

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

Е.Ю. ШУСТОВ, Л.А. КУДРЯВИН, Ю.С. ШУСТОВ

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

Разрывная нагрузка трикотажного полотна имеет следующую функциональную зависимость от параметров его структуры [1]:

$$Q_{\text{тр. пол.}} = f(P_{\text{пр}}, \Pi_{\text{г}}, \Pi_{\text{в}}, d_{\text{пр}}, \varrho, \ell_{\text{петли}}), \quad (1)$$

где $Q_{\text{тр. пол.}}$ – разрывная нагрузка трикотажного полотна, Н; $P_{\text{пр}}$ – разрывная нагрузка пряжи, Н; $\Pi_{\text{г}}$ – плотность по горизонтали, нитей /10 см; $\Pi_{\text{в}}$ – плотность по вертикали, нитей/10 см; $d_{\text{пр}}$ – диаметр пряжи, мм; ϱ – объемная плотность пряжи, мг/мм³; $\ell_{\text{петли}}$ – длина петли, мм.

Представим приведенные параметры через основные физические величины [1]:

$$Q_{\text{тр}} = P_{\text{пр}} = [M]^1 [L]^1 [T]^{-2}. \quad (2)$$

Тогда составляющие (1) имеют вид:

$$\begin{aligned} d_{\text{пр}} &= [M]^0 [L]^{-1} [T]^0, \text{ мм}, \\ \ell_{\text{петли}} &= [M]^0 [L]^1 [T]^0, \text{ м}, \\ \varrho &= [M]^1 [L]^{-3} [T]^0, \text{ мг/мм}^3, \\ \Pi_{\text{г}} = \Pi_{\text{в}} &= [M]^0 [L]^{-1} [T]^0, \text{ 1/м}. \end{aligned}$$

Для нахождения критериев подобия применим метод нулевых размерностей [2]:

$$\frac{Q_{\text{тр}}}{[P_{\text{пр}}]^{\alpha_Q} [d_{\text{пр}}]^{\beta_Q} [\varrho]^{\gamma_Q}} = f \frac{\Pi_{\text{г}}}{[P_{\text{пр}}]^{\alpha_{\Pi_{\text{г}}}} [d_{\text{пр}}]^{\beta_{\Pi_{\text{г}}}} [\varrho]^{\gamma_{\Pi_{\text{г}}}}} \cdot \frac{\Pi_{\text{в}}}{[P_{\text{пр}}]^{\alpha_{\Pi_{\text{в}}}} [d_{\text{пр}}]^{\beta_{\Pi_{\text{в}}}} [\varrho]^{\gamma_{\Pi_{\text{в}}}}} \frac{\ell_{\text{петли}}}{[P_{\text{пр}}]^{\alpha_{\ell_{\text{петли}}}} [d_{\text{пр}}]^{\beta_{\ell_{\text{петли}}}} [\varrho]^{\gamma_{\ell_{\text{петли}}}}}. \quad (3)$$

В результате применения теории подобия и анализа размерностей получен ряд безразмерных комплексов:

$$\frac{Q_{\text{тр}}}{[P_{\text{пр}}]^1 [d_{\text{пр}}]^0 [\varrho]^0} = \frac{Q_{\text{тр}}}{P_{\text{пр}}},$$

$$\frac{\Pi_{\text{г}}}{[P_{\text{пр}}]^0 [d_{\text{пр}}]^{-1} [\varrho]^0} = \Pi_{\text{г}} d_{\text{пр}},$$

$$\frac{\Pi_{\text{в}}}{[P_{\text{пр}}]^0 [d_{\text{пр}}]^{-1} [\varrho]^0} = \Pi_{\text{в}} d_{\text{пр}},$$

$$\frac{L_{\text{петли}}}{[P]^0 [d]^1 [\varrho]^0} = \frac{\ell_{\text{петли}}}{d}.$$

В итоге уравнение (3) можно представить в виде

$$\frac{Q_{\text{тр}}}{P_{\text{пр}}} = \Pi_{\text{г}} d_{\text{пр}} \Pi_{\text{в}} d_{\text{пр}} \frac{\ell_{\text{петли}}}{d}$$

или

$$Q_{\text{тр}} = P_{\text{пр}} \Pi_{\text{г}} \Pi_{\text{в}} d_{\text{пр}}^2 \frac{\ell_{\text{петли}}}{d}. \quad (4)$$

Для экспериментального исследования выработано трикотажное полотно (кулирная гладь) из хлопчатобумажной пряжи различной линейной плотности, физико-механические характеристики которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Линейная плотность пряжи, текс	Диаметр пряжи, мм	Плотность по		Длина петли, мм	Разрывная нагрузка пряжи, Н
			горизонтали, нитей/10см	вертикали, нитей/10см		
1	18,5	0,170	53	55	4,35	2,276
2	18,5	0,170	56	56	4,24	2,276
3	18,5	0,170	58	59	4,04	2,276
4	18,5	0,170	58	64	3,92	2,276
5	18,5	0,170	59	65	3,85	2,276

На основании полученных данных найдены следующие зависимости:

– разрывная нагрузка трикотажного полотна по длине:

$$Q_{\text{тр пол. длине}} = 0,0162P_{\text{пр}} \Pi_{\Gamma} \Pi_{\text{в}} d \ell_{\text{петли}} + 66,313;$$

– разрывная нагрузка трикотажного по-

лотна по ширине:

$$Q_{\text{тр пол. ширине}} = 0,0127P_{\text{пр}} \Pi_{\Gamma} \Pi_{\text{в}} d \ell_{\text{петли}} + 12,542;$$

– разрывная нагрузка трикотажного полотна при продавливании его шариком

$$Q_{\text{тр пол. шариком}} = 0,0185P_{\text{пр}} \Pi_{\Gamma} \Pi_{\text{в}} d \ell_{\text{петли}} + 56,275.$$

Таблица 2

№ п/п	$Q_{\text{длин}}$ расчетное, Н	$Q_{\text{длин}}$ фактическое, Н	Отклонение, %	$Q_{\text{шир}}$ расчетное, Н	$Q_{\text{шир}}$ фактическое, Н	Отклонение, %	$Q_{\text{шарик}}$ расчетное, Н	$Q_{\text{шарик}}$ фактическое, Н	Отклонение, %
1	225,3	219	2,9	137,2	124	10,6	237,8	242	1,7
2	233,0	226	3,1	143,2	132	8,5	246,6	255	3,3
3	239,6	239	0,3	148,4	141	5,3	254,2	259	1,8
4	248,7	242	2,8	155,6	155	0,4	264,6	263	0,6
5	251,4	250	0,6	157,7	165	4,5	267,7	266	0,6

В табл. 2 приведено сравнение средних фактических значений разрывных характеристик трикотажных полотен с расчетными.

ВЫВОДЫ

Предложена методика прогнозирования разрывных характеристик хлопчатобумажных трикотажных полотен на основе применения теории подобия и анализа размерностей, что позволяет существенно облегчить нахождение сложных многопараметрических зависимостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С. Методы подобия и размерности в текстильной промышленности. – М.: МГТУ, 2002.
2. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. – М.: Высшая школа, 1976.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 26.01.04.