

вен нулю) и температура в любой точке материала одинакова и равно температуре мокрого термометра t_m .

Температура поверхности нити T_n определяется на основе применения закона конвективного теплообмена [1, с.92]. Оценку коэффициента теплообмена к воздуху рекомендуется производить согласно критерия (теплообмена) Нуссельта $N_{U_{ж,д}}$ [4]. Учитывая турбулентный характер течения воздуха в ПТУ, температура на поверхности нити при пневмотермотекстурировании определяется следующей математической моделью:

$$T_n = T_n = T_m = T_c - \frac{q_n \cdot d_{пк}}{0,018 \left[\frac{v_b \cdot d_{пк}}{v_b} \right]^{0,8} \cdot \lambda_b}, \quad (10)$$

где λ_b – коэффициент теплопроводности воздуха при температуре T_b ; $d_{пк}$ – диаметр подводящего канала ПТУ; v_b – вязкость воздуха при температуре T_b ;

Таким образом, вышеизложенная методика оценки параметров процесса пневмотермотекстурирования позволяет произвести оценку основных термодинамических параметров данного технологического процесса и может быть рекомендована для практического использования. В качестве исходных термодинамических параметров процесса пневмотермотекстурирования рекомендуется принимать температуру пластичности и плавления полимерного материала, используемого в качестве стержневого компонента ПТН.

Литература

1. Лыков А.В. Теория сушки. М., Энергия, 1968 – 472 с.
2. Лыков А.В. Теория тепло- и массопереноса. М., Госэнергоиздат, 1963 – 536 с.
3. Михайлов Ю.А. Применение системы дифференциальных уравнений тепло- и массообмена к процессу конвективной сушки., Известия АН Латвийской ССР, №12, 1956.
4. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. – М.:Гос.изд. физико-математ. Литературы, 1961.– 496 с.

УДК 677.024.83

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ЗЕВООБРАЗОВАНИЯ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ

Башметов А.В., Ярыго Э.В.

В работе [1] предложена методика расчета перемещений опушки ткани и натяжения нитей основы при зевобразовании на ткацком станке. Однако при этом не учитываются силы трения основных нитей в галевах и ламельном приборе.

Определим влияние сил трения нитей основы на процесс зевобразовании. Для этого введем понятие «начальный момент времени», под которым понимаем условное начальное положение нитей основы и ткани, при котором отсутствует воздействие ремизного прибора на нити основы, т.е. нити основы и ткань на участке от направляющего элемента ткани до ламельного прибора расположены по прямой линии.

Схема зева приведена на рис. 1.

