

УДК 62-501.7:677.057:658.011.56

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ТКАНИ В ЖГУТЕ  
В ОБОРУДОВАНИИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ**

**STABILIZATION OF FABRIC PROCESSING TIME IN A PLAIT  
IN CONTINUOUSLY WORKING EQUIPMENT**

*В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.Т. ФИЛИЧЕВ, П.В. ВИЛКОВ*  
*V.F. GLAZUNOV, V.T. FILICHEV, P.V. VILKOV*

(Ивановский государственный энергетический университет)  
(Ivanovo State Power University)  
E-mail: wpw@inbox.ru

*Показано построение и результаты моделирования системы стабилизации времени обработки ткани в жгуте, реализованной на принципе контроля уровня ее в аппарате непрерывного действия с помощью двух датчиков уровня, блока управления, а также корректирующей связи по разности линейных скоростей ткани на входе и выходе аппарата.*

*The article deals with construction and results of modeling the system of stabilization of fabric processing time in a plait, realized on the basis of its level control in a continuously working device by means of two level gauges, a management block and correcting connection in relation to a difference of fabric linear speed in an input and output of a device as well.*

**Ключевые слова:** ткань, стабилизация, время обработки, уровень.

**Keywords:** fabric, stabilization, processing time, a level.

В оборудовании непрерывного действия задача стабилизации времени обработки ткани в жгуте [1] обеспечивается при заданной скорости его движения стабилизацией уровня ее загрузки в аппарате, функциональная схема одного из вариантов которого представлена на рис.1.

Обрабатываемая ткань 1 подается в аппарат 2 тканеведущими валами 3 и выбирается из аппарата валами 4, имеющими приводные двигатели постоянного М1 и

М2, которые получают питание от преобразователей U1 и U2. Регулирование частоты вращения вала двигателя М1 задается блоком управления 5 в зависимости от уровня ткани в шахте аппарата 2. Так, при уровне загружаемой в аппарат ткани выше положения, контролируемого датчиком SL1, скорость двигателя М1 уменьшается, а при снижении уровня ниже положения датчика SL2 скорость двигателя М1 увеличивается.

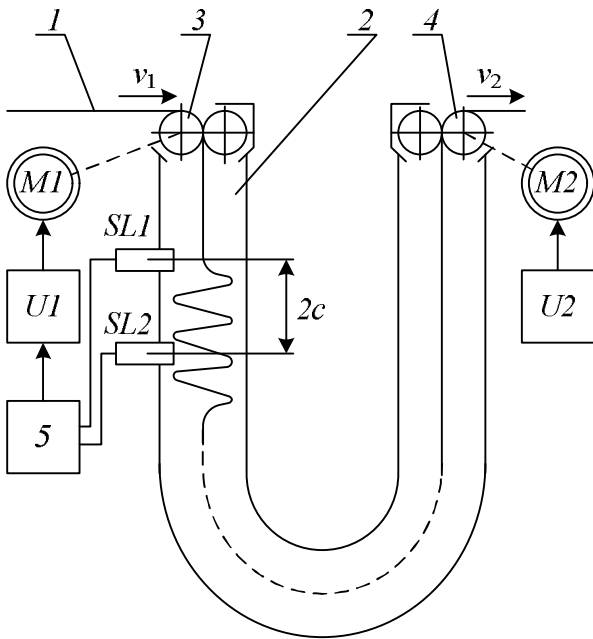


Рис. 1

Представленную на рис. 1 систему автоматического регулирования с двухпозиционным регулятором уровня можно описать следующей системой уравнений в операторной форме:

$$\frac{k_n U_3 D_k}{2i_1 c_{e1} (T_{m1} T_{я1} s + T_{m1} s + 1)} = v_1,$$

$$x = \frac{v_2 - v_1}{T_y s},$$

$$u = \begin{cases} U_3 - U_c & \text{при } x > c, \\ U_3 + U_c & \text{при } x < -c \end{cases}$$

где  $x$  – уровень ткани в аппарате, м;  $U_3$  – задающее напряжение, В;  $c_{e1}$  – постоянная двигателя  $M1$ , В·с;  $D_k$  – диаметр тканеведущего вала, м;  $k_n$  – коэффициент усиления преобразователя;  $T_{m1} = \frac{J R_{я1}}{c_{e1}^2}$  – электро-механическая постоянная времени двигателя, с;  $J$  – момент инерции, приведенный к валу двигателя, кг·м<sup>2</sup>;  $R_{я1}$  – сопротивление якорной цепи двигателя, Ом;  $T_{я1} = \frac{L_{я1}}{R_{я1}}$  – электромагнитная постоянная времени якорной цепи, с;  $L_{я1}$  – индуктивность якорной цепи двигателя, Гн;  $T_y = \frac{\sigma_a}{\sigma_T}$  – по-

стоянная времени укладки ткани, с;  $\sigma_a$  и  $\sigma_T$  – поперечные сечения соответственно аппарата и жгута, м<sup>2</sup>;  $2c$  – расстояние между датчиками уровня  $SL1$  и  $SL2$ , м.

