

Литература

1. Коган А.Г., Баранова А.А., Цыдик Г.А. Производство трехкомпонентной пряжи с использованием льняных волокон // Международная научно-техническая конференция «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (Прогресс-99). 24 – 27 мая 1999 г.: Сб. матер. Ч.1. - Иваново, 1999. – С. 46 – 48.
2. Кухарев М.С., Лебедев Г.Е. Использование льняного волокна в отраслях текстильной промышленности //Текстильная промышленность. - N 3. - 1997. – С.14 –17.

УДК 677.072.786

КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ПНЕВМОТЕРМОТЕКСТУРИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ НИТЕЙ.

Кузнецов А.А., Ольшанский В.И.

Известно, что метод пневмотекстурирования комплексных химических нитей является одним из наиболее перспективных способов получения пряжеподобных нитей, однако значительная энергоемкость данного технологического процесса и недостаточное качество ПТН, как правило, приводит к их ограниченному производству. С целью улучшения специфических свойств ПТН и снижения энергозатрат при их получении, авторами данной работы предлагается производить формирование структуры ПТН в условиях влажно-тепловой обработки компонентов. Применение воздушного теплового потока позволит совместить процессы формирования и термостабилизации структуры ПТН.

В целях обеспечения рациональных режимов технологического процесса пневмотермотекстурирования возникает необходимость в оценке основных параметров данного процесса. К таким параметрам следует отнести:

- интенсивность тепловлагообмена в аэродинамическом устройстве;
- значение температур на поверхности и в центре нити.

Согласно классификации академика Лыкова А.В. [1], изделия текстильной промышленности (текстильные нити, ткани, трикотаж и т.д.) можно отнести к капиллярно-пористым коллоидным материалам. Для определения интенсивности тепловлагообмена в аэродинамическом устройстве процесс пневмотермотекстурирования, в дальнейшем, будет рассматриваться как процесс высокоскоростной сушки капиллярно-пористых тел. Экспериментальные исследования процесса пневмотермотекстурирования химических нитей показывают, что при соблюдении условий постоянства режимных параметров t_c , φ , v и при одинаковых определяющих размерах интенсивность сушки и интенсивность испарения жидкости оказываются одинаковыми. Система ДУ тепло- и массопереноса [2] для конвективной сушки решается при граничных условиях третьего рода [2, 3]:

$$\begin{cases} \frac{\partial T(1, F_0)}{\partial X} - Bi_q \cdot [1 - T(1, F_0)] + (1 - \varepsilon) \cdot K_0 \cdot Lu \cdot Ki_m = 0 & (1) \\ -\frac{\partial U(1, F_0)}{\partial X} + P_n \cdot \frac{\partial T(1, F_0)}{\partial X} + Ki_m = 0 & (2) \end{cases}$$

где U – изменение влагосодержания; Bi_q – критерий Био теплообмена; Ki_m – массообменный критерий Кирпичева; Bi_m – критерий Био массообмена; $X=x/R$ – безразмерная координата; x – текущее значение радиуса нити (м);

R – радиус нити (м); $T = (t - t^*) / (t_c - t^*)$ – безразмерная температура; t – текущее значение температуры ($^{\circ}\text{C}$); t_c – температура среды ($^{\circ}\text{C}$); t^* – исходное значение температуры обрабатываемой нити ($^{\circ}\text{C}$); F_0 – критерий Фурье; ε – коэффициент фазового превращения; K_0 – критерий Коссовича; Pn – критерий Поснова; Lu – критерий Лыкова.

Задачу будем считать симметричной, то есть

$$\frac{\partial T(0, F_0)}{\partial X} = \frac{\partial U(0, F_0)}{\partial X} = 0, \quad T(0, F_0) = U(0, F_0) \quad (3)$$

В конце периода постоянной скорости сушки распределение T и U следует закону параболы [2]. Однако можно воспользоваться [2] более простыми начальными условиями в следующем виде [2]:

$$T(X, F_0) = U(X, F_0) = 0, \quad (4)$$

и отсчет времени производится от начала процесса термомпневмотекстурирования. В этом случае при решении системы ДУ для конвективной сушки не накладываются ограничения на функции потока тепла $q_n(\tau)$ и плотности потока влаги $j_n(\tau)$. В период постоянной скорости сушки значения $q_n(\tau)$ и $j_n(\tau)$ принимаются постоянными. Решение системы дифференциальных уравнений для конвективной сушки с учетом закона конвективного теплообмена Ньютона [1, с.92], закона поверхностного массообмена Дальтона [1, 91], ограничениями третьего рода (1), (2) и условиями симметрии (3), (4) выполнено Ю.А. Михайловым в работе [3]. Если обозначить скорость термообработки в период постоянной скорости сушки через N , отношение объема камеры пневмотекстурирования к площади поверхности нити через R_v , а плотность сухого материала через ρ_0 , то решение дифференциальных уравнений приводится к следующему виду:

$$q_n = \gamma \cdot \rho_0 \cdot N \cdot \frac{1}{100} \cdot R_v, \quad (5)$$

где $N = dW/d\tau$ – скорость сушки в первом периоде, %/с; γ – удельная теплота испарения, кДж/кг.

Таким образом, по величине скорости сушки можно определить интенсивность теплообмена q_n . Скорость термообработки (сушки) в первом периоде N удобно определять экспериментально:

$$N = \frac{W_y - W_{\text{вто}}}{W_c \cdot \tau} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где W_y – вес ПТН, полученной с увлажнения и без термообработки; W_c – вес ПТН, полученной без увлажнения и термообработки; $W_{\text{вто}}$ – вес ПТН, полученной в условиях влажно-тепловой обработки; $\tau = L/v$ – продолжительность термообработки нити; L – длина зоны формирования ПТН (камеры пневмотекстурирования); v – скорость выпуска.

