

УДК 677.017.620.171

**К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕФОРМАЦИИ  
ТРАНСПОРТИРУЕМОЙ ТКАНИ**

А.Б. КОЗЛОВ, В.Н. ШАХНИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Для исправления сложных перекосов уточных нитей (ПУН) в тканях на сушильно-ширильных машинах (СШМ) обеспечить ускорение или замедление движения и деформацию ткани на конкретных ее участках по ширине соответственно возможно с помощью правящих валов 1 с распределенными по их длине обрезиненными роликами 2 (рис. 1).

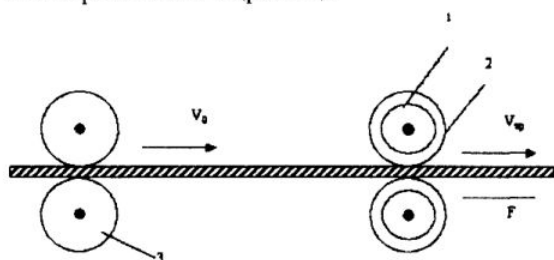


Рис. 1

Ролики 2 содержат встроенные в них электромагнитные муфты скольжения (ЭММС), ведущая часть которых жестко соединена с валом 1, а ведомая часть – с роликами 2. Валы 1 кинематически связаны с приводом СШМ и имеют частоту вращения на 5...10% больше частоты вращения транспортирующих валов 3. Это позволяет (в зависимости от вида ПУН) осуществлять после транспортирующих валов 3 ускорение (или замедление) соответствующих участков ткани по ее ширине и соответственно изменение деформации ткани. Число роликов 2 определяется шириной ткани и конструктивными ограничениями.

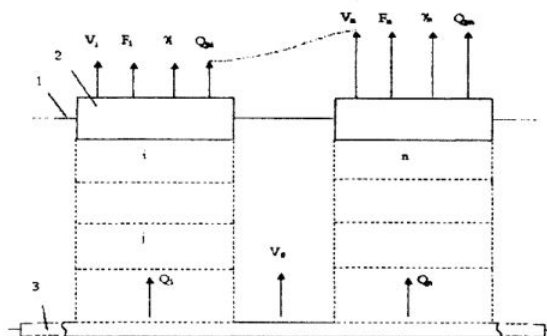


Рис. 2

На рис. 2 изображены две смежные зоны деформации ткани при исправлении дугового перекоса уточных нитей, где  $V_i$  и  $V_n$ ,  $F_i$  и  $F_n$ ,  $\epsilon_i$  и  $\epsilon_n$  – соответственно скорость, натяжение и деформация (вытяжка) ткани на выходе из этих зон.

Деформация ткани в каждой из зон, например,  $\epsilon_i(t)$  в  $i$ -й зоне, определяется подачей ткани  $Q_i(t)$  в зону деформации и расходом ткани  $Q_{pi}(t)$  после ее деформации. Связь между деформацией  $\epsilon(t)$  и плотностью ткани  $\gamma(t)$  в соответствующей зоне деформации описывается линейным инерционным звеном первого порядка [1].

Кроме того, существует экспоненциальное влияние деформации в каждой из зон на зоны, смежные с ней, например, в  $i$ -й и  $n$ -й [2]. С учетом временной зависимости относительного удлинения ткани [3] изменение деформации в  $i$ -й зоне распространяется также на другие участки этой зоны со скоростью

$$V(\tau) = V_0 e^{-\alpha v \tau},$$

где  $V_0$  – скорость ткани на входе в зону

деформации;  $\alpha_v$  – коэффициент, зависящий от артикула ткани,  $1/c$ .

Это, в частности, означает, что взаимодействие между участками зоны деформации распространяется на расстояние, не превышающее величину  $V_0 / \alpha_v$ . Время  $\tau_{ij}$ , в течение которого деформация в  $i$ -м участке достигает  $j$ -го участка, равно

$$\tau_{ij} = V(\tau) / L_{ij},$$

где  $L_{ij}$  – расстояние между  $i$ -м и  $j$ -м участками,  $L_{ij} < V_0 / \alpha_v$ .

С увеличением  $L_{ij}$  также уменьшается коэффициент  $K$  передачи, отражающий изменение плотности  $\gamma(t)$  и деформации  $\epsilon(\tau_{ij})$  ткани. Если известно значение коэффициента  $K_{ij}$  для  $i$ -го участка зоны деформации ткани, то для участка  $L_{ij}$  будем иметь

$$K_{i,j} = \frac{K_{ii} L_{ij}}{2A} \exp\left(-\frac{L_{ij}|i-j|}{A}\right), -\infty < (i, j) < +\infty,$$

где  $A$  – коэффициент, м.

