

УДК 677.064.001.2

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СТРОЕНИЯ ТКАНИ
ИЗ ОДНОРОДНЫХ ПО СЫРЬЕВОМУ СОСТАВУ НИТЕЙ ОСНОВЫ И УТКА
С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**CALCULATION OF PARAMETERS OF STRUCTURE OF TISSUE
OF UNIFORM RAW MATERIAL COMPOSITION OF WARP AND WEFT
USING RESULTS OF MECHANICAL MODELING**

С.Г. КЕРИМОВ, А.В. ПОСТНИКОВ, А.В. МАРКЕЛОВ
S.G. KERIMOV, A.V. POSTNIKOV, A.V. MARKELOV

(Научно-исследовательский институт технических тканей, г. Ярославль,
Ивановский государственный политехнический университет)
(Research Institute of Technical Fabrics, Yaroslavl,
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: niitt@rambler.ru, K_aah37@mail.ru

С применением результатов механического моделирования взаимоиэгибов нитей основы и утка в тканых изделиях получены расчетные формулы для определения высот волн изгиба нитей, коэффициентов уработок и поверхностной плотности ткани. Высокая степень достоверности расчетов по полученным формулам подтверждена приведенными численными примерами.

Using the results of the mechanical modeling of the mutual bends of the warp and weft threads in woven articles, the calculation formulas for determining the heights of the bending waves, the coefficients of the excavations and the surface density of the fabric were obtained.

A high degree of reliability of calculations on the obtained formulas is confirmed by the given numerical examples.

Ключевые слова: многоопорная балка как механическая модель элемента тканого изделия, высота волны изгиба нитей основы и утка, уработка нитей, поверхностная плотность тканого изделия.

Keywords: multisport beam, mechanical model of a fabric's element, wave height of warp and weft bend, yarn run-in, superficial density of a fabric.

При формировании элемента ткани основные и уточные нити давят друг на друга, в результате чего происходит их деформация на изгиб, растяжение и сжатие. Известно, что деформация любого тела, в том числе и нити, зависит от действующей на тело силы и его сопротивляемости – жесткости. Поэтому величины деформаций или величины взаимоиогбов нитей в элементе ткани могут определяться с учетом механических свойств этих нитей и размеров их сечений.

В приведенном ниже расчете принято, что взаимоиогбы нитей основы и утка и обусловленная этим их уработка зависят от жесткости нитей на изгиб, геометрических плотностей тканых изделий и диаметров нитей.

Рассматривая сечение тканого изделия вдоль основы и утка как многоопорную неразрезную балку, нагруженную в опорах сосредоточенными силами, каждая из которых равна силе давления нити противоположной системы, и применяя известные методы сопротивления материалов, найдем отношения максимальных прогибов нитей как отношения высот волн изгиба нитей основы и утка:

$$\frac{h_o}{h_y} = \frac{Q_y E_y I_y f_y^3}{Q_o E_o I_o f_o^3}, \quad (1)$$

где h_o, h_y – высоты волн изгиба нитей основы и утка, мм; Q_o, Q_y – сила давления нитей основы и утка на нити противоположной системы, Н; $f_o = 100/\Pi_o, f_y = 100/\Pi_y$ – геометрическая плотность нитей основы и утка (расстояние между соседними нитями одноименной системы), мм; Π_o, Π_y – технологическая плотность тканого изделия по

основе и утку, Н/дм; E_o, E_y – модуль упругости нити основы и утка, Н/мм²; $I_o = \pi d_o^4 / 64; I_y = \pi d_y^4 / 64$ – момент инерции сечения нити основы и утка, мм⁴; $d_o = A_o \sqrt{T_o}; d_y = A_y \sqrt{T_y}$ – расчетный диаметр нитей основы и утка, мм; A_o, A_y – коэффициенты для определения расчетного диаметра нитей основы и утка [1]; T_o, T_y – линейная плотность нитей основы и утка, текс.

