

## АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ СНУЮЩИХСЯ НИТЕЙ В РЕЖИМЕ ОСТАНОВА СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ СП-140

Е.П. КОРЯГИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Тормозная система партионной сновальной машины типа СП состоит из трех колодочных тормозов: мерильного, сновального и укатывающего валов. Наладка этих тормозов может оказывать существенное влияние на достоверность показаний счетчика длины намотанных нитей при останове машины, поскольку одновременного останова мерильного и сновального валов при разных диаметрах навивки достичь практически невозможно. Согласно [1, с.101] для уменьшения угла выбега сновального вала тормозную систему машины необходимо настраивать на останов при среднеквадратическом значении  $R_H$  радиуса намотки.

В предположении справедливости данной рекомендации рассмотрим взаимодействие мерильного, сновального и укатывающего валов при останове машины при разных текущих радиусах  $\rho$  намотки ( $R_0 \leq \rho \leq R_{max}$ ), где  $R_0$  и  $R_{max}$  – радиус ствола и максимальный радиус намотки. Заметим, что одновременный останов всех трех валов будет происходить при  $\rho = R_H$ .

Проанализируем влияние величины  $R_H$  на погрешность:

$$\Delta L_{ост} = L_{сн} - L_{сч} \quad (1)$$

показаний счетчика при останове машины, где  $L_{сн}$  – длина снующихся нитей, намотанных на сновальный вал, а  $L_{сч}$  – длина нитей, зарегистрированная счетчиком.

При одновременном останове мерильного и сновального валов должно выполняться условие

$$\varphi_{в.м} = \varphi_{в.с} R_H / R_M, \quad (2)$$

где  $\varphi_{в.м}$ ,  $\varphi_{в.с}$  – углы выбега соответствующих валов;  $R_M$  – радиус мерильного вала.

Запишем уравнения движения мерильного и сновального валов в режиме останова:

$$\begin{aligned} -I_M \ddot{\varphi}_{в.м} &= M_{ТМ} + M_{сМ} + TR_M (1 - e^{Kf\alpha}), \\ -I_C \ddot{\varphi}_{в.с} &= M_{Тс} + M_{сс} + Tr e^{Kf\alpha} + KM'_y, \quad (3) \\ K &= \text{sign}(R_H - \rho), \end{aligned}$$

где  $I_M$  – момент инерции массы мерильного вала и жестко связанных с ним деталей;  $I_C$  – момент инерции массы сновального вала с пряжей и ведущей системой машины (ротор электродвигателя, пиноли) относительно его оси вращения;  $M_{ТМ}$ ,  $M_{Тс}$  – тормозные моменты, создаваемые соответ-

ственно тормозами мерильного и сновального валов;  $M_{см}$  – момент сил статического сопротивления мерильного вала, приведенный к оси его вращения;  $M_{сc}$  – момент сил статических сопротивлений ведущей системы, приведенный к оси вращения сновального вала;  $T$  – суммарное натяжение нитей перед мерильным валом;  $M'_y$  – момент сил трения между укатывающим и сновальным валами, приведенный к оси вращения сновального вала;  $f$  – коэффициент трения нитей о поверхность мерильного вала;  $\alpha$  – угол охвата нитями поверхности мерильного вала [2]:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \arcsin\left(\frac{\rho + R_m}{h}\right), \quad (4)$$

где  $h$  – расстояние по вертикали между осями мерильного и укатывающего валов.

Согласно [3]:

$$I_c = I_{co} + \frac{\pi N \gamma}{2} (\rho^4 - R_o^4), \quad (5)$$

где  $I_{co}$  – момент инерции массы пустого сновального вала вместе с ведущей системой машины, то есть ротором электродвигателя и пинолями;  $N$  – рассадка фланцев сновального вала;  $\gamma$  – плотность намотки.

Решения системы уравнений (3) относительно углов выбега имеют вид:

$$\varphi_{в.м} = \frac{0,5 V_c^2 I_m}{R_m^2 \left[ M_{ТМ} + M_{см} + TR_m (1 - e^{Kf\alpha}) \right]}, \quad (6)$$

$$\varphi_{в.с} = \frac{0,5 I_c (\rho) V_c^2}{\rho^2 \left[ M_{Тc} + M_{сc} + T\rho e^{Kf\alpha} + KM'_y \right]}, \quad (7)$$

где  $V_c$  – скорость снования.