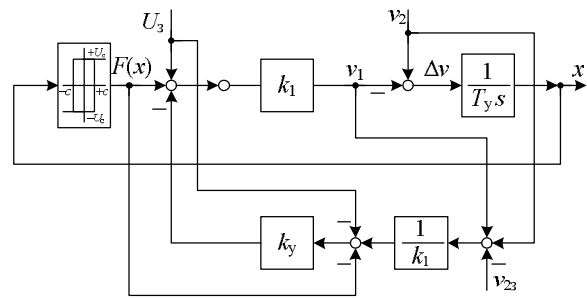


Рис. 2

Учитывая, что  $T_y$  на несколько порядков больше  $T_{я1}$  и  $T_{m1}$ , на основании системы уравнений (1) на рис. 2 представлена структурная схема двухпозиционного регулятора уровня ткани, где  $k_1 = \frac{k_n D_k}{2i_1 c_{e1}}$  – коэффициент передачи приводного устройства,  $F(x)$  – нелинейная функция переменной  $x$ .

При заданной настройке разности скоростей  $v_1$  и  $v_2$ , рассчитанной на компенсацию возможной усадки ткани в зоне обработки (обычно не более +3%), регулятор обеспечивает стабилизацию уровня ткани  $x$  при действующих возмущениях, вызванных, например, износом тканеведущих валов, изменением их тяговой способности и неравномерностью жгута по толщине.

Условием работоспособности системы является симметрия автоколебаний [1], нарушаемая действием указанных возмущений, учитываемых при моделировании системы управления эквивалентным изменением ведущей скорости  $v_2$  на величину  $\pm \Delta v_B$ . Однако при значительном увеличении скорости релейный элемент (РЭ) получит на вход сигнал  $x$  постоянного знака и, несмотря на максимальное значение  $v_1$ , соответствующее  $F(x) = +U_c$ , количество ткани, находящейся в аппарате, будет постоянно уменьшаться. Таким образом, необходима организация дополнительного канала регулирования, обеспечивающего изменение скорости  $v_1$ .

Это достигается выравниванием длительности разнополярных управляющих воздействий на выходе блока управления 5 (рис. 1), представленного релейным элементом, посредством их интегрирования и последующего изменения в функции полученного сигнала скорости  $v_1$  [1]. Недостатком такого способа коррекции является трудность технической реализации передаточной функции корректирующего звена в связи с большой постоянной времени.

Обеспечить работоспособность системы при действующих реальных возмущениях и ограничении уровня ткани в аппарате возможно путем введения нелинейной обратной связи по уровню ткани на вход приводного устройства [1]. Однако реализация устройства требует установки двух дополнительных датчиков уровня и реле с зоной нечувствительности.

Альтернативный вариант решения, позволяющего обеспечить работоспособность системы при действующих возмущениях, можно построить введением корректирующей обратной связи по уровню ткани в аппарате и разности ее скоростей на его входе и выходе. Структура обратной корректирующей связи может быть полу-

чена из соотношения для разности скоростей ткани на входе и выходе аппарата:

$$v_2 - v_1 = v_2 \pm \Delta v_b - k_1 (U_3 - U_c + U_{\text{кор}}), \quad (1)$$

тогда

$$U_{\text{кор}} = \frac{v_1 \pm \Delta v_b}{k_1} - U_3 + U_c,$$

где  $U_{\text{кор}}$  – напряжение коррекции, поступающее на вход приводного устройства через промежуточный усилитель с коэффициентом усиления  $k_y$ ;  $\Delta v_b$  – величина приращения возмущения скорости  $v_2$ .

Структурная схема системы, обеспечивающей автоматическую стабилизацию симметрии автоколебаний, а значит и работоспособности системы, представлена на рис. 2.

