

УДК 677.024.1

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА УРАБОТОК НИТЕЙ ВО ФРОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ  
ОДНОСЛОЙНОЙ ТКАНИ ПО ЕЕ ЗАПРАВОЧНЫМ ДАННЫМ  
И ВЫСОТЕ ВОЛНЫ ИЗГИБА ОСНОВЫ**

**THE METHOD OF CALCULATING RUN-IN ON FRONTAL PLANE  
OF SINGLE-LAYER FABRIC BY ITS CHARGING DATA  
AND HEIGHT OF A WARP BENDING WAVE**

*Г.И. ТОЛУБЕЕВА*  
*G.I. TOLUBEEVA*

(Ивановская государственная текстильная академия)  
(Ivanovo State Textile Academy)  
E-mail: ttp@igta.ru

*Предложена методика расчета уработок (извитостей) нитей основы и утка во фронтальной плоскости однослойной ремизной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы, найденной по микросрезу ткани. Длины заработанных в ткань нитей рассматриваются как функции углов наклона прямолинейных отрезков нитей основы и утка в пересечках противоположных систем к оси абсцисс.*

*The method of calculating run-in (fibers crimp) of warp and weft on a frontal plane of a single-layer heald fabric by its charging data and height of warp bending wave found by a fabric microsection has been offered. Lengths of the threads inserted into a fabric are regarded as functions of angles of slope of straight-line segments of warp and weft threads in intersections of opposite systems with respect to abscissa axis.*

**Ключевые слова:** методика, уработка, извитость, основа, уток, однослойная ткань, ремизное переплетение, заправочные данные, изгиб, высота, микросрез, пересечка.

**Keywords:** a method, crimp, warp, weft, single-layer fabric, heald interweaving, charging data, bend, height, microsection, intersection.

Анализ фотографий образцов и микросрезов однослойных тканей различных переплетений, выработанных с одинаковыми заправочными данными, показал, что у части образцов наблюдалась извитость нитей как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Экспериментальное определение суммарной уработки – извитости нитей в ткани – регламентируется требованиями ГОСТ ISO 7211-3:1984/ Текстиль. Ткани. Структура. Методы анализа. Ч 3. Определение извитости нити в ткани. В тексте стандарта отмечается неизбежность субъективной погрешности при принудительном распрямлении вынутых из ткани нитей для ликвидации их волнистости. Рассмотрим методику расчета уработок (извитостей) нитей основы и утка однослойной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы, найденной по микросрезу, позволяющую повысить достоверность определения уработки (извитости) нитей за счет исключения влияния субъективного фактора, построения профилей нитей в ткани, горизонтальных

проекций осей нитей и учета уработки нитей во фронтальной  $a_{o(y)}$  и горизонтальной  $a_{горизо(y)}$  плоскостях.

Суммарную уработку (извитость) нитей определяем по формулам:

$$a'_o = \sqrt{a_o^2 + a_{горизо}^2}, \quad (1)$$

$$a'_y = \sqrt{a_y^2 + a_{горизу}^2}. \quad (2)$$

Теоретические основы методики расчета уработки нитей во фронтальной плоскости изложены в [1] и [2]. Уточним методику для тканей любых ремизных переплетений на примере образцов хлопчатобумажной ткани, выработанных на базе фланели арт. 1670 [3, с. 134], имеющих переплетения: полотняное, саржа 2/2, усиленный вдоль утка четырехремизный сатин и уточный репс 2/2. В табл.1 приведены плотности образцов ткани по основе и по утку.

Т а б л и ц а 1

Номер образца	Переплетение	Число нитей на 10 см ткани	
		по основе	по утку
1	Полотняное	247	187
2	Саржа 2/2	248	184
3	Усиленный сатин 4/1,2,3	252	185
4	Уточный репс 2/2	254	180

На фотографиях микросрезов измеряем высоту волны изгиба нити основы  $h_o$ , диаметры нитей основы и утка по горизонтальной  $d_{ог}$  и  $d_{уг}$  и вертикальной  $d_{ов}$  и  $d_{ув}$  осям, находим по известным формулам диаметры нитей основы  $d_{оп}$ , утка  $d_{уп}$ , средний диаметр нитей  $d_{ср.п}$  и коэффициент отношения диаметров нитей на паковках  $K_d$ . Находим эмпирические коэффициенты смятия нитей по

горизонтальной  $\eta_{ог}$ ,  $\eta_{уг}$  и вертикальной осям  $\eta_{ов}$  и  $\eta_{ув}$  [2], выполняем проверку, чтобы коэффициенты общего смятия нитей основы и утка не превышали единицу. В [2] приведен расчет диаметров основы и утка на паковках  $d_{оп}$ ,  $d_{уп}$ ,  $d_{ср.п}$ , коэффициента отношения диаметров  $K_d$ , диаметров нитей в ткани по горизонтальной оси  $d_{ог}$ ,  $d_{уг}$ , по вертикальной оси  $d_{ов}$ ,  $d_{ув}$ , среднего

расчетного диаметра нитей в ткани  $d_{cp}$ , эмпирических коэффициентов смятия  $\eta_{ог}$ ,  $\eta_{ов}$ ,  $\eta_{уг}$  и  $\eta_{ув}$ .