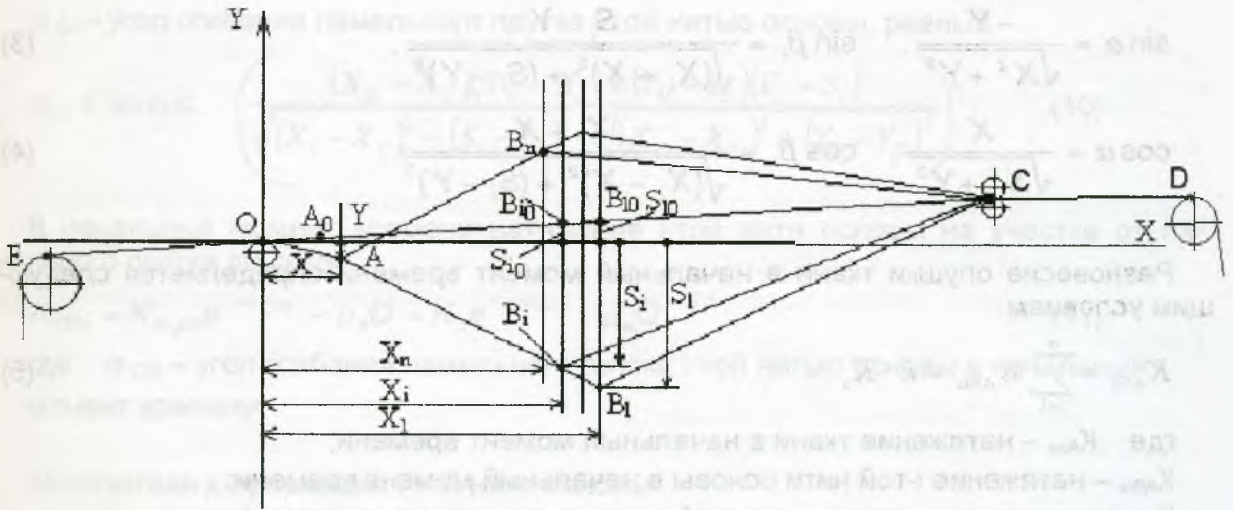


Рис. 1. Схема зева

На рисунке приняты следующие условные обозначения: $E (X_E, Y_E)$ – координаты точки набегания ткани на грудницу, $O (0, 0)$ – координаты точки контакта ткани с направляющим элементом, $A_0 (X_0, Y_0)$ – положение опушки ткани в начальный момент времени, $A (X, Y)$ – положение опушки ткани при зевобразовании, $B_{i0} (X_{i0}, S_{i0})$ – положение глазка галева i -той ремизки в начальный момент времени, $B_i (X_i, S_i)$ – положение глазка галева i -той ремизки при зевобразовании, $C (X_C, Y_C)$ – координаты точки выхода нитей основы из ламельного прибора, $D (X_D, Y_D)$ – координаты точки схода нитей основы со скала, i – порядковый номер ремизки, n – раппорт проборки основных нитей в ремиз. Ось Y параллельна линии движения ремизок.

Рассмотрим равновесие опушки ткани. Зона опушки ткани представлена на рис. 2.

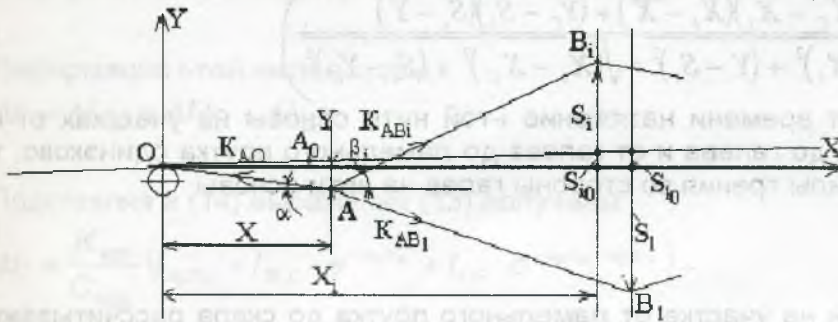


Рис. 2. Расчетная схема

Принятые условные обозначения: K_{AO} – натяжение ткани в расчете на n нитей основы, K_{ABi} – натяжение, действующее на опушку ткани со стороны i -той нити основы, α – угол между K_{AO} и осью OX , β_i – угол между K_{ABi} и осью OX .

Условие равновесия опушки ткани в векторном виде

$$\overline{K_{AO}} = \sum_{i=1}^n \overline{K_{ABi}} \quad (1)$$

Перейдем от векторного вида к координатному

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n (K_{ABi} \cos \beta_i) - K_{AO} \cos \alpha &= 0 \\ \sum_{i=1}^n (K_{ABi} \sin \beta_i) + K_{AO} \sin \alpha &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где

$$\sin \alpha = \frac{-Y}{\sqrt{X^2 + Y^2}}, \quad \sin \beta_i = \frac{S_i - Y}{\sqrt{(X_i - X)^2 + (S_i - Y)^2}}, \quad (3)$$

$$\cos \alpha = \frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}}, \quad \cos \beta_i = \frac{X_i - X}{\sqrt{(X_i - X)^2 + (S_i - Y)^2}}. \quad (4)$$

Равновесие опушки ткани в начальный момент времени определяется следующим условием

$$K_{AO_3} = \sum_{i=1}^n K_{ABi_3} = n \cdot K_3, \quad (5)$$

где K_{AO_3} – натяжение ткани в начальный момент времени;

K_{ABi_3} – натяжение i -той нити основы в начальный момент времени;

K_3 – заправочное натяжение одной нити основы на участке от опушки ткани до ламельных прутков.

