

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗОМ СНОВАЛЬНОГО ВАЛА ПАРТИОННОЙ СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

В.В. ГУБИН, А.А. МАКАРОВ

(ОАО "ВНИИЛТЕКМАШ", Московский государственный  
текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

При одном и том же тормозном моменте сновального вала в процессе наматывания нитей основы тормозной путь сновального вала значительно изменяется за счет изменения момента инерции, скорости снования и плотности наматывания.

С целью снижения количества упущенных концов оборванных нитей при сновании и чрезмерного слета нитей с бобин при торможении сновального вала в момент обрыва нити необходимо стабилизировать тормозной путь, который согласно экспериментальным данным должен составлять по линейному перемещению оборванного конца нити от 3,2 до 4 м [1], [2].

Перемещение оборванного конца нити при обрыве складывается из двух отрезков:

$$L = L_0 + L_T, \quad (1)$$

где  $L_0$  – перемещение оборванного конца нити с момента обрыва нити до срабатывания тормоза, м;  $L_T$  – перемещение оборванного конца нити с момента срабатывания тормоза до полной остановки сновального вала, м.

Перемещение  $L_0$  оборванного конца нити с момента обрыва до срабатывания тормоза определяется скоростью снования, быстродействием микропроцессорной системы управления и реакцией электронного датчика контроля обрыва нити:

$$L_0 = V_{\text{сн}} t_0, \quad (2)$$

где  $V_{\text{сн}}$  – скорость снования, м/мин;  $t_0$  – время от момента обрыва нити до момента срабатывания тормоза, мин.

Максимальное перемещение оборванного конца нити при номинальной скоро-

сти снования  $V_{\text{сн}} = 1200$  м/мин и максимальном времени от момента обрыва нити до момента срабатывания тормоза  $t_0 = 0,04$  с согласно выражению (2) составляет  $L_{0\text{max}} = 0,8$  м.

Тормозной путь оборванного конца нити с момента срабатывания тормоза до полной остановки сновального вала исходя из максимального перемещения и согласно выражению (1) составит  $L_{T\text{max}} = 3,2$  м.

Для достижения вышеуказанной цели в ОАО "ВНИИЛТЕКМАШ" разработана микропроцессорная система управления на базе однокристалльной ЭВМ КР1816ВЕ51, функциональная схема которой показана на рис. 1.

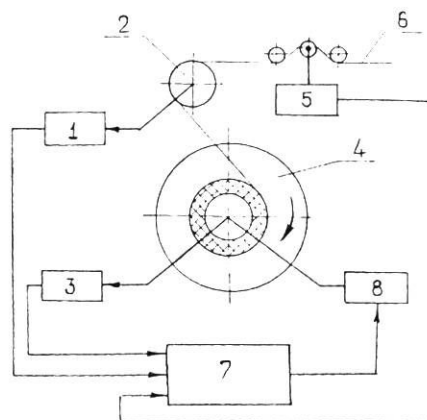


Рис. 1

Согласно функциональной схеме микропроцессорная система управления состоит из датчика 1 частоты вращения измерительного вала 2 и датчика 3 частоты вращения сновального вала 4 партионной сновальной машины, а также датчика 5 суммарного натяжения нитей 6, наматываемых на сновальный вал 4, и управляемого с помощью микропроцессорного регулятора 7 тормоза 8 сновального вала.

Блок-схема алгоритма управления приведена на рис. 2.

