ 5 \frac{A_3}{D_3} + 0,432 \frac{B_3}{D_3} + 0,327 \frac{C_3}{D_3} + 1 = 0, \\ 6 \frac{A_3}{D_3} + 0,447 \frac{B_3}{D_3} + 0,309 \frac{C_3}{D_3} + 1 = 0. \end{cases}$$

Решая полученные системы уравнений

методом Крамера [3], в итоге получаем:

$$\frac{A_1}{D_1} = -0,012,$$

$$\frac{B_1}{D_1} = -1,952,$$

$$\frac{A_2}{D_2} = -0,429,$$

$$\frac{B_2}{D_2} = 13,36,$$

$$\frac{A_3}{D_3} = -0,00549,$$

$$\frac{B_3}{D_3} = -1,60,$$

$$\frac{C_1}{D_1} = -0,476,$$

$$\frac{C_2}{D_2} = -15,025,$$

$$\frac{C_3}{D_3} = -1,028.$$

Таким образом, подставив найденные коэффициенты в общее уравнение плоскости, получим уравнения трех плоскостей:

$$\begin{cases} -0,012x_1 - 1,952y_1 - 0,476z_1 + 1 = 0, \\ -0,429x_2 + 13,36y_2 - 15,025z_2 + 1 = 0, \\ 0,00549x_3 - 1,60y_3 - 1,028z_3 + 1 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

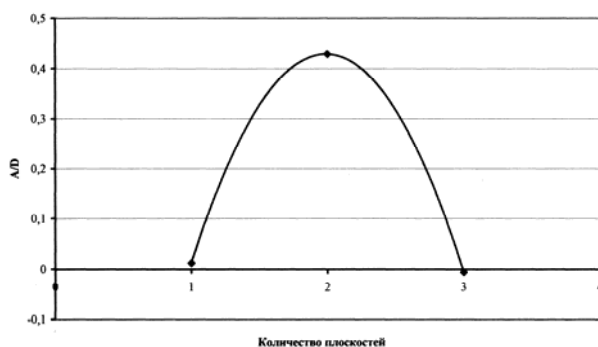


Рис. 1

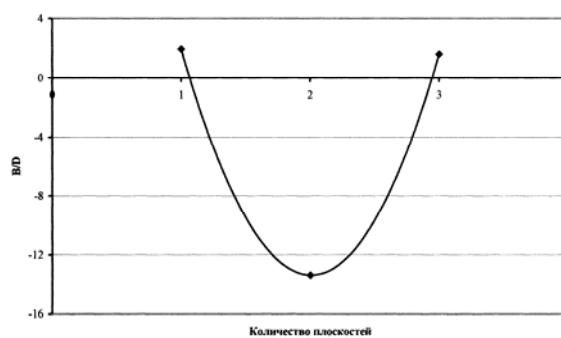


Рис. 2

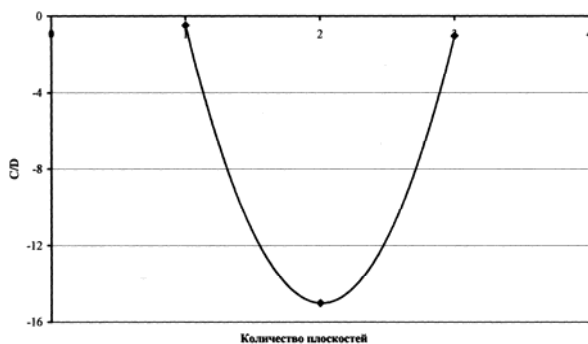


Рис. 3

Анализ данных зависимостей показывает, что они с высокой степенью величины достоверности аппроксимации определяются полиномом второго порядка следующего вида:

$$\frac{A}{D} = a_1n^2 + b_1n + c_1, \quad \frac{B}{D} = a_2n^2 + b_2n + c_2,$$

Для прогнозирования скорости прохождения воздуха в зависимости от характеристик строения ткани и числа стирок найдем зависимость коэффициентов уравнений плоскостей от их количества (рис. 1...3).

$$\frac{C}{D} = a_3n^2 + b_3n + c_3,$$

где $\frac{A}{D}$, $\frac{B}{D}$, $\frac{C}{D}$ — коэффициенты уравнения плоскости; n — количество плоскостей; $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3$ — расчетные коэффициенты.

В итоге уравнения зависимости коэффициентов от количества плоскостей будут иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{A}{D} &= -0,43n^2 + 1,69n - 1,26, \\ \frac{B}{D} &= 15,14n^2 - 60,72n + 47,54, \\ \frac{C}{D} &= 14,27n^2 - 57,37n + 42,62. \end{aligned} \quad (5)$$

Меняя значение n , можно получить плоскость, проходящую через другую группу точек. Например, для четвертой группы точек уравнение плоскости будет иметь вид:

$$-1,38x+46,90y+41,46z+1=0.$$

ВЫВОДЫ

Для прогнозирования скорости прохождения воздуха через ткань в зависимости от параметров ее строения и числа стирок необходимо получить зависимость в виде (5).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шустов Ю.С.* Методы подобия и размерности в текстильной промышленности. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.
2. ГОСТ 12088–77 Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.
3. *Демидович Б.П., Марон И.А.* Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1970.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 28.11.05.