Условие нормировки для этого выражения следующее:

$$K = \sum_{j=-\infty}^{\infty} K_{i,j,\infty}.$$

Поверхностная плотность  $\gamma_i(t)$  ткани на выходе из зоны деформации пропорцио-

$$Q_{pi}(t) = K_q \gamma_{ii}(t) + K_q \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \gamma_{ij}(t) + K_v V_i(t),$$

$$\gamma_{ii}(t) = -\frac{1}{T} \gamma_{ii}(t) + \frac{K_{ii}}{T} \epsilon_i(t),$$

$$\epsilon_i(t) = \epsilon_{ni}(t) + \epsilon_{oci}(t),$$

$$\epsilon_{ni} = \frac{K_n}{T_n} Q_i(t),$$

$$\epsilon_{oci}(t) = \frac{K_{oc}}{T_{oc}} K_q \left[ \gamma_{ii}(t) + \sum_{j=1}^N \gamma_{ij}(t) \right] + \frac{K_{oc}}{T_{oc}} K_v V_i(t),$$

$$\gamma_{ji}(t) = -\frac{1}{T} \gamma_{ji}(t) + \frac{K_{ji}}{T} \epsilon_j(t - \tau_{ji}),$$

нальна скорости  $V_i$  ткани на выходе из зоны, а расход ткани равен  $Q_{pi} = V_i \gamma_i$ . Тогда в предположении о малых откликах переменных от номинальных значений  $V_i^0$  и  $\gamma_i^0$  по расходу ткани справедливо следующее линейное приближение:

$$\Delta Q_{pi}(t) = \frac{a \gamma_i^0}{V_{TP}} \Delta V_i(t) + \frac{a V_i^0}{V_{TP}} \Delta \gamma_i(t),$$

где  $V_i(t)$  – скорость ткани на выходе  $i$ -й зоны;  $V_{TP}$  – скорость транспортировки ткани после правки;  $a$  – размерный коэффициент.

Учитывая также, что плотность  $\gamma_i(t)$  ткани связана с изменением деформации ткани в  $i$ -м и суммарным влиянием деформации в  $j$ -м участках ( $i \neq j$ ), для расхода ткани на выходе из  $i$ -й зоны получим выражение:

$$Q_{pi}(t) = \frac{a V_i^0}{V_{TP}} \Delta V_{ii}(t) + \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N \frac{a V_i^0}{V_{TP}} \Delta \gamma_{ij}(t).$$

Соответствующие компоненты деформации  $\epsilon_{ni}(t)$  и  $\epsilon_{oci}(t)$  пропорциональны интегралам от  $Q_i(t)$  и  $Q_{pi}(t)$ .

На основании изложенного выше процесс деформации ткани в отклонениях от номинального можно описать системой следующих уравнений:

где

$$K_q = \frac{aV_i^0}{V_{TP}}; \quad K_V = \left( \gamma_{ii}^0 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \gamma_{ji}^0 \right) \frac{a}{V_{TP}};$$

$N$  – число участков деформации в зоне;  $\epsilon_{in}(t)$  – деформация ткани на  $i$ -м участке без учета влияния обратной связи с последующими участками зоны;  $K_n$  – эквивалентный коэффициент передачи подача – деформация ткани на  $i$ -м участке;  $\epsilon_{oci}(t)$  – деформация от обратной связи, воздействующей на  $i$ -й участок от последующих участков зоны;  $T, T_n, T_{oc}$  – постоянные времени соответственно интегрирования, прямой и обратной связей;  $K_{oc}$  – коэффициент обратной связи.

Структурная схема для одной из зон деформации ткани представлена на рис. 3.

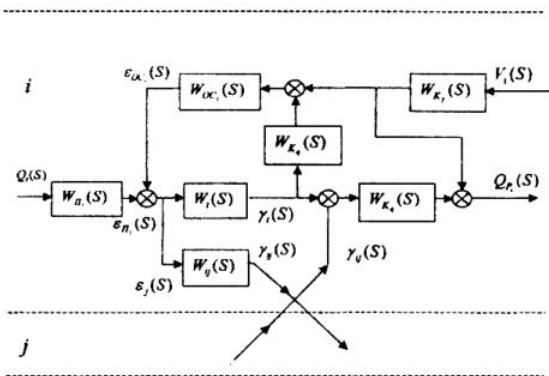


Рис. 3

В структурной схеме  $W_{ni}(s) = \frac{K_n}{T_n s}$  и

$W_{oci}(s) = \frac{K_{oc}}{T_{oc} s}$  – передаточные функции

процесса подача ткани – деформация тка-

ни;  $W_i(s) = \frac{K_{ij}}{T_s + 1}$  – передаточная функция

процесса деформация ткани – плотность

ткани в  $i$ -м участке;  $W_{ij}(s) = \frac{K_{ij} e^{-st_{ij}}}{T_s + 1}$  – пе-

редаточная функция процесса деформация

ткани – плотность ткани в  $j$ -м участке;

$W_{Kq}(s) = K_q$  и  $W_{KV}(s) = K_V$  – переда-

точные функции процесса плотность ткани

– расход ткани.

Параметры  $\gamma_{ji}(s)$  и  $\gamma_{ij}(s)$  определяют взаимосвязь процессов соответствующих участков  $i$ -й зоны.

## ВЫВОДЫ

Полученные уравнения математического описания и алгоритмическая структура процесса принудительной деформации ткани при исправлении перекосов уточной нити являются основанием для моделирования и расчета автоматической системы ПУН с распределенными исполнительными устройствами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петелин Д.П. и др. Автоматизация технологических процессов в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980. С. 155...158.

2. Шахнин В.Н. Управление электротехническими системами текстильного оборудования с разветвленными материальными потоками. – Деп. ЦНИИТЭИЛегпром, ЛП № 3300, 1991. С.10.

3. Быстров А.М., Глазунов В.Ф. Многодвигательные автоматизированные электроприводы поточных линий текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1977. С. 32...33.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 01.12.03.