

УДК 677.024.1

**ПРИМЕР РАСЧЕТА УРАБОТОК НИТЕЙ ОСНОВЫ И УТКА
И ПОСТРОЕНИЕ ИХ ПРОФИЛЕЙ В ТКАНИ ПОЛОТНЯНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ**

**THE CASE STUDY OF CALCULATION OF WARP AND WEFT RUN-IN
AND CONSTRUCTION OF THEIR PROFILES IN FABRICS OF CALICO WEAVE**

Г.И. ТОЛУБЕЕВА
G.I. TOLUBEEVA

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

Рассмотрен пример расчета уработок нитей основы и утка в ткани полотняного переплетения как функций от углов наклона горизонтальных отрезков нитей в пересечках к оси абсцисс, определяемых по заправочным данным ткани, высоте волны изгиба основы и коэффициентам смятия нитей в ткани. Даны формулы и рассмотрен пример построения профилей нитей основы и утка в ткани.

A case study of warp and weft run-in in fabrics of calico weave as functions of slope angles of horizontal threads segments in intersections to an abscissa axis, defined by the fabric threading data, the height of warp bending wave and threads bearing ratio in fabrics has been considered. The formulas are given and the case study of warp and weft profiles constructions in a fabric has been discussed.

Ключевые слова: основа, уток, полотняное переплетение, микросрез, пересечка, волна изгиба, угол обхвата, угол наклона, длина дуги, уработка, профиль нити, хлопчатобумажная ткань.

Keywords: a warp, a weft, calico weave, a microsection, intersection, bending wave, wrapping angle, a slope angle, arc length, run-in, a thread profile, a cotton fabric.

В [1] представлена методика экспериментального расчета уработок нитей основы и утка ткани полотняного переплетения по микросрезу как функций от углов наклона прямолинейных отрезков нитей в пересечках к оси абсцисс.

Рассмотрим порядок выполнения расчетов. Для образца хлопчатобумажной ткани полотняного переплетения [2, с. 134] высота волны изгиба основы составила $h_o=0,222$ мм; линейная плотность основы $T_o=25$ текс, утка $T_y=50$ текс; плотность ткани по основе $P_o=247$ нит/дм, по утку $P_y=187$ нит/дм; коэффициенты смятия основы и утка по горизонтальной оси $\eta_{ог}=1,082$; $\eta_{уг}=1,254$ и вертикальной оси $\eta_{ов}=0,924$; $\eta_{ыв}=0,797$. Предварительно по известным формулам [3, с. 66...72] рассчитываем диаметры основы, утка, средний диаметр и коэффициент отношения диаметров нитей на паковках: $d_{он}=0,198$ мм;

$d_{уп}=0,279$ мм; $d_{ср.л}=0,239$ мм; $K_d=0,710$; находим диаметры нитей в ткани по горизонтальной и вертикальной осям и средний расчетный диаметр нитей в ткани: $d_{ог}=0,222$ мм; $d_{ов}=0,150$ мм; $d_{уг}=0,321$ мм; $d_{ыв}=0,240$ мм; $d_{ср}=0,195$ мм. Определяем фактические геометрические плотности по основе и по утку по формулам [1: (21), (22)]: $\ell_{оф}=0,4049$ мм; $\ell_{уф}=0,5348$ мм.

Для расчета уработки основы по формулам (1) и (2) определяем значения больших и малых полуосей расчетных эллипсов дуг обхвата осью основы нижнего и верхнего утков в пересечке: $a_1=a_2=0,2355$ мм; $b_1=b_2=0,195$ мм. По формулам (27)...(30) из [1] находим вспомогательные величины $a=0,4710$ мм; $b=0,39$ мм; $c=-0,2$ мм; $d=0,5348$ мм. Формируем вектор (34) коэффициентов полинома (33) из [1]:

$$p=[(b-a)^2 2(b-a)cd^2 + 2a(b-a) + c^2 2aca^2 - d^2]=[0,0066 \cdot 0,0324 \cdot 0,2497 - 0,1884 \cdot 0,5079].$$

В среде программирования MATLAB с помощью стандартной функции $pp=roots(p)$ находим косинус угла, по выражению [1 (35)] угол наклона прямолинейного участка основы в пересечке: $\cos\beta=0,8427$; $\beta=32,58^\circ$. По зависимостям (10) и (11) из [1] методом трапеций в системе MATLAB определяем длины дуг обхвата осью основы нитей утка в нижней и верхней частях пересечки: $o_1 = o_2 = 0,1482$ мм, по уравнениям [1 (16)...(19)] – горизонтальные и вертикальные проекции этих дуг: $x_1=x_2=0,1435$ мм; $y_1=y_2=0,0318$ мм, по формуле [1 (20)] – горизонтальную проекцию прямолинейного участка пересечки: $x_{12}=0,2478$ мм, по формуле [1 (36)] находим его длину: $o_{12}=0,2941$ мм; рассчитываем уработку

нитей основы по выражению [1 (38)]: $a_o=9,44$ % .

