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

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

$$T_п = T_ц = T_м = T_с - \frac{q_п \cdot d_{пк}}{0{,}018 \left[\frac{v_в \cdot d_{пк}}{\nu_в}\right]^{0,8} \cdot \lambda_в}, \qquad (10)$$

где $\lambda_в$ – коэффициент теплопроводности воздуха при температуре $T_в$; $d_{пк}$ – диаметр подводящего канала ПТУ; $\nu_в$ – вязкость воздуха при температуре $T_в$;

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 зевообразовании 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 зевообразования. 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.

Витебский государственный технологический университет

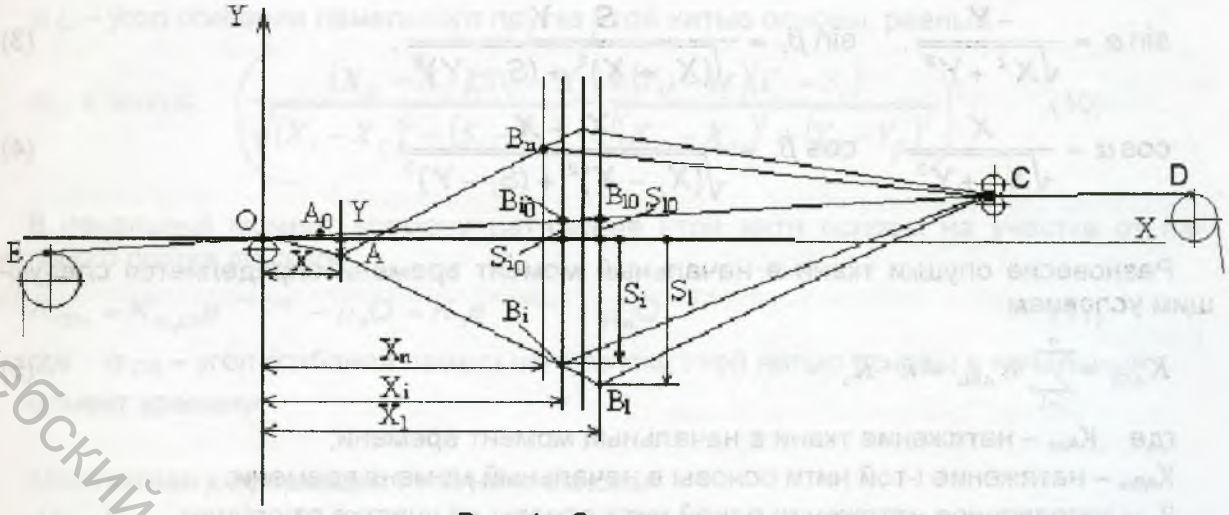


Рис. 1. Схема зева

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 зевообразовании, 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 зевообразовании, 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.

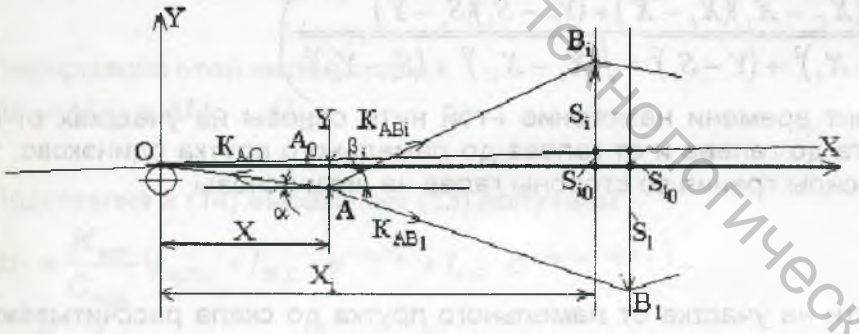


Рис. 2. Расчетная схема

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

$$\overrightarrow{K_{AO}} = \sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{K_{ABi}} \qquad (1)$$

Перейдем от векторного вида к координатному

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

Витебский государственный технологический университет

где

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

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

Равновесие опушки ткани в начальный момент времени определяется следующим условием

$$K_{AOз} = \sum_{i=1}^{n} K_{ABiз} = n \cdot K_з, \tag{5}$$

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

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

$K_з$ – 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

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

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

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

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

$$K_{BiCз} = K_{ABiз} = K_з. \tag{8}$$

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

$$K_{CD} = K_{BiC} \cdot e^{-\mu_C \alpha_{Ci}} - \mu_л Q = K_{EBi} \cdot e^{-\mu_B \alpha_{Bi} - \mu_C \alpha_{Ci}} - \mu_л Q, \tag{9}$$

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

μ_C – коэффициент трения нити основы о ламельный пруток;

$\mu_л$ – коэффициент трения нити основы о ламель;

Q – масса ламели;

Витебский государственный технологический университет

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

$$K_{CDз} = K_{Bi_0Cз}e^{-\mu_C\alpha_{Ci_0}} - \mu_л Q = K_з e^{-\mu_C\alpha_{Ci_0}} - \mu_л Q, \quad (11)$$

