

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ХЛОПЧАТУБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

Ю.С. Шустов
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. КОСЫГИНА

Анализ литературных источников показывает, прочность тканей существенно зависит от параметров структуры текстильного материала. Для установления зависимости свойств текстильных материалов от параметров их структуры в работе использована теория подобия и размерностей.

Разрывная нагрузка ткани есть функция следующих основных переменных:

$$Q_0 = f(P_0, T_0, T_y, P_0, P_y, R_0, R_y, t_0, t_y, B), \quad (1)$$

где P_0 - разрывная нагрузка основной нити, T_0, T_y - линейная плотность нитей основы и утка, R_0 - раппорт переплетения по основе, R_y - раппорт переплетения по утку, t_0 - число основных перекрытий в раппорте по основе, t_y - число уточных перекрытий в раппорте по утку, B - ширина ткани.

Это функциональное соотношение можно выразить через безразмерные комбинации величин, используя анализ размерностей. Это соотношение примет вид:

$$\frac{Q_0}{P_0 B P_0} = f\left(\frac{T_y P_y}{T_0 P_0}, \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y}\right) \quad (2)$$

где η - безразмерный параметр, характеризующий неодновременность разрыва нитей основы, $T_y P_y / T_0 P_0$ - безразмерный параметр, характеризующий отношение массы уточных нитей в ткани к массе основных нитей, $t_0 t_y / R_0 R_y$ - безразмерный параметр, характеризующий переплетение нитей основы и утка.

Переход от обычных переменных к комплексным, составленным из переменных, оказывающих существенное влияние на величину нагрузки ткани, позволяет упростить нахождение этой двухпараметрической зависимости.

Для нахождения вида эмпирической зависимости были выработаны опытные образцы хлопчатобумажных тканей с различным переплетением нитей основы и утка, различными линейными плотностями и плотностями нитей по основе и утку.

Артикул	Переплетение	T_0 текс	T_y текс	P_0 1/см	P_y 1/см	$R_{\text{прям}} Н$	$Q_{\text{разр}} Н$	$\epsilon_{\text{прям}} \%$	$\epsilon_{\text{укос}} \%$	$t_0 t_y$	
										$R_0 R_y$	$T_0 P_0$
Перкаль С25	Полотняное	11,8	9,0	42,1	47,2	2,01	472	3,3	8,1	1,0	0,855
Батист 1503	Полотняное	10,0	10,0	28,1	33,5	1,63	276	3,0	6,7	1,0	1,192
Батист 646	Полотняное	37,5	37,5	23,4	22,8	5,30	705	5,7	14,3	1,0	0,974
Арт 643	Саржа 2/1	36,0	36,0	40,4	22,6	6,40	1380	5,5	15,0	0,44	0,559
Арт 590	Саржа 3/1	28,0	28,0	45,6	22,0	5,91	1350	4,7	17,5	0,25	0,482
Арт 520	Саржа 2/2	33,0	29,0	45,0	24,4	5,74	1400	5,2	17,5	0,25	0,476
Арт 541	Саржа 2/2	29,0	29,0	35,6	26,0	4,12	796	4,8	12,5	0,25	0,730

В общем виде формула для расчета разрывной нагрузки хлопчатобумажной ткани полученной из пряжи кольцевого способа прядения примет вид:

$$Q_0 = 1,17 P_0 \Pi_0 B \times \left(\frac{t_0 t_y / R_0 R_y}{1,219 t_0 t_y / R_0 R_y - 0,048} \right) \times \left(\frac{T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0}{0,734 T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 + 0,17} \right) \quad (3)$$

формула справедлива для $0,25 \leq t_0 t_y / R_0 R_y \leq 1$ и $0,5 \leq T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 \leq 0,8$. Установлено, что разрывная нагрузка хлопчатобумажных тканей увеличивается прямо пропорционально разрывной нагрузке основной нити и количеству нитей основы.

Другим важным параметром, характеризующим качество получаемой ткани, является относительное разрывное удлинение. Относительное разрывное удлинение есть функция следующих основных переменных:

$$\epsilon_{\text{тк}} = f(\epsilon_n, T_{\text{ос}}, T_y, \Pi_0, \Pi_y, t_{\text{ос}}, t_y, R_0, R_y) \quad (4)$$

где ϵ_n - относительное разрывное удлинение основной исходной пряжи, %.

Это функциональное соотношение также можно выразить через безразмерные комбинации величин, используя анализ размерностей. В данном случае соотношение примет вид:

$$\frac{\epsilon_{\text{тк}}}{\epsilon_{\text{пр}}} = \epsilon_{\text{тк}} = f\left(\frac{t_0 t_y}{R_0 R_y}, \frac{T_y \Pi_y}{T_0 \Pi_0}\right) \quad (5)$$

где $\epsilon_{\text{тк}} = \epsilon_{\text{тк}} / \epsilon_{\text{пр}}$ - безразмерный параметр, характеризующий величину соотношения относительного разрывного удлинения ткани и пряжи.

Формула для расчета относительного разрывного удлинения хлопчатобумажной ткани различного переплетения имеет вид:

$$\epsilon_{\text{тк}} = 0,356 \epsilon_{\text{пр}} \times \left(\frac{T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0}{0,349 T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 + 0,01} \right) \times \left(\frac{t_0 t_y / R_0 R_y}{0,389 t_0 t_y / R_0 R_y - 0,029} \right) \quad (6)$$

В результате анализа установлено, что $\epsilon_{\text{тк}}$ увеличивается с увеличением параметра $t_0 t_y / R_0 R_y$ и уменьшением $T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0$.

Таким образом, использование методов теории подобия и анализа размерностей позволяет существенно облегчить нахождение функционального вида многопараметрических зависимостей параметров строения тканых лент.

Полученные эмпирические зависимости позволяют выявить закономерности между параметрами структуры ткани и ее основными физико-механическими свойствами и дают возможность прогнозировать и управлять качеством тканых лент.

Результаты, полученные при данном исследовании, могут быть распространены практически на весь ассортимент хлопчатобумажных тканей главных переплетений и их производных.

Приведенные зависимости позволяют существенно ускорить процесс разработки и внедрения новых материалов.