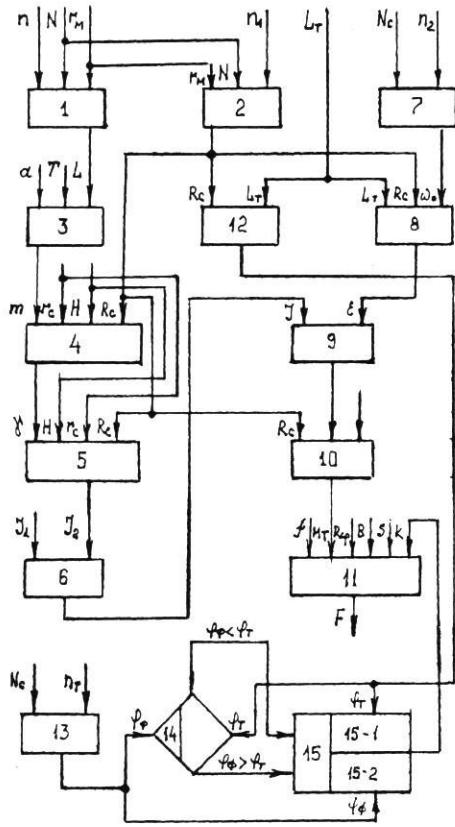


Рис. 2

Длина нитей, наматываемых на сновальный вал, рассчитывается согласно следующему выражению (блок 1, рис. 2):

$$L = \frac{2\pi r_m}{N} n, \text{ м}, \quad (3)$$

где  $r_m = \text{const}$  – радиус мерильного вала, м;  $N = \text{const}$  – число импульсов, вырабатываемых за один оборот мерильного вала на выходе датчика 1;  $n$  – число импульсов на выходе датчика 1 за время наматывания сновального вала.

Одновременно с расчетом длины нитей, наматываемых на сновальный вал, микропроцессорная система рассчитывает текущий радиус наматывания сновального вала согласно выражению (блок 2, рис. 2):

$$R_c = n_1 \frac{r_m}{N}, \text{ м}, \quad (4)$$

где  $n_1$  – число импульсов на выходе датчика 1 за один оборот сновального вала.

Длина нитей основы, наматываемых на сновальный вал, измеряется постоянно в процессе снования и хранится в оперативном запоминающем устройстве микропроцессорной системы управления, а текущий радиус наматывания рассчитывается в режиме десятисекундных прерываний, и рассчитанное значение хранится также в оперативном запоминающем устройстве.

Объем навитых на сновальный вал нитей основы вычисляется согласно следующему выражению:

$$V = \pi H (R_c^2 - r_c^2), \text{ м}^3, \quad (5)$$

где  $H = \text{const}$  – расстояние между фланцами сновального вала, м;  $r_c = \text{const}$  – радиус ствола сновального вала, м.

Текущая длина наматываемых на сновальный вал нитей из оперативно-запоминающего устройства поступает в блок 3, где вычисляется масса навитых нитей основы в объеме:

$$m = \frac{aLT}{10^6}, \text{ кг}, \quad (6)$$

где  $a = \text{const}$  – число нитей в заправке;  $T = \text{const}$  – линейная плотность нити, текс.

Блок 4 с помощью [2] позволяет рассчитать плотность нитей основы, намотанной на сновальный вал:

$$\gamma = \frac{m}{\pi H (R_c^2 - r_c^2)}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (7)$$

Момент инерции нитей основы, намотанных на сновальный вал, позволяет рассчитать блок 5:

$$J_2 = \frac{\pi \gamma H (R_c^4 - r_c^4)}{2}, \text{ м}^2 \cdot \text{кг}. \quad (8)$$

Момент инерции сновального вала определяется с помощью блока 6:

$$J = J_1 + J_2 + J_3, \text{ м}^2 \cdot \text{кг}, \quad (9)$$

где  $J_1 = \text{const}$  – момент инерции ствола и двух фланцев сновального вала,  $\text{м}^2 \cdot \text{кг}$ ;  $J_3$  – момент инерции остальных вращающихся масс привода,  $\text{м}^2 \cdot \text{кг}$ .

В связи с тем, что момент инерции остальных вращающихся масс привода по сравнению с моментом инерции ствола и двух фланцев является сравнительно малой величиной и неизменен в процессе снования, в практических расчетах им можно пренебречь.

В блоке 7 рассчитывается частота вращения сновального вала:

$$\omega_0 = 2\pi \frac{n_2}{N_c}, \text{ с}^{-1}, \quad (10)$$

где  $n_2$  – число импульсов на выходе датчика 3 за одну секунду снования;  $N_c = \text{const}$  – число импульсов за один оборот сновального вала на выходе датчика 3.