Отметим, что уработку (извитость) нитей основы и утка во фронтальной плоскости у всех образцов, кроме третьего, можно определять по любой одной нити – все нити раппортов переплетений имеют одинаковое число пересечек; у третьего образца первая и третья нити основы имеют по четыре пересечки, вторая и четвертая – по две, поэтому уработку (извитость) основы этого образца необходимо рассчитывать как среднее значение уработки (изви-

тости) всех нитей раппорта.

По известным формулам определяем коэффициент высоты волны изгиба основы  $K_{ho}$ , порядок фазы строения ткани  $\Pi_\phi$ , коэффициент высоты волны изгиба утка  $K_{hy}$  и высоту волны изгиба утка  $h_y$  (табл. 2):

$$K_{ho} = \frac{h_o}{d_{cp}}, \quad (3)$$

$$\Pi_\phi = 4K_{ho} + 1, \quad (4)$$

$$K_{hy} = 2 - K_{ho}, \quad (5)$$

$$h_y = d_{cp} K_{hy}. \quad (6)$$

Т а б л и ц а 2

Номер образца	$R_o/R_y$	$t_o/t_y$	$h_o$ , мм	$K_{ho}$	$\Pi_\phi$	$K_{hy}$	$h_y$ , мм
1: 1-2 нити	2/2	2/2	0,222	1,0936	5,38	0,9064	0,184
2: 1-4 нити	4/4	2/2	0,235	1,1576	5,63	0,8424	0,171
3: 1, 3 нити	4/4	4/2	0,170	0,8374	4,35	1,1626	0,236
3: 2, 4 нити		2/2					
4: 1-4 нити	4/2	2/2	0,13	0,6404	3,55	1,3596	0,276

Переплетения образцов ткани рассматриваем как матрицы  $A = (a_{j,i})$ , где  $i = 1, \dots, R_o$  – номер основной нити,  $j = 1, \dots, R_y$  – номер уточной нити в раппорте, элементы матрицы  $a_{j,i} = 1$  для перекрытий основы и  $a_{j,i} = 0$  для утка:

0 1 0 1	1 0 0 1	0 0 1 1	0 0 1 1
1 0 1 0	0 0 1 1	1 0 0 1	1 1 0 0
0 1 0 1	0 1 1 0	0 1 1 0	0 0 1 1
1 0 1 0	1 1 0 0	1 1 0 0	1 1 0 0

Для каждой нити находим число пересечек по основе  $t_{oi}$  и по утку  $t_{yj}$  (табл. 2).

Находим геометрическую плотность по основе  $\ell_o$  и по утку  $\ell_y$  в максимально уплотненной ткани (табл. 3):

$$\ell_o = \frac{d_{cp,л} (K_d \eta_{ог} + \eta_{ув}) \sqrt{4 - K_{ho}^2}}{K_d + 1}, \quad (7)$$

$$\ell_y = \frac{d_{cp,л} (K_d \eta_{ов} + \eta_{уг}) \sqrt{4 - K_{hy}^2}}{K_d + 1}. \quad (8)$$

Для каждой нити основы рассчитываем максимальную плотность ткани по утку  $P_{y \max_i}$  и коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом по утку  $K_{Hy_i}$  (табл.3):

$$P_{y \max_i} = \frac{100R_y}{\ell_y t_{oi} + (R_y - t_{oi}) d_{yг}}, \quad (9)$$

$$K_{Hy_i} = P_y / P_{y \max_i}. \quad (10)$$

По формулам [1, (1) и (2)] определяем значения больших  $a_1, a_2$  и малых  $b_1, b_2$  полуосей расчетных эллипсов дуг обхвата осью основы нижнего и верхнего утков в пересечке:  $a_1 = a_2 = 0,2665$  мм;  $b_1 = b_2 = 0,2025$  мм.