Для расчета уработки утка находим высоту волны его изгиба по формуле [1 (37)]: $h_y=0,184$ мм; значения больших и малых полуосей расчетных эллипсов основ: $a_1=a_2=0,218$ мм; $b_1=b_2=0,2025$ мм; вспомогательные величины: $a=0,436$ мм; $b=0,405$ мм; $c=-0,221$ мм; $d=0,4049$ мм; вектор коэффициентов полинома: $p=[0,001 \cdot 0,0137 \cdot 0,1858 - 0,1927 \cdot 0,0262]$; угол наклона прямолинейного участка утка в пересечке: $\beta=35,64^\circ$; длины дуг обхвата осью нити утка расчетных эллипсов основы в нижней и верхней частях пересечки: $y_1 = y_2 = 0,1345$ мм; горизонтальные и вертикальные проекции этих дуг:

$x_1 = x_2 = 0,127$ мм; $y_1 = y_2 = 0,0379$ мм; горизонтальная проекция прямолинейного участка утка в пересечке $x_{12} = 0,1507$ мм, его длина $y_{12} = 0,1854$ мм; уработка нитей утка, найденная по выражению [1 (39)], составила: $a_y = 10,93$ %. Для сравнения: уработка, найденная по заправочным данным ткани по методике С.С. и Е.А. Юхиных, учитывающей линейную модель изгиба [4, с. 36...38], нитей основы, составила $a_o = 14,12$ %, утка – $a_y = 6,88$ %.

Расчеты выполнялись с помощью разработанного программного обеспечения на ЭВМ. С помощью ЭВМ производится построение профилей нитей.

При построении профиля нити основы за точку отсчета по оси ординат принято начало высоты волны ее изгиба. Тогда уровни верхних и нижних утков:

$$h_{yb} = 0,5(d_{ov} + d_{yb}), \quad (1)$$

$$h_{yh} = h_{yb} - h_y. \quad (2)$$

Построение эллипсообразных сечений утков верхнего и нижнего уровней производим с помощью сформированных массивов ординат сечений:

$$y_o = \begin{cases} b_1(1 - \sin t), & t = \arccos\left(\frac{x}{a_1}\right), & x = [0, x_1], \\ kx + k_1, & x = [x_1, x_1 + x_{12}], \\ b_2(\sin t - 1) + h_o, & t = \arccos\left(\frac{y_{\phi} - x}{a_2}\right), & x = [x_1 + x_{12}, y_{\phi}]. \end{cases} \quad (9)$$

Для примера: $h_{yb} = 0,2025$ мм; $h_{yh} = 0,0185$ мм; $k = 0,717$; $k_1 = -0,0531$.

Равенство углов наклона прямолинейного участка нити в пересечке к горизонтальной оси и обхвата эллипсообразных сечений утка нитью основы, доказанное в [1], справедливо только для осевой линии. Для определения зависимости верхней ветви линии изгиба основы в пересечке с учетом ее фактической толщины в ткани необходимо найти угол δ отрыва прямо-

$$y_b = \begin{cases} 0,5d_{yb} \sin(t) + h_{yb}, \\ -0,5d_{yb} \sin(t) + h_{yb}, \end{cases} \quad (3)$$

$$y_h = \begin{cases} 0,5d_{yb} \sin(t) + h_{yh}, \\ -0,5d_{yb} \sin(t) + h_{yh}, \end{cases} \quad (4)$$

где t – угол поворота радиус-вектора точки эллипсов сечений утков при текущем значении его горизонтальных проекций:

$$t = \arccos\left(\frac{x - 0,5d_{yг}}{0,5d_{yг}}\right), \quad (5)$$

$$x = [0, 0,5d_{yг}; \quad y_{\phi} - 0,5d_{yг}, \quad y_{\phi}]. \quad (6)$$

Строим кривую оси волны изгиба основы в пересечке "слева-направо" (рис. 1-а): на участке $[0, x_1]$ – это дуга расчетного эллипса с полуосями a_1 и b_1 ; на участке $[x_1, x_1 + x_{12}]$ – отрезок прямой с коэффициентом угла наклона k и свободным членом k_1 :

$$k = \operatorname{tg}\beta, \quad (7)$$

$$k_1 = y_2 - \operatorname{tg}\beta x_2, \quad (8)$$

на последнем участке $[x_1 + x_{12}, y_{\phi}]$ – дуга расчетного эллипса с полуосями a_2 и b_2 :