Передаточная функция замкнутой системы стабилизации уровня ткани с коррекцией имеет вид:

$$W(s) = \frac{F(x)k_1 + F(x)k_1k_y}{T_y s(k_y + 1) + F(x)k_1(k_y + 1)}. \quad (2)$$

Тогда характеристическое уравнение (2) при подстановке в него линеаризованной передаточной функции РЭ и значения  $s = j\omega$  запишется в виде:

$$T_y j\omega(k_y + 1) + \frac{4U_c k_1}{\pi A} (k_y + 1) \sqrt{1 - \frac{c^2}{A^2}} - j \frac{4cU_c k_1}{\pi A^2} (k_y + 1) = 0. \quad (3)$$

Приравняв вещественную и мнимую части (3) к нулю [2], получаем выражения для амплитуды и частоты колебаний уровня полотна скорректированной системы в зависимости от параметров РЭ и приводного устройства  $A = \sqrt{c^2}$ ,  $\omega = \frac{4cU_c k_1}{\pi A^2 T_y}$ .

Для параметров системы регулирования  $k_n = 20$ ,  $D_k = 0,06$  м,  $c_{e1} = 1,5$  В·с,  $i = 2$ ,  $2 \cdot c = 0,1$  м,  $U_c = 1,0$  В,  $k_y = 100$  значения амплитуды и частоты колебаний ( $A = 0,05$  м,  $\omega = 0,004$  Гц,  $T = 1/\omega = 250$  с) совпадают с их значениями в системе без корректирующей обратной связи в нормальном режиме работы.

На рис. 3 показаны полученные методом математического моделирования зави-

симости  $v_1(t)$ ,  $v_2(t)$ ,  $x(t)$ ,  $F(t)$ ,  $U_{\text{кор}}(t)$  для следующих интервалов работы САУ аппарата непрерывного действия. На интервале  $t_0 \div t_1$  представлена стабильная работа САУ аппарата при отключенной корректирующей обратной связи; при подаче в  $t_2$  возмущения  $\Delta v_b$  стабильная работа системы нарушается (полупериоды колебаний регулируемой величины значительно отличаются), однако при включении в момент времени  $t_3$  корректирующей обратной связи стабильная работа САУ восстанавливается. Таким образом, система автоматического регулирования обеспечивает стабилизацию заданного уровня ткани, а следовательно, и ее времени обработки.

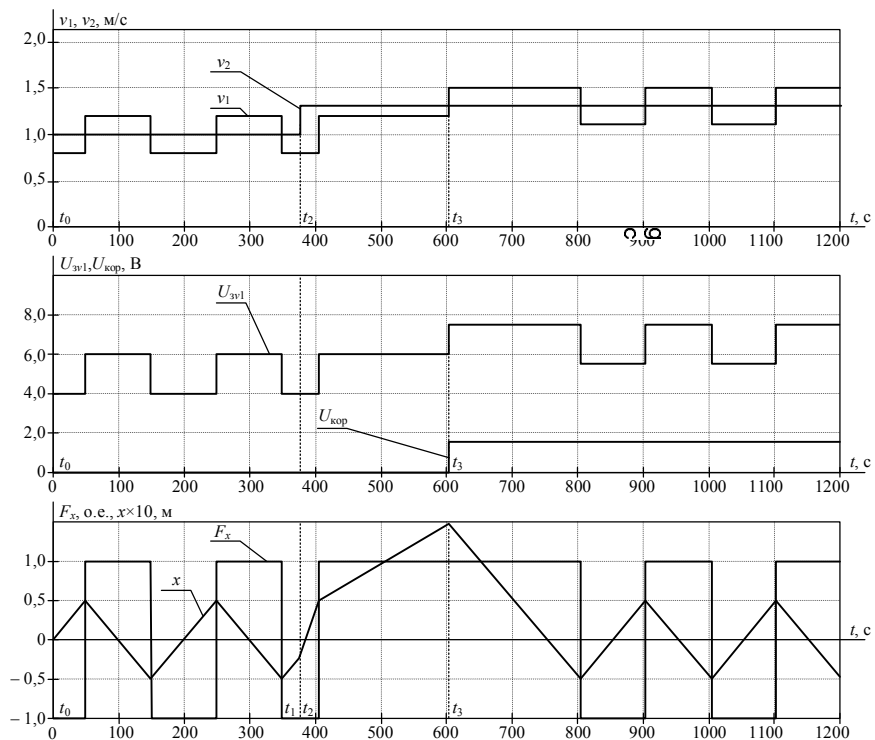


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

Совершенствование системы стабилизации уровня ткани при обработке ее жгутом в оборудовании периодического действия достигается введением основной обратной связи по уровню ткани в аппарате и корректирующей связи по разности ее линейных скоростей на входе и выходе аппарата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов В.Ф. Стабилизация времени обработки ткани в технологическом оборудовании непрерывного действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №2. С. 103...106.
2. Попов Е.П., Пальтов И.П. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем. – М.: Гос. изд-во физ.-матем. литературы, 1960.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 19.04.13.