Совместное решение уравнений (6) и (7) при  $\rho = R_n$  с учетом (2) дает зависимость требуемого тормозного момента мерильного вала от тормозного момента сновального при данной наладке:

$$M_{ТМ} = \frac{I_m R_n (M_{Тc} + M_{сc} + TR_n)}{R_m \left[ I_{co} + \frac{\pi N \gamma}{2} (R_n^4 - R_o^4) \right]} - M_{см}. \quad (8)$$

Полученное уравнение позволяет определить параметры настройки тормозной системы. Так, при радиусе намотки  $R_n$  экспериментально устанавливаются тормозной момент  $M_{Тc}$ , который вместе с моментом  $M_{сc}$  обеспечивал бы его максимально быстрое торможение при обрыве нити.

Тогда по формуле (8) можно подобрать для этого радиуса намотки режим торможения мерильного вала, при котором он будет останавливаться одновременно со сновальным валом. Зависимость (8) справедлива для любого  $R_n$  радиуса настройки, а не только для среднеквадратического.

При разных тормозных режимах, соответствующих заданному радиусу намотки  $R_n$ , формулы (6)...(8) позволяют рассчитать углы выбега  $\varphi_{в.м}$  и  $\varphi_{в.с}$  при останове машины с разным радиусом  $\rho$  намотки нитей.

При этом

$$L_{сн} = \varphi_{в.с} (R_n, M_{Тc}) \rho, \quad (9)$$

$$L_{сч} = \varphi_{в.м} (R_n, M_{Тc}) R_m \quad (10)$$

и на основании (1) определяется погрешность  $\Delta L_{ост}$ .

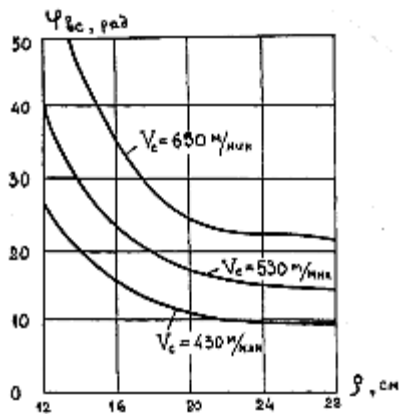


Рис. 1

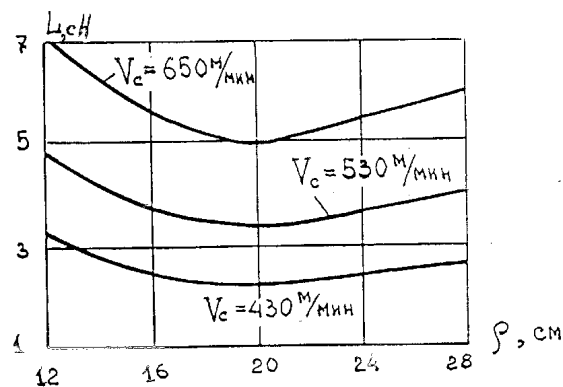


Рис. 2

Некоторые результаты расчетов по формулам (4), (5), (7) и (9) приведены на рис. 1 и 2 при  $M_{Tc} = 500$  Н·м;  $I_{co} = 7,798$  кг·м<sup>2</sup>;  $M_{cc} = 7,634$  Н·м и  $\gamma = 460$  кг/м<sup>3</sup>. Среднее натяжение одиночной нити 25 текс по данным эксперимента принималось равным 0,16 Н. При числе снующихся нитей  $m=456$  этому соответствовало суммарное натяжение  $T = 73,00$  Н. Другие параметры, необходимые для расчета, имели следующие значения:  $H = 1,4$  м;  $R_o = 0,12$  м;  $R_M = 0,053$  м;  $R_n = 0,22$  м;  $h = 0,6$  м;  $f = 0,35$  [4].

Из рис. 1 видно, что угол выбега уменьшается с увеличением радиуса намотки пряжи. Это объясняется большим влиянием начального значения угловой скорости вращения сновального вала по сравнению с начальным значением его момента инерции.

В начале процесса наматывания, когда инерционность сновального вала сравнительно невелика, он вследствие большой угловой скорости успевает за время действия тормозной системы повернуться на больший угол. По мере наматывания угловая скорость сновального вала уменьшается, что и приводит к уменьшению угла выбега. Если иметь в виду, что работа, затрачиваемая тормозом на останов вала, равна произведению  $M_{Tc} \cdot \varphi_{в.с.}$ , то согласно представленным результатам останов машины с минимальным радиусом намотки следует считать наиболее тяжелым режи-

мом для тормоза и пинолей сновальной машины.