Натяжение i -той нити основы до и после глазков галев будет различным. По формуле Эйлера

$$K_{BiC} = K_{ABi} \cdot e^{-\mu_B \alpha_{Bi}}, \quad (6)$$

где K_{BiC} – натяжение нити основы на участке между ремизным и ламельным приборами;

μ_B – коэффициент трения нити основы о галево;

α_{Bi} – угол огибания глазка галева i -той нитью основы, равный

$$\alpha_{Bi} = \arccos \left(\frac{(X_C - X_i)(X_i - X) + (Y_C - S_i)(S_i - Y)}{\sqrt{(X - X_i)^2 + (Y - S_i)^2} \cdot \sqrt{(X_i - X_C)^2 + (S_i - Y_C)^2}} \right). \quad (7)$$

В начальный момент времени натяжение i -той нити основы на участках от направляющего элемента до галева и от галева до ламельного прутка одинаково, т.к. при этом отсутствуют силы трения со стороны галев на нити основы

$$K_{BiC_3} = K_{ABi_3} = K_3. \quad (8)$$

Натяжение i -той нити на участке от ламельного прутка до скала рассчитывается аналогично расчету натяжения нитей основы на участке от галев до ламельного прутка, но с учетом взаимодействия нити основы и ламели

$$K_{CD} = K_{BiC} \cdot e^{-\mu_C \alpha_{Ci}} - \mu_L Q = K_{EBi} \cdot e^{-\mu_B \alpha_{Bi} - \mu_C \alpha_{Ci}} - \mu_L Q, \quad (9)$$

где K_{CD} – натяжение i -той нити основы на участке CD;

μ_C – коэффициент трения нити основы о ламельный пруток;

μ_L – коэффициент трения нити основы о ламель;

Q – масса ламели;

α_{Ci} – угол огибания ламельного прутка i -той нитью основы, равный

$$\alpha_{Ci} = \arccos \left(\frac{(X_D - X_C)(X_C - X_i) + (Y_D - Y_C)(Y_C - S_i)}{\sqrt{(X_i - X_C)^2 + (S_i - Y_C)^2} \cdot \sqrt{(X_C - X_D)^2 + (Y_C - Y_D)^2}} \right). \quad (10)$$

В начальный момент времени натяжение i -той нити основы на участке от ламельного прутка до скало

$$K_{CD3} = K_{BiC3} e^{-\mu_C \alpha_{Ci0}} - \mu_n Q = K_3 e^{-\mu_C \alpha_{Ci0}} - \mu_n Q, \quad (11)$$

где α_{Ci0} – угол огибания ламельного прутка i -той нитью основы в начальный момент времени.

Абсолютная деформация i -той нити основы

$$\Delta l_i = (l_{ABi} + l_{BiC}) - (l_{A_0Bi_0} + l_{Bi_0C}), \quad (12)$$

где

$$l_{ABi} = \sqrt{(X_i - X)^2 + (S_i - Y)^2}, \quad l_{BiC} = \sqrt{(X_C - X_i)^2 + (Y_C - S_i)^2},$$

$$l_{A_0Bi_0} = \sqrt{(X_{i_0} - X_0)^2 + (S_{i_0} - Y_0)^2}, \quad l_{Bi_0C} = \sqrt{(X_C - X_{i_0})^2 + (Y_C - S_{i_0})^2}.$$

Удлинения участков нити основы, выраженные через увеличение натяжения при зевобразовании

$$\Delta l_{ABi} = (K_{ABi} - K_3) \frac{l_{A_0Bi_0}}{C_{1MO}}, \quad \Delta l_{BiC} = (K_{BiC} - K_3) \frac{l_{Bi_0C}}{C_{1MO}}, \quad \Delta l_{CD} = (K_{CD} - K_{CD3}) \frac{l_{CD}}{C_{1MO}}. \quad (13)$$