Принимаем, что для снятых со станка уравновешенных до внутреннего равновесия тканей $Q_o = Q_y$, а модули упругости нитей однородных ($A_o = A_y$) по сырьевому составу нитей основы и утка равны между собой $E_o = E_y$. Тогда формула (1) для определения отношений высот волн нитей основы и утка в местах их пересечек примет более упрощенный вид:

$$\frac{h_o}{h_y} = \frac{\Pi_o^3 T_y^2}{\Pi_y^3 T_o^2}. \quad (2)$$

Использование в дальнейших технологических расчетах отношение высот волн изгиба нитей позволило сгладить имеющееся некоторое корреляционное различие между результатами расчета ткани и ее механической моделью.

Решая совместно, как уравнение с двумя неизвестными, ранее полученную формулу (2) и известную зависимость [2]:

$$h_o + h_y = (d_o \eta_o + d_y \eta_y),$$

получим расчетные формулы для определения величин высот волн изгиба и коэффициентов уработки нитей основы и утка в ткани:

$$h_o = \frac{(d_o \eta_o + d_y \eta_y) \Pi_o^3 T_y^2}{\Pi_o^3 T_y^2 + \Pi_y^3 T_o^2}, \quad h_y = \frac{(d_o \eta_o + d_y \eta_y) \Pi_y^3 T_o^2}{\Pi_o^3 T_y^2 + \Pi_y^3 T_o^2}, \quad (3)$$

$$k_o = \sqrt{1 + \frac{h_o^2}{f_o^2}} = \sqrt{1 + \frac{h_o^2 \Pi_y^2}{100^2}} = \sqrt{1 + \frac{[(d_o \eta_o + d_y \eta_y)^2 \cdot \Pi_o^6 \cdot T_y^4] \cdot \Pi_y^2}{(\Pi_o^3 T_y^2 + \Pi_y^3 T_o^2)^2 \cdot 100^2}}, \quad (4)$$

$$k_y = \sqrt{1 + \frac{h_y^2}{f_o^2}} = \sqrt{1 + \frac{h_y^2 \Pi_o^2}{100^2}} = \sqrt{1 + \frac{[(d_o \eta_o + d_y \eta_y)^2 \cdot \Pi_y^6 \cdot T_o^4] \cdot \Pi_o^2}{(\Pi_o^3 T_y^2 + \Pi_y^3 T_o^2)^2 \cdot 100^2}}, \quad (5)$$

где η_o, η_y – коэффициенты смятия нитей в ткани.

Коэффициенты уработки основных и уточных нитей в ткани являются основными структурными показателями, определяющими параметры заправки тканей и расход сырья на их изготовление [1]:

$$M_T = M_o + M_y = 0,01 P_o T_o K_o + 0,01 P_y T_y K_y, \quad (6)$$

где M_T – поверхностная плотность ткани $г/м^2$; M_o , M_y – масса нитей основы и утка в $1 м^2$ ткани, г; P_o , P_y – технологическая плотность ткани по основе и утку, н/дм; T_o , T_y – линейная плотность нитей основы и утка, текс; $K_o = L_o/L_T$, $K_y = L_y/V_T$ – коэффициент уработки нитей основы и утка в ткани; L_o , L_y – длина нитей основы и утка, заработанных в ткань, м; L_T , V_T – длина и

ширина отрезка ткани, в которую заработаны нити основы и утка, м.

В пределах раппорта переплетения ткани коэффициенты уработки определяются по формулам из [3]:

$$K_o = \frac{k_o t_o + (R_y - t_o)}{R_y},$$

$$K_y = \frac{k_y t_y + (R_o - t_y)}{R_o}, \quad (7)$$

где t_o , t_y – число пересечек нитями основы утка и нитями утка основы в пределах раппорта; R_o , R_y – раппорт переплетения ткани по основе и утку.