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

Абсолютная деформация i-той нити основы

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

где

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

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

Удлинения участков нити основы, выраженные через увеличение натяжения при зевообразовании

$$\Delta l_{ABi} = (K_{ABi} - K_з)\frac{l_{A_0Bi_0}}{C_{1мо}}, \; \Delta l_{BiC} = (K_{BiC} - K_з)\frac{l_{Bi_0C}}{C_{1мо}}, \; \Delta l_{CD} = (K_{CD} - K_{CDз})\frac{l_{CD}}{C_{1мо}}. \quad (13)$$

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

$$\Delta l_i = \frac{K_{ABi}}{C_{1м.о.}}\left(l_{A_0Bi_0} + l_{Bi_0C}\cdot e^{-\mu_B\alpha_{Bi}} + l_{CD}\cdot e^{-\mu_B\alpha_{Bi} - \mu_C\alpha_{Ci}}\right) -$$

$$- \frac{K_з}{C_{1м.о.}}\left(l_{A_0Bi_0} + l_{Bi_0C} + l_{CD}\, e^{-\mu_C\alpha_{C_0}}\right) \quad (15)$$

Откуда

$$K_{ABi} = \frac{A_i + \Delta l_i C_{1м.о.}}{l_{A_0Bi_0} + \left(l_{Bi_0C} + l_{CD}\; e^{-\mu_C\alpha_{Ci}}\right) e^{-\mu_B\alpha_{Bi}}}, \quad (16)$$

где

$$A_i = K_з\left(l_{A_0Bi_0} + l_{Bi_0C} + l_{CD}\cdot e^{-\mu_C\alpha_{Ci_0}}\right). \quad (17)$$

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 зевообразовании

Витебский государственный технологический университет

$$\Delta l_{тк} = \Delta l_{AO} + \Delta l_{OE}, \tag{19}$$

где

$$\Delta l_{AO} = (K_{AO} - K_з)\frac{l_{A_0O}}{C_{1тк}}, \qquad \Delta l_{OE} = (K_{OE} - K_{OEз})\frac{l_{OE}}{C_{1тк}}. \tag{20}$$

Натяжение ткани на участке от грудницы до направляющего элемента ткани

$$K_{OE} = K_{AO} \cdot e^{-\mu_o \alpha_o}, \tag{21}$$

где α_o – угол огибания тканью направляющего элемента при зевообразовании, равный

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

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

$$K_{OEз} = K_{AOз}\ e^{-\mu_o \alpha_{o_0}} = K_з \cdot e^{-\mu_o \alpha_{o_0}}, \tag{23}$$

где α_{o0} – угол огибания тканью направляющего элемента в начальный момент времени.

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

$$\Delta l_{тк} = \frac{K_{AO}}{C_{1тк}}\left(l_{OA_0} + l_{OE} \cdot e^{-\mu_o \alpha_o}\right) - \frac{K_з}{C_{1тк}}\left(l_{OA_0} + l_{OE}\, e^{-\mu_o \alpha_{o_0}}\right). \tag{24}$$

Откуда

$$K_{AO} = \frac{K_з\left(l_{OA_0} + l_{OE}\ e^{-\mu_o \alpha_{o_0}}\right) + \Delta l_{тк} C_{1тк.}}{l_{OA_0} + l_{OE}\ e^{-\mu_o \alpha_o}} = \frac{B + \Delta l_{тк} C_{1тк.}}{l_{OA_0} + l_{OE} \cdot e^{-\mu_o \alpha_o}}, \tag{25}$$

где

$$B = K_з\left(l_{OA_0} + l_{OE}\ e^{-\mu_o \alpha_{o_0}}\right). \tag{26}$$

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

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{A_i + \Delta l_i\ C_{1м.о.}}{l_{A_0 Bi_0} + \left(l_{Bi_0 C} + l_{CD}\ e^{-\mu_C \alpha_{Ci}}\right) e^{-\mu_B \alpha_{Bi}}}\cos\beta_i\right) - \frac{B + \Delta l_{тк} C_{1тк.}}{l_{OA_0} + l_{OE} \cdot e^{-\mu_o \alpha_o}}\cos\alpha = 0 \\ &\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{A_i + \Delta l_i\ C_{1м.о.}}{l_{A_0 Bi_0} + \left(l_{Bi_0 C} + l_{CD}\ e^{-\mu_C \alpha_{Ci}}\right) e^{-\mu_B \alpha_{Bi}}}\sin\beta_i\right) + \frac{B + \Delta l_{тк} C_{1тк.}}{l_{OA_0} + l_{OE} \cdot e^{-\mu_o \alpha_o}}\sin\alpha = 0 \end{aligned}\right\} \cdot \tag{27}$$

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 зевообразовании с учетом сил трения, действующих на нити основы со стороны рабочих органов ткацкого станка.

Витебский государственный технологический университет

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, $n_{рол}$, мин$^{-1}$

X_2 – частота вращения веретен, $n_{вер}$, 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, К; абсолютная разрывная нагрузка, R; относительная разрывная нагрузка, R_o; прочность закрепления ворса, $P_з$.

Определение численных значений критериев оптимизации проводилось по специально разработанным методикам.

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

$K_v=V_в/ V_c$, где

$V_в$ – 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.

Витебский государственный технологический университет