Деформация i -той нити основы

$$\Delta l_i = \Delta l_{ABi} + \Delta l_{BiC} + \Delta l_{CD}. \quad (14)$$

Подставляя в (14) выражения (13) получаем

$$\begin{aligned} \Delta l_i = & \frac{K_{ABi}}{C_{1MO}} (l_{A_0Bi_0} + l_{Bi_0C} \cdot e^{-\mu_B \alpha_{Bi}} + l_{CD} \cdot e^{-\mu_B \alpha_{Bi} - \mu_C \alpha_{Ci}}) - \\ & - \frac{K_3}{C_{1MO}} (l_{A_0Bi_0} + l_{Bi_0C} + l_{CD} \cdot e^{-\mu_C \alpha_{Ci}}) \end{aligned} \quad (15)$$

Откуда

$$K_{ABi} = \frac{A_i + \Delta l_i C_{1MO}}{l_{A_0Bi_0} + (l_{Bi_0C} + l_{CD} \cdot e^{-\mu_C \alpha_{Ci}}) e^{-\mu_B \alpha_{Bi}}}, \quad (16)$$

где

$$A_i = K_3 (l_{A_0Bi_0} + l_{Bi_0C} + l_{CD} \cdot e^{-\mu_C \alpha_{Ci}}). \quad (17)$$

Абсолютная деформация ткани

$$\Delta l_{тк} = l_{OA} - l_{OA_0} = \sqrt{X^2 + Y^2} - \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}. \quad (18)$$

Деформация участков ткани, выраженная через приращение натяжения при зевобразовании

$$\Delta l_{тк} = \Delta l_{AO} + \Delta l_{OE}, \quad (19)$$

где

$$\Delta l_{AO} = (K_{AO} - K_3) \frac{l_{AO}}{C_{1тк}}, \quad \Delta l_{OE} = (K_{OE} - K_{OE3}) \frac{l_{OE}}{C_{1тк}}. \quad (20)$$

Натяжение ткани на участке от грудницы до направляющего элемента ткани

$$K_{OE} = K_{AO} \cdot e^{-\mu_0 \alpha_0}, \quad (21)$$

где α_0 – угол огибания тканью направляющего элемента при зевобразовании, равный

$$\alpha_0 = \arccos \left(\frac{-X_E X - Y_E Y}{\sqrt{X^2 + Y^2} \cdot \sqrt{X_E^2 + Y_E^2}} \right). \quad (22)$$

Натяжение ткани на участке от грудницы до направляющего элемента ткани в начальный момент времени

$$K_{OE3} = K_{AO3} e^{-\mu_0 \alpha_{00}} = K_3 \cdot e^{-\mu_0 \alpha_{00}}, \quad (23)$$

где α_{00} – угол огибания тканью направляющего элемента в начальный момент времени.

Подставляя (20), (21), (23) в (19) получим

$$\Delta l_{тк} = \frac{K_{AO}}{C_{1тк}} (l_{OA_0} + l_{OE} \cdot e^{-\mu_0 \alpha_0}) - \frac{K_3}{C_{1тк}} (l_{OA_0} + l_{OE} e^{-\mu_0 \alpha_{00}}). \quad (24)$$

Откуда

$$K_{AO} = \frac{K_3 (l_{OA_0} + l_{OE} e^{-\mu_0 \alpha_{00}}) + \Delta l_{тк} C_{1тк}}{l_{OA_0} + l_{OE} e^{-\mu_0 \alpha_0}} = \frac{B + \Delta l_{тк} C_{1тк}}{l_{OA_0} + l_{OE} e^{-\mu_0 \alpha_0}}, \quad (25)$$