Проведенные экспериментальные исследования указывают на то, что скорость процесса пневмотекстурирования не зависит от давления, а определяется только его температурой.

Значение отношения объема камеры пневмотекстурирования к площади поверхности нити R_v определяется следующим соотношением:

$$R_v = \frac{\pi \cdot r_n^2 \cdot l}{2 \pi \cdot R \cdot L} \quad (8)$$

где r_n – радиус обрабатываемой нити, м; R – радиус камеры пневмотекстурирования, м; l – длина зоны постоянного давления сжатого воздуха при обтекании нити, м.

Длину зоны постоянного давления сжатого воздуха рекомендуется определить на основе струйного взаимодействия сжатого воздуха с твердым телом [4]:

$$l = \frac{d_0}{2 \sqrt{q}} \cdot \frac{64 \cdot \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k-1} \cdot \frac{k^3}{4 \cdot k^2 - 1} \cdot \frac{q^k}{1 - q^{2k}}}{\pi + 4 + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \cdot \frac{k^3}{4 \cdot k^2 - 1} \cdot \frac{q^{2k}}{1 - q^{2k}}}, \quad (9)$$

где d_0 – диаметр канала пневмотекстурирования, м; $q = v_1^2/v_2^2$ – отношение скоростей в канале пневмотекстурирования v_1 к скорости в подводящем канале v_2 ; k – количество членов математического ряда.

Оценку скоростей в канале пневмотекстурирования v_1 и в подводящем канале v_2 рекомендуется производить на основе совместного решения уравнения неразрывности и уравнения Бернулли для адиабатического процесса. Однако, проведенное математическое моделирование аэродинамических параметров ПТУ указывает на то, что длина зоны постоянного давления l (применительно к процессу пневмотекстурирования зона воздействия теплового потока на текстильную нить) определяется только геометрическими параметрами устройства и не зависит от параметров влажно-тепловой обработки. При использовании в качестве аэродинамического устройства одноканального ПТУ, разработанного на кафедре ПНХВ ВГТУ, длина зоны воздействия теплового потока l составляет 1,244 мм, а значение показателя $R_v = 1,34 \cdot 10^{-6}$ м. На рис. 1. представлена зависимость теплового потока q_n от температуры воздуха t_a .

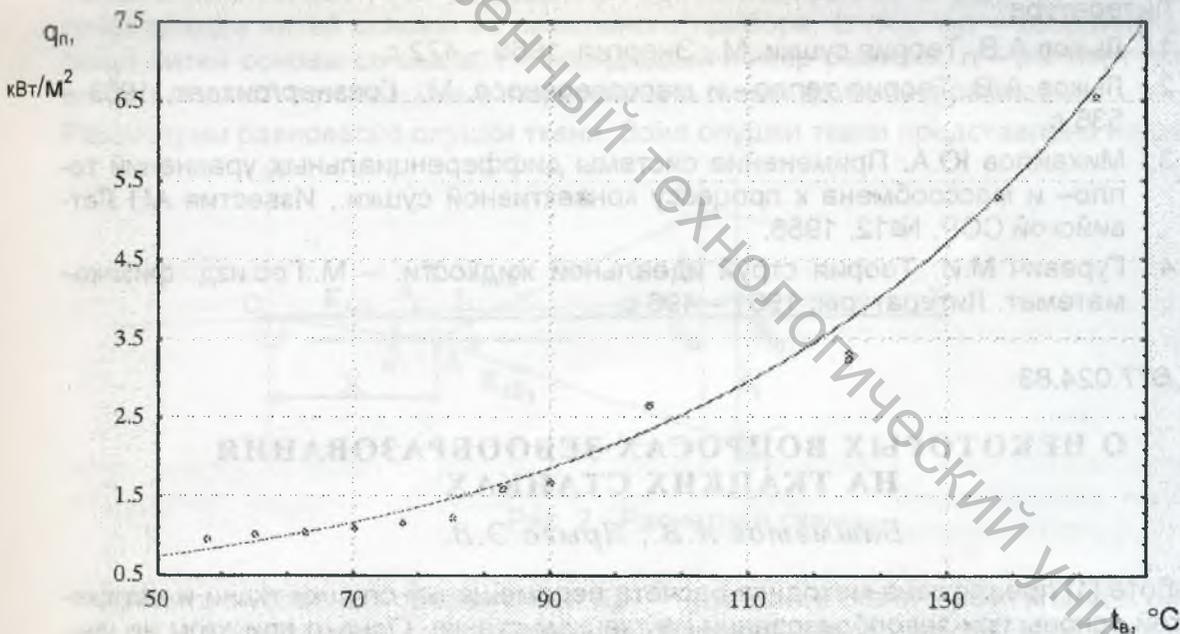


Рис. 1. Зависимость плотности теплового потока q_n от температуры сжатого воздуха t_a .

Таким образом, на основе применения соотношений (5)–(9) появляется возможность оценки интенсивности теплообмена в аэродинамическом устройстве при пневмотекстурировании.

Как уже отмечалось выше, процесс пневмотекстурирования осуществляется в период постоянной скорости термообработки N , следовательно, влага в нити перемещается в основном в виде жидкости (критерий фазового превращения ε ра-

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 $N_{U_{ж,d}}$ [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 зевобразования. 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.