

УДК 677.05:062.83

## СТАБИЛИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ ТКАНИ В МНОГОМАССОВОЙ ЗОНЕ ОБРАБОТКИ

А. В. ГЛАЗУНОВ

(Ивановский государственный энергетический университет)

Универсальность в отношении ассортимента обрабатываемых тканей и их натяжение в процессе обработки являются важными характеристиками красильно-отделочного оборудования, обеспечение которых связано с необходимостью совершенствования конструкции тканеведущих узлов, их приводных устройств и средств автоматизации.

Так, от ассортимента обрабатываемых на поточной линии тканей зависит диапазон регулирования ее рабочей скорости и количество полотна в зонах обработки, а уровень стабилизируемого натяжения определяет требования к конструкции тканеведущих узлов, а также к статическим и динамическим характеристикам приводных устройств. При этом известные механические способы интенсификации обработки движущегося полотна увеличивают его натяжение, что вызывает необходимость конструктивного усложнения тканеведущих узлов [1]. Это характерно прежде всего для многороликовых зон обработки пропиточных и промывных ванн, зрельников и сушильных машин.

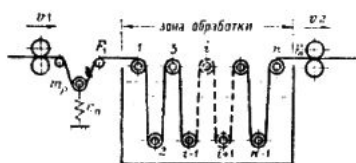


Рис. 1.

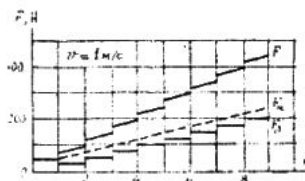


Рис. 2.

Представим зону обработки совокупностью сосредоточенных масс роликов (рис. 1), связанных между собой в общем случае вязкоупругим материалом. Натяжение полотна на входе зоны обработки задается с помощью петлеобразователя. Действующие на полотно силы сопротивления движению, представляющие собой сосредоточенные силы сопротивления вращению роликов  $F_B$  и распределенные силы трения полотна в обрабатывающей среде  $F_a$ , увеличивают его натяжение в направлении к выходу зоны (рис. 2).

Величина натяжения на входе в зону обработки определяется из условия его заданного значения на выходе при  $v=0$  с учетом необходимой компенсации сил трения в цапфах направляющих роликов ( $F_1 > F_B$ ).

В режимах работы, связанных с пусками и торможениями, а также с отработкой возмущающих воздействий, возникают динамические составляющие натяжения, которые могут нарушать условия движения полотна без складок.

Рассмотрим самый неблагоприятный с точки зрения складкообра-

зования полотна режим синхронного уменьшения скоростей  $v_1$  и  $v_2$  (рис. 1) с некоторой начальной скоростью  $v_{нач}$  при отсутствии регулирования натяжения полотна. В этом случае многомассовая зона обработки может быть эквивалентирована в соответствии с [1] одномассовой. С целью упрощения решения задачи обрабатываемый материал примем абсолютно жестким. Тогда при условии идентичности роликов и их равномерном распределении по длине полотна имеем уравнение движения для эквивалентного ролика с учетом петлеобразователя на входе зоны

$$m_э \frac{dv}{dt} + n(\alpha_c' + \beta_c')v = -(m_p g/2) - c_{п} f v dt, \quad (1)$$

где  $m_э = J_{рэ} / R_p^2$ ;  $J_{рэ} = \sum_{i=1}^n J_{pi}$ ;

$J_{pi}$  — момент инерции  $i$ -го ролика, кг·м<sup>2</sup>;  
 $i = 1, \dots, n$ ;

$n$  — число роликов в зоне;

$\alpha_c'$ ,  $\beta_c'$  — коэффициенты, учитывающие соответственно распределенные и сосредоточенные технологические возмущения [1];

$c_{п}$  — коэффициент жесткости упругого элемента петлеобразователя, Н/м;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$m_p$  — масса измерительного ролика петлеобразователя, кг.

При  $c_{п} = 0$  решение уравнения (1)

$$v(t) = v_{нач} \exp(-t/T_M) - AT_M(1 - \exp(-t/T_M)). \quad (2)$$

Здесь  $v_{нач}$  — начальная линейная скорость ткани, м/с;  $A = m_p g / m_э$ ;  
 $T_M = m_э / [n(\alpha_c' + \beta_c')]$  — механическая постоянная времени, с.

Согласно (2) время торможения эквивалентного ролика до остановки

$$t_T = T_M \ln[(v_{нач} + AT_M) / AT_M]. \quad (3)$$

Перемещение измерительного ролика за время торможения, равное длине полотна, накапливаемой на выходе зоны

$$h_T = (v_{нач} + AT_M) T_M (1 - \exp(-t_T/T_M)) - AT_M t_T. \quad (4)$$

Анализ построенных в соответствии с (3) и (4) зависимостей  $t_T$  и  $h_T$  от параметров зоны (рис. 3) позволяет установить, что с ростом числа роликов время торможения  $t_T$  и длина полотна на выходе зоны  $h_T$  стремятся к некоторым конечным значениям. Это можно объяснить быстрым нарастанием технологических возмущений при увеличении числа роликов в зоне по сравнению с ростом инерционности эквивалентного ролика.

При  $c_{п} \neq 0$  уравнение (1) после несложных преобразований примет вид

$$\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{n(\alpha_c' + \beta_c')}{m_э} \frac{dv}{dt} + \frac{c}{m_э} v = 0. \quad (5)$$

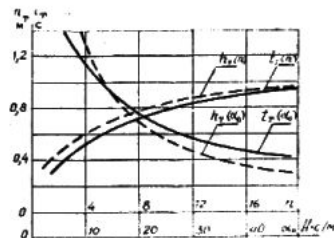


Рис. 3.