Таблица 1

Наименование параметров строения тканей	Обозначение и номер расчетной формулы	Техническая ткань			
		полиамидная ТА-300 для конвейерных лент	полиэфирная ТЛ-120-ПП под полимерное покрытие	фильтро-диагональ ГОСТ 332-91	
Заданные параметры	Поверхностная плотность, $г/м^2$	M_T	665 ± 35	320 ± 20	525 ± 25
	Вид переплетения	-	репс 2/2	полотняное	саржа 2/2
	Раппорт ткани по основе и утку	R_o, R_y	$R_o=4, R_y=2$	$R_o=2, R_y=2$	$R_o=4, R_y=4$
	Число пересечек основы и утка	t_o, t_y	$t_o=2, t_y=2$	$t_o=2, t_y=2$	$t_o=2, t_y=2$
	Вид сырья и линейная плотность нитей основы и утка, текс	T_o	НА $93,5 \times 3 \times 3$	НПэф 111×2	Пр. х/бум. 50×3
		-	$A_o = 0,042691$	$A_o = 0,047434$	$A_o = 0,039528$
	Коэффициент для определения расчетного диаметра нити основы и утка	T_y	НА $93,5 \times 3$	НПэф 111×1	Пр. х/бум. 50×3
-		$A_y = 0,042691$	$A_y = 0,047434$	$A_y = 0,039528$	
Число нитей (плотность) по основе и утку на 10 см	P_o	60 ± 2	104 ± 2	220 ± 4	
	P_y	40 ± 2	72 ± 2	110 ± 4	
Определяемые расчетные параметры	Расчетный диаметр нитей основы и утка, мм	d_o	1,37600	0,63608	0,48412
		d_y	0,790174	0,44978	0,48412
	Коэффициент уработки нитей основы и утка в местах их пересечек	k_o (4)	1,023	1,019	1,089
		k_y (5)	1,154	1,033	1,010
	Коэффициент уработки нитей в ткани по основе и утку с учетом вида переплетения	K_o (7)	1,023	1,019	1,044
		K_y (7)	1,077	1,033	1,010
	Уработка нитей основы и утка, %	a_o (8)	2,3	1,9	4,4
		a_y (8)	7,7	3,3	1,0
	Расчетная масса нитей основы и утка в $1 м^2$ ткани, г	M_o (6)	516,5	235,2	344,6
		M_y (6)	120,8	82,5	165,1
Расчетная поверхностная плотность ткани, $г/м^2$	M_{TP} (6)	637,3	317,7	509,7	
Степень достоверности поверочного расчета	M_{TP}/M_T	0,958	0,993	0,971	

Примечание. В таблице приняты следующие условные обозначения: НА – нить полиамидная (анидная); НПэф – нить полиэфирная (лавсановая); Пр. х/бум. – пряжа хлопчатобумажная; цифры, заключенные в скобки, указывают на номер расчетной формулы, по которой определен данный показатель; коэффициенты смятия нитей основы и утка (η_o, η_y) приняты равными 0,7.

Между коэффициентами (K_o , K_y) и процентами (a_o , a_y) уработки нитей существует следующая зависимость:

$$a_o = 100 (K_o - 1), a_y = 100 (K_y - 1). \quad (8)$$

Полученные аналитические формулы позволяют проводить технический и запра-вочный расчет тканей. При этом степень соответствия расчетных данных, получаемых практически, достигает 99%. Примеры расчета коэффициентов уработки и поверхностной плотности трех серийных тканей технического назначения по предложенным формулам приведены в табл. 1.

ВЫВОДЫ

С применением результатов механического моделирования взаимодействия нитей основы и утка в ткани получены формулы для расчета отношений высот волн изгиба нитей, коэффициентов уработки нитей в ткани и ее поверхностной плотности.

Высокая степень достоверности полученных формул подтверждена результатами проведенных расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Керимов С.Г., Попов Л.Н. Производство технических тканей. – М.: Легпромбытиздат, 1994.
2. Дамянов Г.Б., Бачев Ц.З., Сурнина Н.Ф. Строе-ние ткани и современные методы ее проектирова-ния. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Керимов С.Г. Расчет уработки и усадки нитей в тканых изделиях // Изв. вузов. Технология тек-стильной промышленности. – 1978, № 5. С. 75...80.

REFERENCES

1. Kerimov S.G., Popov L.N. Proizvodstvo teh-nicheskikh tkaney. – M.: Legprombytizdat, 1994.
2. Damjanov G.B., Bachev C.Z., Surmina N.F. Stroenie tkani i sovremennye metody ee proek-tirovaniya. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984.
3. Kerimov S.G. Raschet urabotki i usadki nitej v tkanyh izdelijah // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1978, № 5. S. 75...80.

Рекомендована кафедрой автомобилей и авто-мобильного хозяйства ИВГПУ. Поступила 31.03.17.