Время торможения до полной остановки сновального вала при условии, что тормозной путь по линейному перемещению оборванного конца нити  $L_{\text{тmax}} = 3,2$  м, вычисляется с помощью выражения:

$$t_1 = \frac{L_{\text{т}} N_c}{\pi n_2 R_c}, \text{ с}, \quad (11)$$

где  $L_{\text{т}}$  – линейное перемещение оборванного конца нити, отсчитываемое с момента срабатывания тормоза, м.

Исходя из условия, что оборванный конец нити в режиме торможения должен перемещаться при любых радиусах наматывания сновального вала на расстояние  $L_{\text{т}}$ , можно рассчитать зависимость ускорения торможения от радиуса наматывания в блоке 8:

$$\varepsilon = \frac{\omega_c^2 R_c}{2L_{\text{т}}}, \text{ с}^{-2}. \quad (12)$$

Динамический момент сновального вала в режиме торможения вычисляется в блоке 9:

$$M_{\text{д}} = J\varepsilon, \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (13)$$

Тормозной момент, необходимый для

остановки сновального вала при продолжительности тормозного пути по линейному перемещению оборванного конца нити  $L_{\text{т}}$ , вычисляется в блоке 10:

$$M_{\text{т}} = M_{\text{д}} - ZR_c, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (14)$$

где  $Z$  – суммарное натяжение нитей, наматываемых на сновальный вал, Н.

Давление тормозной жидкости при этом в тормозных гидроцилиндрах сновального вала определяется в блоке 11, согласно выражению [3]:

$$F = k \frac{M_{\text{т}}}{fR_{\text{ср}}BS}, \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}, \quad (15)$$

где  $B$  – число пар поверхностей трения;  $R_{\text{ср}}$  – средний радиус действия силы трения, эквивалентный действию всех элементарных сил трения на площади контакта фрикционной пары, м;  $f$  – коэффициент трения;  $k$  – настроечный коэффициент;  $S$  – площадь поршня тормозного цилиндра,  $\text{м}^2$ .

Такие параметры, как радиус  $r_{\text{м}}$  мерильного вала, радиус  $r_c$  ствола сновального вала, расстояние  $H$  между фланцами сновального вала, момент инерции  $J_1$  ствола и двух фланцев сновального вала, коэффициент  $f$  трения, радиус  $R_{\text{ср}}$  действия силы трения, число пар  $B$  поверхностей трения и площадь  $S$  поршня тормозного цилиндра, определяются только конструкцией партионной сновальной машины и являются для конкретной машины постоянными и поэтому жестко прошиты в ПЗУ микропроцессорной системы управления.

Число  $N$  импульсов за один оборот мерильного вала на выходе датчика 1 и число  $N_c$  импульсов за один оборот сновального вала на выходе датчика 3 зависит от погрешности измерения и конструкции этих датчиков, поэтому эти параметры также жестко прошиты в ПЗУ микропроцессорной системы управления.

Параметры – число  $a$  нитей в заправке и линейная плотность  $T$  нити зависят от конкретной заправки партионной сновальной машины и вводятся в ЭН ОЗУ микропроцессорной системы с пульта управления.

Тормозной момент, обеспечивающий тормозной путь по линейному перемещению оборванного конца нити  $L_{\text{тmax}} = 3,2$  м, рассчитанный согласно выражению (14) при  $R_{\text{ср}} = 0,5$  м;  $J = 396,3$  м<sup>2</sup>·кг;  $Z = 300$  Н, равен 9540 Н·м, а давление тормозной жидкости в гидроцилиндрах согласно выражению (15) при  $f=0,3$ ;  $R_{\text{ср}}=0,15$  м;  $B=12$ ;  $k = 1$  и  $S = 10$  см<sup>2</sup> составит 954 Н·см<sup>-2</sup>.

