

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ТКАНИ С РАЗНОУРАБАТЫВАЮЩИМИСЯ НИТЯМИ ОСНОВЫ**

**FORECASTING OF POSSIBILITY OF FORMATION
OF FABRIC WITH THE THREADS
OF A BASIS HAVING DIFFERENT SIZE OF SHRINKAGE**

Л.В. КОЖЕВНИКОВА, А.В. АДУСИНА, Т.Ю. КАРЕВА
L.V. KOZHEVNIKOVA, A.V. AVDUSINA, T.YU. KAREVA

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail :pti@igta.ru)

В статье приводится материал по теоретическому исследованию возможной величины разницы между величинами уработок разнопереплетающихся нитей основы при формировании тканей с рельефной структурой, тканей с продольными полосами, клетками и т.д., при которой технологический процесс будет протекать нормально. В результате проведенных исследований получено математическое выражение, позволяющее прогнозировать возможность формирования ткани с разноурабатываемыми нитями основы с учетом их жесткостных характеристик.

The material is given in article on theoretical research of possible size of a difference of shrinkages of different threads of a basis when forming fabrics with relief structure, fabrics with longitudinal strips, cages, etc. when technological process will normally proceed. As a result of the conducted researches mathematical expression which allows to predict possibility of formation of fabric with different basis threads taking into account their rigidity on a bend is received.

Ключевые слова: уработка основных нитей, ткани с рельефной структурой, продольными полосами, жесткость нитей на изгиб, возможность использования разных нитей.

Keywords: shrinkage of the main threads, fabric of relief structure, longitudinal strips, rigidity of threads on a bend, opportunity to use different basis threads in fabric.

В настоящее время на мировом рынке текстильных полотен преобладают ткани, имеющие разнообразные эффекты на поверхности, полученные как за счет использования нитей разной линейной плотности, сырьевого состава и структуры, так и за счет использования различных переплетений, имеющих значимо различную среднюю длину перекрытия нитей основы, за счет чего на ткани получают участки с выпуклой и вогнутой структурой. Однако использование переплетений с разной величиной уработки нитей основы в преде-

лах раппорта ткани приводит либо к обрывности, либо к провисанию последних. В связи с этим, прогнозирование возможной величины разницы между величинами уработок нитей основы при формировании тканей с рельефной структурой, тканей с продольными полосами, клетками и т.д., при котором технологический процесс будет протекать нормально, является задачей актуальной.

Нами проведены теоретические исследования по определению возможной величины разницы между значениями уработок

нитей основы, формирующих две продольных полосы ткани (плотность ткани в полосах одинаковая). Рассмотрим, как будет изменяться длина основной нити, идущей в одну и вторую полосы. Известно выражение для определения длины основы необходимой для формирования ткани:

$$L_o = \frac{L_{\text{тк}}}{1 - 0,01a_o}, \quad (1)$$

где $L_{\text{тк}}$ – длина отрезка ткани, мм; a_o – уработка нитей основы, %.

Тогда длина основы, необходимая для формирования одного и того же участка по длине ткани двух полос, будет определяться следующим образом:

$$L_{o1} = \frac{L_{\text{тк}}}{1 - 0,01a_{o1}}, \quad L_{o2} = \frac{L_{\text{тк}}}{1 - 0,01a_{o2}}, \quad (2)$$

где a_{o1}, a_{o2} – уработка нитей основы соответственно в первой и второй полосах ткани, %; L_{o1}, L_{o2} – длина основы, необходимая для формирования соответственно первой и второй полос одной длины ткани, мм.

Приравняем выражения (2) через $L_{\text{тк}}$. Таким образом, что

$$L_{o2}(1 - 0,01a_{o2}) = L_{o1}(1 - 0,01a_{o1}). \quad (3)$$

Предположим, что вторая полоса ткани формируется основными нитями, имеющими большую величину уработки, чем нити основы первой полосы. Тогда длина основы, необходимая для формирования второй полосы ткани, вследствие разницы уработок нитей, может быть больше длины основы, необходимой для формирования первой полосы ткани на некоторую величину ΔL :

$$L_{o2} = L_{o1} + \Delta L. \quad (4)$$

Подставив выражение (4) в формулу (3), получим:

$$(L_{o1} + \Delta L)(1 - 0,01a_{o2}) = L_{o1}(1 - 0,01a_{o1}). \quad (5)$$

Откуда следует, что

$$\Delta L = \frac{0,01L_{o1}(a_{o2} - a_{o1})}{1 - 0,01a_{o2}}. \quad (6)$$

В выражение (6) входит разница значений уработок нитей основы во второй и первой полосах ткани, которое можно представить в виде:

$$\Delta a = a_{o2} - a_{o1}. \quad (7)$$

Тогда выражение (6), записанное только через уработку нитей основы первой полосы ткани, примет следующий вид:

$$\Delta L = \frac{0,01L_{o1}\Delta a}{1 - 0,01(a_{o1} + \Delta a)}. \quad (8)$$

В действительности, на ткацком станке запас длины ΔL взять неоткуда, следовательно, эта величина будет соответствовать деформации нитей основы λ , то есть

$$\Delta L = \lambda L_{o2}, \quad (9)$$

где λ – деформация нитей основы второй полосы, мм.

Известно выражение для определения приращения натяжения нитей основы:

$$F = \frac{\lambda SE}{L_o}, \quad (10)$$

где S – площадь поперечного сечения нитей основы, мм²; E – модуль упругости нитей основы, МПа; λ – деформация нити основы, мм; L_o – приводимая длина основной нити, для которой рассчитывается деформация, мм.