Для каждой нити основы и утка раппорта переплетения находим фактическую геометрическую плотность по утку  $\ell_{y\phi_i}$  и по основе  $\ell_{o\phi_j}$  (табл. 3):

$$\ell_{y\phi_i} = \frac{100 \cdot R_y - \frac{d_{yг}}{K_{Hy_i}} (R_y - t_{o_i})}{P_y \cdot t_{o_i}}, \quad (11)$$

$$\ell_{o\phi_j} = \frac{100 \cdot R_o - \frac{d_{ог}}{K_{Ho_j}} (R_o - t_{y_j})}{P_o \cdot t_{y_j}}. \quad (12)$$

По формулам [1, (27)...(30)] находим вспомогательные коэффициенты а, b и с: а = 0,533; b = 0,405, для каждой нити основы рассчитываем коэффициент d<sub>i</sub> (табл. 3).

Таблица 3

Номер образца	$\ell_o$	$\ell_y$	$P_{y\max_i}$	$K_{Hy_i}$	$\ell_{y\phi_i}$	$\ell_{o\phi_j}$	с	d <sub>i</sub>
1: 1-2 нити	0,3663	0,4760	210,08	0,8901	0,5347	0,4049	- 0,1830	0,5347
2: 1-4 нити	0,3568	0,4843	239,72	0,7676	0,6307	0,5041	-0,1700	0,6307
3: 1, 3 нити	0,3973	0,4345	230,15	0,8038	0,5405	0,3973	-0,2350	0,5405
3: 2, 4 нити			254,94	0,7257	0,5988			0,5988
4: 1-4 нити	0,4145	0,3916	255,36	0,7049	0,5556	0,5193	-0,2750	0,5556

Для нахождения углов наклона прямолинейных участков в пересечках каждой основной нити раппорта к горизонтали формируем векторы коэффициентов полиномов четвертой степени [1, (34)]:

$$p_i = [(b-a)^2; 2(b-a) \cdot c; d^2 + 2a(b-a) + c^2; 2ac; a^2 - d_i^2].$$

Например, для основных нитей сатинового переплетения:

– для первой и третьей нитей:

$$p_{1,3} = [0,0164 \quad 0,0602 \quad 0,2110 \quad -0,2505 \quad -0,0081];$$

– для второй и четвертой нитей:

$$p_{2,4} = [0,0164 \quad 0,0602 \quad 0,2773 \quad -0,2505 \quad -0,0745].$$

С помощью стандартной функции  $pp=roots(p)$  в системе MATLAB рассчитываем косинусы углов наклона прямолинейных участков отдельных нитей основы в пересечках к горизонтали [1] и углы наклона прямолинейных участков  $\beta_i = \arccos(\cos \beta_i)$ . Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Номер образца	$\cos \beta_i$	$\beta_i$ , рад	$\beta_i^\circ$	$\alpha_{n1}$ , рад	$\alpha_{k1}$ , рад	$\alpha_{n2}$ , рад	$\alpha_{k2}$ , рад
1: 1-2 нити	0,8427	0,5685	32,58	4,71	5,2785	1,57	2,1685
2: 1-4 нити	0,8986	0,4543	26,03	4,71	5,1543	1,57	2,0243
3: 1, 3 нити	0,9242	0,3920	22,46	4,71	5,1020	1,57	1,9620
3: 2, 4 нити	0,9444	0,3351	19,20	4,71	5,0451	1,57	1,9051
4: 1-4 нити	0,9632	0,2722	13,60	4,71	4,9822	1,57	1,8422

Для каждой основной нити раппорта с помощью стандартной функции  $trapz(y, t)$  в системе MATLAB рассчитываем длины дуг обхвата нитей утка в нижней  $\ell_{o1_i}$  и верхней  $\ell_{o2_i}$  частях пересечек [1]:

$$\ell_{o1(2)_i} = a_{1(2)} \int_{\alpha_{n1(2)}}^{\alpha_{k1(2)_i}} \sqrt{1 - \frac{a_{1(2)}^2 - b_{1(2)}^2}{a_{1(2)}^2} \cos^2 t_{1(2)_i}} dt_{1(2)_i}, \quad (13)$$

где  $\alpha_{n1(2)}$ ,  $\alpha_{k1(2)_i}$  – углы начала и конца обхватывания расчетных эллипсов утков в нижней и верхней частях пересечки:

$$\alpha_{n1} = \frac{3\pi}{2}, \quad (14)$$

$$\alpha_{k1} = \frac{3\pi}{2} + \beta, \quad (15)$$

$$\alpha_{n2} = \frac{\pi}{2}, \quad (16)$$

$$\alpha_{k2_i} = \frac{\pi}{2} + \beta_i. \quad (17)$$

Для каждой нити основы находим горизонтальные  $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$  и вертикальные  $y_{1i}$ ,  $y_{2i}$  проекции дуг (табл.5):