С помощью блока 12 рассчитывается теоретический угол поворота сновального вала в режиме торможения при условии, что на него в этом режиме должно быть навито  $L_{\text{тmax}} = 3,2$  м нитей:

$$\varphi_{\text{т}} = \frac{3,2}{R_{\text{с}}}, \text{ рад.} \quad (16)$$

Фактический угол поворота сновального вала в режиме торможения определяется с помощью блока 13:

$$\varphi_{\text{ф}} = \frac{2\pi n_{\text{т}}}{N_{\text{с}}}, \text{ рад.} \quad (17)$$

где  $n_{\text{т}}$  – число импульсов на выходе датчика 3 за время торможения сновального вала.

В блоке 14 осуществляется сравнение  $\varphi_{\text{т}}$  и  $\varphi_{\text{ф}}$ ; если  $\varphi_{\text{ф}} < \varphi_{\text{т}}$ , то настроечный коэффициент рассчитывается в блоке 15-1 согласно выражению:

$$k = 1 - \left( 1 - \frac{\varphi_{\text{ф}}}{\varphi_{\text{т}}} \right), \quad (18)$$

а если  $\varphi_{\text{ф}} > \varphi_{\text{т}}$ , то настроечный коэффициент рассчитывается в блоке 15-2:

$$k = 1 + \left( 1 - \frac{\varphi_{\text{т}}}{\varphi_{\text{ф}}} \right). \quad (19)$$

Тем самым микропроцессорная система управления позволяет автоматически устранить явление дрейфа коэффициента трения на тормозной путь в процессе работы партионной сновальной машины.

Таблица 1

№ п/п	Наименования параметров	Марка сновальной машины	
		2207Ш1 СП-180Ш3	СП-140И1 СП-180Ш2
1	Скорость снования, м/мин	1200	800
2	Перемещение оборванного конца нити (L), м	3,7...3,9	2,5...5,5
3	Количество упущенных концов при сновании на один сновальный вал, шт.	1	4
4	Количество слетов нитей с бобин при сновании синтетических нитей на один сновальный вал, шт.	0	22...25
5	Количество слетов нитей с бобин при сновании шерстяной пряжи на один сновальный вал, шт.	0	2

Полученные в результате испытаний партионных сновальных машин 2207Ш1МПУ и СП-180Ш3 с системой автоматического управления тормозом сновального вала и аналогичных им машин СП-140И1 и СП-180Ш2 с обычной тормозной системой на Московском шелковом комбинате "Красная Роза" и Монинском камвольном комбинате сравнительные показатели, приведенные в табл. 1, позволили выявить эффективность применения систем автоматического управления

тормозом сновального вала.

Испытания также позволили установить, что максимальное количество слетов нитей с бобин в процессе торможения на партионных сновальных машинах СП-140И1 и СП-140Ш2 с обычной тормозной системой происходит при радиусе наматывания сновального вала, лежащим в пределах 0,23...0,27 м.

Как видно из табл. 1, микропроцессор-

ная система управления тормозным моментом позволяет стабилизировать перемещение оборванного конца нити при останове машины в пределах от 3,6 до 3,9 м, что, в свою очередь, позволяет сократить количество упущенных концов нитей на сновальный вал практически в четыре раза.

Стабилизация перемещения оборванного конца нити позволила также устранить слеты нитей с бобин при торможении сновального вала и при последующем пуске машины устранить обрывность нитей, связанную со слетами.

## ВЫВОДЫ

Разработанная система микропроцессорного управления совместно с двумя дисковыми тормозными системами для партионных сновальных машин 2207Ш1МПУ и СП-180ШЗ позволяет автоматически стабилизировать перемещение оборванного конца нити при останове

машин в пределах от 3,6 до 4 м, что, в свою очередь, дает возможность значительно сократить количество упущенных концов нитей на сновальный вал, а также устранить слеты с бобин при торможении сновального вала и при последующем пуске машины устранить обрывность нитей, связанную со слетами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефремов Е.Д., Кислякова А.М., Попова Г.К.* Технологический процесс снования пряжи в текстильном производстве. – Ярославль, 1977.
2. *Бергер А.И.* Исследование и разработка устройств для регулирования натяжения нитей на сновальной машине: Дис...канд. техн. наук. – Москва, 1986.
3. *Крагельский И.В., Михин Н.М.* Узлы трения машин. Справочник. – М.: Машиностроение, 1984.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 29.11.04.