линейного участка ветви в начале пересечки от эллипса утка с полуосями:

$$a_{1b} = 0,5d_{yг}, \quad (10)$$

$$b_{1b} = 0,5d_{yb}. \quad (11)$$

Известно, что расстояние d от точки $M_o(x_o, y_o)$ до прямой $L = A \times B$ равно [5, с.74]:

$$d = \frac{|Ax_o + By_o + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}. \quad (12)$$

Согласно (12) массив расстояний от точек эллипса утка в начале пересечки до прямой, проходящей через прямолинейный участок осевой линии основы:

$$[d] = \frac{|k[a_{1B} \cos \gamma] - 1([h_{yB} - b_{1B} \sin \gamma]) + k_1|}{\sqrt{k^2 + 1^2}}, \quad (13)$$

где γ – текущее значение угла поворота радиус-вектора точки эллипса утка, которое изменяется от $\gamma_n = \pi/2$ до $\gamma_k = 0$ радиан.

Раскрыв скобки, получим:

$$[d] = \frac{|k[a_{1B} \cos \gamma] + [b_{1B} \sin \gamma] + k_1 - h_{yB}|}{\sqrt{k^2 + 1^2}}. \quad (14)$$

Для определения наименьшего значения массива $[d]$ найдем первую производную выражения (14) и приравняем ее нулю:

$$\left| \frac{kd_{yг}}{2\sqrt{k^2 + 1}} \cos \gamma + \frac{d_{yB}}{2\sqrt{k^2 + 1}} \sin \gamma \right| = 0. \quad (15)$$

Решение уравнения (15) имеет вид:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{d_{yB}}{\operatorname{tg} \beta d_{yг}}. \quad (16)$$

Искомый угол δ отрыва прямолинейного участка верхней ветви основы от эллипса утка в начале пересечки и угол β_{1B} обхвата утка этой ветвью (находится как дополняющий до полного угла):

$$k_{1B} = \frac{(0,5d_{oB} + y_{1B})(x_{yф} - x_{2B}) - (h_o + 0,5d_{oB} - y_{2B})x_{1B}}{x_{yф} - x_{2B} - x_{1B}}, \quad (27)$$

$$k_B = \frac{0,5d_{oB} + y_{1B} - k_{1B}}{x_{1B}}, \quad (28)$$

$$\beta_{12B} = \operatorname{arctg}(k_B). \quad (29)$$

Углы обхвата расчетных эллипсов ут-

$$\delta = \frac{3\pi}{2} + \operatorname{arctg}\left(\frac{d_{yB}}{\operatorname{tg} \beta d_{yг}}\right), \quad (17)$$

$$\beta_{1B} = 2\pi - \delta = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg}\left(\frac{d_{yB}}{\operatorname{tg} \beta d_{yг}}\right). \quad (18)$$

Угол обхвата утка верхней ветвью основы в конце пересечки принимаем равным углу обхвата расчетного сечения утка осевой линией основы [1]:

$$\beta_{2B} = \beta. \quad (19)$$

Для нашего примера: $\delta = 5,49 \text{ рад} = 314,79^\circ$; $\beta_{1B} = 0,79 \text{ рад} = 45,21^\circ$; $\beta_{2B} = 35,64^\circ$.

Верхняя линия основы в конце пересечки огибает эллипс с полуосями:

$$a_{2B} = 0,5d_{yг} + d_{oB}, \quad (20)$$

$$b_{2B} = 0,5d_{yB} + d_{oB}. \quad (21)$$

Горизонтальные и вертикальные проекции нижней и верхней дуг и горизонтальная проекция прямолинейного участка верхней ветви основы согласно выражениям [1 (16)...(20)]:

$$x_{1B} = a_{1B} \sin \beta_{1B}, \quad (22)$$

$$y_{1B} = b_{1B} (1 - \cos \beta_{1B}), \quad (23)$$

$$x_{2B} = a_{2B} \sin \beta_{2B}, \quad (24)$$

$$y_{2B} = b_{2B} (1 - \cos \beta_{2B}), \quad (25)$$

$$x_{12B} = x_{yф} - x_{1B} - x_{2B}. \quad (26)$$

Свободный член уравнения прямой, проходящей через прямолинейный участок верхней ветви основы, коэффициент и угол ее наклона:

ков нижней ветвью нити основы в начале и

в конце пересечки принимаем, равными:

$$\beta_{1H} = \beta_{2B}, \quad (30)$$

$$\beta_{2H} = \beta_{1B}. \quad (31)$$

Для нижней ветви основы определим: a_{1H} , a_{2H} , b_{1H} , b_{2H} – большие и малые полуоси расчетных эллипсов утков в начале и