где

$$B = K_3 (l_{OA_0} + l_{OE} e^{-\mu_0 \alpha_{00}}). \quad (26)$$

Подставляя (16) и (25) в (2), получаем

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i + \Delta l_i C_{1м.о.}}{l_{A_0 B_i_0} + (l_{B_i_0 C} + l_{CD} e^{-\mu_c \alpha_{ci}}) e^{-\mu_b \alpha_{bi}}} \cos \beta_i \right) - \frac{B + \Delta l_{тк} C_{1тк}}{l_{OA_0} + l_{OE} e^{-\mu_0 \alpha_0}} \cos \alpha = 0 \\ \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i + \Delta l_i C_{1м.о.}}{l_{A_0 B_i_0} + (l_{B_i_0 C} + l_{CD} e^{-\mu_c \alpha_{ci}}) e^{-\mu_b \alpha_{bi}}} \sin \beta_i \right) + \frac{B + \Delta l_{тк} C_{1тк}}{l_{OA_0} + l_{OE} e^{-\mu_0 \alpha_0}} \sin \alpha = 0 \end{aligned} \right\} \cdot (27)$$

Решением этой системы является положение опушки ткани с координатами (X, Y). Подставляя полученные значения X и Y в (7), (12), (17), находим натяжение i-той нити основы на участке от опушки ткани до галева и из формул (6), (7), (9) и (10) определяем натяжение i-той нити на остальных участках заправки. Натяжение ткани определяем из формулы (25).

Таким образом, представленная методика позволяет определить перемещения опушки ткани и натяжение нитей основы и ткани при зевобразовании с учетом сил трения, действующих на нити основы со стороны рабочих органов ткацкого станка.

Литература

1. Башметов А.В., Силивончик В.В. Анализ разнонатянутости основных нитей на ткацком станке с учётом перемещения опушки ткани. Вестник ВГТУ, 1999

УДК 677.022.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СИНЕЛЕЧНЫХ НИТЕЙ

*Петюль И.А., Калмыкова Е.А., Невских В.В.,
Коган А.Г.*

В последнее время особой популярностью пользуются мебельные, костюмные, курточные ткани, выработанные с использованием синелечных нитей.

На ПО «Виттекс» для производства синели используется модернизированная машина СИМ-3, на которой был проведен двухфакторный эксперимент по оптимизации основных параметров технологического процесса. В качестве входных параметров были приняты:

X_1 – частота вращения выпускных роликов, $n_{\text{рол}}$, мин^{-1}

X_2 – частота вращения веретен, $n_{\text{вер}}$, мин^{-1}

На основании предварительного эксперимента были установлены уровни и интервалы варьирования факторов X_1 и X_2 . Фактор X_1 изменялся в пределах от 17 до 22 с интервалом 5 мин^{-1} , фактор X_2 - от 950 до 1350 с интервалом 200 мин^{-1} .

В качестве критериев оптимизации при указанных изменениях частоты вращения выпускных роликов и веретен были использованы: линейная плотность синели, T_c ; коэффициент вариации по линейной плотности, $C_v(T)$; коэффициент объемности, K_v ; крутка нити, K ; абсолютная разрывная нагрузка, R ; относительная разрывная нагрузка, R_o ; прочность закрепления ворса, P_3 .

Определение численных значений критериев оптимизации проводилось по специально разработанным методикам.

Коэффициент объемности, характеризующий объемное содержание в синели ворсовой нити, рассчитывался по формуле:

$K_v = V_v / V_c$, где

V_v – объем, занимаемый ворсовой нитью, мм^3

V_c – объем цилиндра, занимаемый в пространстве синелью с высотой ворса h , мм^3 .

Полученные данные обрабатывались с помощью прикладных программ на ЭВМ. Зависимости критериев оптимизации от входных параметров описывались полиномами второго порядка, которые имеют вид:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{12}x_1x_2 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2$$

С помощью программы «Statistic for Windows» были получены математические модели и их графические изображения, рассчитаны коэффициенты регрессии полученных моделей и, используя критерий Стьюдента, исключены незначимые. Коэффициенты полученных математических моделей представлены в таблице 1.