$$x_{1i} = a_1 \sin \beta_i, \quad (18)$$

$$x_{2i} = a_2 \sin \beta_i, \quad (19)$$

$$y_{1i} = b_1(1 - \cos \beta_i), \quad (20)$$

$$y_{2i} = b_2(1 - \cos \beta_i). \quad (21)$$

Т а б л и ц а 5

Номер образца	$\ell_{o1i}$ , мм	$\ell_{o2i}$ , мм	$X_{1i}$ , мм	$Y_{1i}$ , мм	$X_{2i}$ , мм	$Y_{2i}$ , мм
1: 1-2 нити	0,1482	0,1482	0,1435	0,0318	0,1435	0,0318
2: 1-4 нити	0,1194	0,1194	0,1170	0,0205	0,1170	0,0205
3: 1, 3 нити	0,1034	0,1034	0,1018	0,0154	0,1018	0,0154
3: 2, 4 нити	0,0886	0,0886	0,0876	0,0113	0,0876	0,0113
4: 1-4 нити	0,0722	0,0722	0,0717	0,0075	0,0717	0,0075

Определяем горизонтальные проекции  $x_{12i}$  и длины  $\ell_{12i}$  прямолинейных участков отдельных нитей основы в пересечках:

$$x_{12i} = \ell_{y\phi} - x_{1i} - x_{2i}, \quad (22)$$

$$\ell_{o12i} = x_{12i} / \cos \beta_i. \quad (23)$$

Рассчитываем коэффициенты  $k_i$  и  $k_{1i}$  уравнений прямых, проходящих через прямолинейные участки отдельных нитей основы в пересечках:

$$k_i = \operatorname{tg} \beta_i, \quad (24)$$

$$k_{1i} = y_{2i} - \operatorname{tg} \beta_i x_{2i}. \quad (25)$$

Проценты уработки (извитости) отдельных нитей основы  $a_{oi}$  во фронтальной плоскости (табл. 6):

$$a_{oi} = \frac{(\ell_{o1i} + \ell_{o12i} + \ell_{o2i})t_{oi} - \ell_{y\phi} t_{oi}}{(\ell_{o1i} + \ell_{o12i} + \ell_{o2i})t_{oi} + \frac{100}{P_y} R_y - \ell_{y\phi} t_{oi}} \cdot 100. \quad (26)$$

Т а б л и ц а 6

Номер образца	$X_{12i}$ , мм	$\ell_{o12i}$ , мм	$Y_{12i}$ , мм	$k_i$	$k_{1i}$	$a_{oi}$ , %	$a_{yj}$ , %
1: 1-2 нити	0,2478	0,2941	0,1583	0,6388	-0,0598	9,44	10,93
2: 1-4 нити	0,3971	0,4419	0,1939	0,4884	-0,0366	4,37	3,79
3: 1, 3 нити	0,3369	0,3646	0,1393	0,4134	-0,0267	5,38	3,91
3: 2, 4 нити	0,4235	0,4485	0,1475	0,3482	-0,0193	2,43	
4: 1-4 нити	0,4122	0,4280	0,1151	0,2792	-0,0126	2,94	9,43

Аналогичным образом определяем процент уработки (извитости) отдельных

нитей утка во фронтальной плоскости:

$$a_{yj} = \frac{(\ell_{y1j} + \ell_{y12j} + \ell_{y2j})t_{uj} - \ell_{o\phi} t_{uj}}{(\ell_{y1j} + \ell_{y12j} + \ell_{y2j})t_{uj} + \frac{100}{P_o} R_o - \ell_{o\phi} t_{uj}} \cdot 100. \quad (27)$$

Уработку (извитость) нитей основы и утка во фронтальной плоскости находим как среднее значение уработок (извитостей) отдельных нитей раппорта:

$$a_o = \sum_{i=1}^{R_o} a_{oi} / R_o, \quad (28)$$

$$a_y = \sum_{j=1}^{R_y} a_{yj} / R_y. \quad (29)$$

Значения уработки (извитости) основных и уточных нитей во фронтальной плоскости образцов приведены в табл. 6. Методику расчета уработки (извитости) нитей в горизонтальной плоскости рассмотрим в следующей статье.

## ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета уработок (извитостей) нитей основы и утка во фронтальной плоскости однослойной ткани как функций углов наклона прямолинейных отрезков нитей основы и утка в пересечках противоположных систем к оси абсцисс, найденным по заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Толубеева Г.И. Методика расчета уработок нитей полотна по заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1.
2. Толубеева Г.И. Пример расчета уработок нитей основы и утка и построение их профилей в ткани полотняного переплетения. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2.
3. Муратова Г.И. Совершенствование технологии выработки тканей на станках АТПР: Дисс....канд. техн. наук, 1979.

Рекомендована кафедрой проектирование текстильных изделий. Поступила 17.01.12.

---