конце пересечки; x_{1H} , x_{2H} , x_{12H} – горизонтальные проекции дуг обхвата расчетных эллипсов утков и прямолинейного участка; k_H , k_{1H} – коэффициент угла наклона, свободный член уравнения прямой, проходящей через прямолинейный участок пересечки и β_{12H} – угол ее наклона:

$$a_{1H} = 0,5d_{yT} + d_{OB}, \quad (32)$$

$$b_{1H} = 0,5d_{yB} + d_{OB}, \quad (33)$$

$$a_{2H} = 0,5d_{yT}, \quad (34)$$

$$b_{2H} = 0,5d_{yB}, \quad (35)$$

$$x_{1H} = a_{1H} \sin \beta_{1H}, \quad (36)$$

$$y_{1H} = b_{1H} (1 - \cos \beta_{1H}), \quad (37)$$

$$x_{2H} = a_{2H} \sin \beta_{2H}, \quad (38)$$

$$y_{2H} = b_{2H} (1 - \cos \beta_{2H}), \quad (39)$$

$$x_{12H} = y_{\phi} - x_{1H} - x_{2H}, \quad (40)$$

$$k_{1H} = \frac{(y_{1H} - 0,5d_{OB})(y_{\phi} - x_{2H}) - (h_0 - 0,5d_{OB} - y_{2H})x_{1H}}{y_{\phi} - x_{2H} - x_{1H}}, \quad (41)$$

$$k_H = \frac{y_{1H} - 0,5d_{OB} - k_{1H}}{x_{1H}}, \quad (42)$$

$$\beta_{12H} = \arctg(k_H). \quad (43)$$

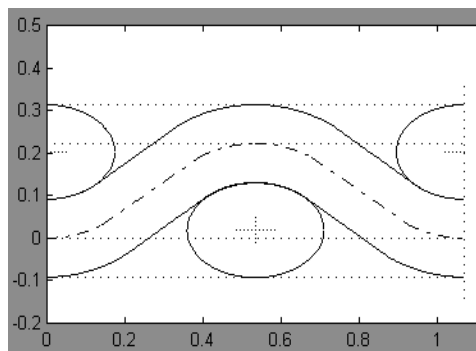
Уравнения верхней (нижней) ветви ос-

новы в пересечке "слева-направо":

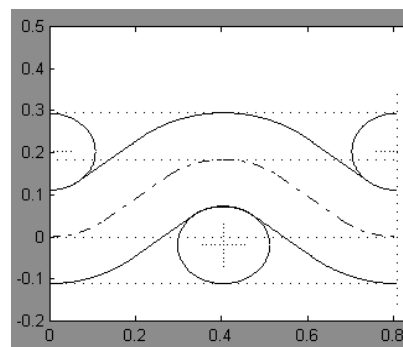
$$y_{OB(H)} = \begin{cases} b_{1B(H)}(1 - \sin t) \pm 0,5d_{OB(H)}, & t = \arccos\left(\frac{x}{a_{1B(H)}}\right), x = [0, x_{1B(H)}], \\ k_{B(H)}x + k_{1B(H)}, & x = [x_{1B(H)}, x_{1B(H)} + x_{12B(H)}], \\ b_{2B(H)}(\sin t - 1) + h_0 \pm 0,5d_{OB}, & t = \arccos\left(\frac{y_{\phi} - x}{a_{2B(H)}}\right), x = [x_{1B(H)} + x_{12B(H)}, y_{\phi}]. \end{cases} \quad (44)$$

Пересечка "справа-налево" выстраивается как зеркальное отображение пересечки "слева-направо". Профили нитей утка выстраиваются аналогичным образом. На

рис.1-а представлен построенный с помощью ЭВМ профиль второй основной, на рис. 1-б – профиль второй уточной нити раппорта образца.



а)



б)

Рис. 1

ВЫВОДЫ

Предложена методика и разработано программное обеспечение для расчета уработки и построения профилей нитей ткани полотняного переплетения по известным ее заправочным данным 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. С. 54...58.

2. Муратова Г.И. Совершенствование технологии выработки тканей на станках АТПР: Дисс....канд. техн. наук. – 1979.

3. Толубеева Г.И. Основы проектирования однослойных ремизных тканей: Учебник. – Иваново: ИГТА, 2005.

4. Юхина Е.А., Юхин С.С. Расчет уработки нитей по заправочным параметрам ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1994, № 2. С. 36...38.

5. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: Полный курс. – М.: Айрис-пресс, 2005.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 23.11.11.