В процессе формирования ткани нити основы испытывают деформацию от процессов зевобразования и прибоя. При этом наибольшее значение натяжения нити основы при выработке тканей средней линейной плотности имеет в момент прибоя. Таким образом, нити основы второй полосы в момент прибоя будут иметь суммарную деформацию λ_{o2} , мм:

$$\lambda_{o2} = \lambda_2 + \lambda_{np},$$

где λ_{np} – деформация нити основы от процесса приобоя, мм.

Для нормального протекания процесса ткачества необходимым условием является тот факт, что натяжение нити основы F_o (Н) должно быть значительно меньше разрывной нагрузки:

$$F_o \ll F_{p.n}, \quad (11)$$

где $F_{p.n}$ – разрывная нагрузка нитей основы, Н.

Как известно, разрывная нагрузка нитей основы может быть определена следующим образом:

$$F_{p.n} = Q_o T_o \cdot 10^{-2}, \quad (12)$$

где Q_o – относительная разрывная нагрузка, сН/текс; T_o – линейная плотность основной пряжи, текс.

Примем в первом приближении, что в процессе формирования ткани нить основы работает упруго [1]. В общей деформации (до момента разрушения материала)

упругая деформация, в зависимости от вида материала, может достигать 25...30%. Таким образом, для стабильного протека-

ния процесса ткачества с учетом (10) и (11) должно выполняться неравенство:

$$\lambda_2 + \lambda_{np} \ll \frac{0,25F_{p.n}L_o}{SE}, \quad (13)$$

где $S = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4}$; d_o – диаметр основной нити, мм.

Тогда выражение (13) с учетом (12) и (11) примет следующий вид:

$$\lambda_2 \ll \frac{L_o Q_o T_o \cdot 10^{-2}}{E\pi d_o^2} - \lambda_{np}. \quad (14)$$

Приняв во внимание, что, $\lambda_2 = \Delta L$ имеем:

$$\frac{0,01L_{o1}\Delta a}{1-0,01(a_{o1} + \Delta a)} \ll \frac{L_o Q_o T_o \cdot 10^{-2}}{E\pi d_o^2} - \lambda_{np}. \quad (15)$$

Выразим из (15) возможную величину разницы между уработками нитей основы первой и второй полос, при которой процесс формирования ткани будет протекать стабильно, то есть не будет наблюдаться обрывности. Введем обозначение:

$$A = \frac{L_o Q_o T_o \cdot 10^{-2}}{E\pi d_o^2},$$

тогда

$$\begin{aligned} \frac{0,01L_{o1}\Delta a}{1-0,01(a_{o1} + \Delta a)} &\ll A - \lambda_{np}, \\ 0,01L_{o1}\Delta a &\ll (A - \lambda_{np})(1 - 0,01(a_{o1} + \Delta a)), \\ \Delta a(0,01L_{o1} + 0,01A - 0,01\lambda_{np}) &\ll (A - \lambda_{np})(1 - 0,01a_{o1}), \\ \Delta a &\ll \frac{(A - \lambda_{np})(1 - 0,01a_{o1})}{0,01(L_{o1} + A - \lambda_{np})}. \end{aligned} \quad (16)$$

Выражение (16) позволяет спрогнозировать поведение нитей основы в процессе ткачества. В силу равенства длины, идущей на формирование первой полосы ткани L_{o1} , и длины, на которую рассчиты-

вается деформация L_o , будет справедливо выражение $L_{o1} = L_o$, и уравнение (16) примет окончательный вид:

$$\Delta a \leq \frac{\left(\frac{L_o Q_o T_o \cdot 10^{-2}}{E \pi d_o^2} - \lambda_{np} \right) (1 - 0,01 \cdot a_{o1})}{0,01 \left(L_o + \frac{L_o Q_o T_o \cdot 10^{-2}}{E \pi d_o^2} - \lambda_{np} \right)} = \frac{\left(\frac{Q_o T_o 10^{-2}}{E \pi d_o^2} - \frac{\lambda_{np}}{L_o} \right) (1 - 0,01 a_{o1})}{0,01 \left(1 + \frac{Q_o T_o \cdot 10^{-2}}{E \pi d_o^2} - \frac{\lambda_{np}}{L_o} \right)}. \quad (17)$$

Следует заметить, что длина основной нити, подвергающейся деформации в процессе формирования ткани, принимается от точки схода основы с ткацкого навоя до опушки ткани в момент заступа. Выполним расчет возможной разницы значений уработок нитей основы при формировании хлопчатобумажной ткани 123 артикула, для которой $P_o = 246$ нит/дм, $P_y = 224$ нит/дм, $a_o = 7\%$, $a_y = 6,9\%$, $T_o = 25$ текс, $T_y = 29$ текс. Принимаем модуль упругости нитей для основной хлопчатобумажной пряжи 25 текс $E = 1170$ МПа, $Q_o = 11$ сН/текс, $L_o = 1,042 = 1042$ мм. Тогда, согласно формуле (17) и с учетом того, что $d_o = 0,03162 c_o \sqrt{T_o} \tau_o$, и принимая $\tau_o = 0,95$, получим $\Delta a \leq 1,06\%$.

Модуль упругости нитей для каждого конкретного случая необходимо определять экспериментально. Например, в случае если модуль упругости нитей основы

будет равен 1500 МПа, то согласно формуле (17) $\Delta a \leq 0,64\%$.

ВЫВОДЫ

Получено выражение, позволяющее прогнозировать возможность формирования ткани с разноурбатываемыми нитями основы с учетом их жесткостных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Власов П.В., Сумарукова Р.И., Юхин С.С. Теория процессов, технология и оборудование ткацкого производства: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., Легпромбыт-издат, 1995.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 11.11.13.