Решение однородного дифференциального уравнения второго порядка (5) для различного соотношения параметров зоны представлено в табл. 1.

Таблица 1

№	Соотношение параметров	Решение уравнения (5)	Значение параметров
1	$\delta^2 > \frac{c_{\pi}}{m_0}$	$v(t) = v_{\text{нач}} \left( 1 - \frac{s_1}{s_1 - s_2} \right) \times$ $\times \exp(s_1 t) + v_{\text{нач}} \frac{s_1}{s_1 - s_2} \times$ $\times \exp(s_2 t). \quad (6)$	$s_{1,2} = -\delta \pm j\lambda;$ $\delta = n\alpha_c / 2m_0;$
2	$\delta^2 < \frac{c_{\pi}}{m_0}$	$v(t) = v_{\text{нач}} \exp(-\delta t) \times$ $\times \left( \cos \lambda t + \frac{\delta}{\lambda} \sin \lambda t \right). \quad (7)$	$\lambda = \sqrt{\frac{c_{\pi} - \delta^2}{m_0}};$ $\alpha_c = \alpha_c' + \beta_c'.$
3	$\delta^2 = \frac{c_{\pi}}{m_0}$	$v(t) = v_{\text{нач}} (1 + \delta t) \times$ $\times \exp(-\delta t). \quad (8)$	

Практическое значение имеет первый вариант (табл. 1) соотношения параметров, соответствующий аperiodическому процессу изменения скорости  $v(t)$ . Наиболее вредным с точки зрения образования складок полотна является уменьшение в процессе регулирования скорости ведущей валковой пары на выходе любой зоны деформации в системе поточной линии (рис. 4). Пусть  $v_2$  уменьшается с увеличением задания по натяжению  $U_{3P3}$ . Тогда натяжение  $F_2$  уменьшится тем быстрее, чем больше инерционность многомассовой зоны обработки, показанной на рис. 4 эквивалентным роликом, а также натяжение на входе зоны и меньше  $\alpha_0$ . При этом действующие технологические возмущения играют положительную роль, поскольку уменьшают образование складок полотна на выходе зоны.

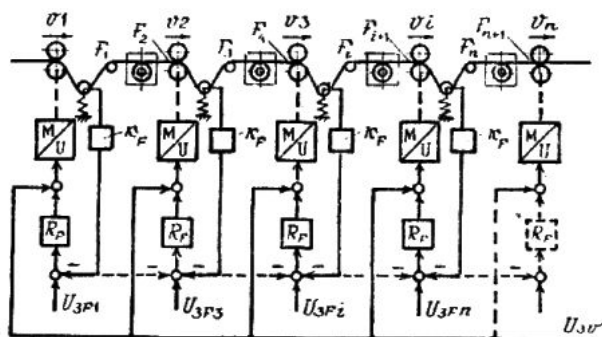


Рис. 4.

Многомассовая зона обработки может существенно влиять на формирование переходных процессов при пуске поточной линии. Так, пусть  $U_{3в}$  возрастает и скорости  $v_i$  начинают синхронно увеличиваться. В это время  $F_n$  в связи с наличием многомассовой зоны обработки будет

уменьшаться, что приведет к отставанию  $v_i$ . Это, в свою очередь, повлечет запаздывание в нарастании скорости  $v_3$  и всех последующих в направлении, обратном движению полотна скоростей тканеведущих органов.

Таким образом, при традиционном расположении петлеобразователей на сбегających с валковых пар ветвях полотна (рис. 4) наличие многомассовых зон приводит к рассинхронизации скоростей рабочих органов машин в динамических режимах работы. По этой причине традиционную компоновку зоны деформации полотна, когда петлеобразователь располагается на входе зоны обработки, нельзя считать достаточно обоснованной. Это объясняется еще и тем, что здесь трудно реализовать рекомендации [2, 3] по выбору ведущего двигателя в начале линии, так как в контур регулирования в этом случае (обратные связи по натяжению показаны на рис. 4 штриховыми линиями) включается многомассовая зона обработки, обладающая запаздыванием, ухудшающим динамику системы.

Избежать указанные трудности можно путем применения приводных устройств направляющих роликов [1, 4], обеспечивающих компенсацию сосредоточенных технологических возмущений в функции разности натяжений материала на входе и выходе зоны или скорости его транспортирования. В данном случае в переходных процессах компенсируется инерционность зоны обработки, однако появляются условия образования складок полотна внутри ее, что вызывает необходимость выбирать натяжение полотна с учетом [1 (245)]. При уменьшении габаритов оборудования и заправочных длин целесообразно совмещение функций петлеобразователя и зоны обработки, достигаемое установкой верхнего ряда направляющих роликов зоны на подвижной, установленной на пружинах раме, кинематически связанной с измерителем натяжения полотна.

## ВЫВОДЫ

Увеличение числа направляющих роликов в зоне обработки полотна, а также уменьшение технологических возмущений и его натяжения на входе зоны приводит к нарушению условий его транспортирования и недопустимому образованию складок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Быстров А. М., Глазунов В. Ф. Многодвигательные автоматизированные электроприводы поточных линий текстильной промышленности. — М.: Легкая индустрия, 1977.
2. Глазунов В. Ф., Спичков Ю. П., Гайнутдинов И. М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1988, № 5.
3. Тарарыкин С. В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1991, № 3.
4. Глазунов В. Ф., Тарарыкин С. В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1979, № 6.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 14.04.97.