Угол выбега сновального вала (рис. 1) при его останове увеличивается с увеличением скорости снования. Длина  $L_{сн}$  нитей (рис. 2) с возрастанием радиуса намотки сначала уменьшается до некоторого значения, а затем начинает увеличиваться. Это объясняется тем, что на первом участке намотки большее влияние оказывает угол выбега сновального вала, а на втором – радиус намотки.

Зависимость  $L_{сн} = L_{сн}(\rho)$  позволяет сделать некоторые заключения о возможности предотвращения заматывания конца оборвавшейся нити в тело намотки при останове машины. Очевидно, оборвавшийся конец нити не будет заматан на сновальный вал, если точка обрыва будет располагаться от точки наматывания по линии заправки не менее чем на расстоянии  $L_{сmin}$ .

Так, при  $V_c = 530$  м/мин и  $M_{Tc} = 500$  Н·м имеем  $L_{сmin} = 3,2$  м (рис. 2), что соответствует зоне сигнальной рамки.

С учетом времени  $t_{cp}$  срабатывания датчика обрыва нити и тормозной системы заматывания конца оборвавшейся нити на сновальный вал наблюдаться не будет, если точка обрыва находится от точки наматывания на расстоянии

$$\delta \geq V_c t_{cp} + L_{сmin} \quad (11)$$

Проанализируем работу мерильного механизма сновальной машины, когда при одном и том же тормозном моменте  $M_{Тс}$  сновального вала мерильный валик настраивается на одновременный останов на разных радиусах  $R_n$  намотки. В этом случае при заданном  $R_n$  и других параметрах тормозной момент  $M_{ТМ}$ , приложенный к мерильному валику, рассчитывается по формуле (8). Абсолютная погрешность измерения длины нитей, намотанных в период останова машины, определяется при разных радиусах намотки по формуле (1). Для этого по формуле (7) предварительно рассчитываются углы выбега сновального вала.

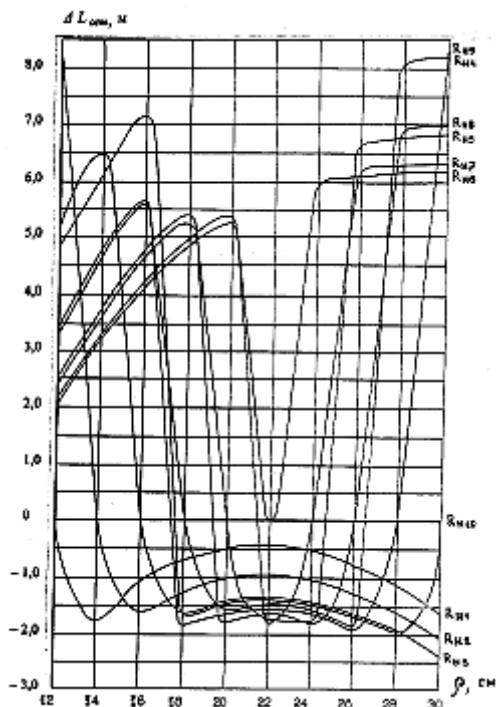


Рис. 3

Найденные таким образом с применением ЭВМ величины абсолютных погрешностей измерений при разных режимах торможения сновальной машины приведены на рис. 3. В расчетах принято:  $M_{Тс}=300$  Н·м;  $V_c=530$  м/мин;  $I_m=0,0303$  кг м<sup>2</sup>;  $V_{см}=0,081$  Н·м. Остальные исходные данные указаны выше.

Из графиков, представленных на рис. 3, видно, что при неизменной настройке тормозной системы погрешность показания счетчика в момент останова сновального

вала не остается постоянной, а изменяется по сложной зависимости, имеющей три характерные зоны.

В первой зоне она монотонно возрастает до некоторой величины, во второй зоне падает до минимума и в большинстве случаев меняет знак, а в третьей зоне снова возрастает.

Например, при наладке тормоза мерильного валика на одновременный останов со сновальным валом при  $R_n = 0,20$  м (рис. 3, кривая  $R_{нс}$ ) счетчик вначале наматывания до  $\rho = 0,20$  м занижает истинную длину нитей, причем при  $\rho = 0,18$  м погрешность достигает 5,4 м. Затем в диапазоне  $0,20 \leq \rho \leq 0,245$  м наработки сновального вала показания счетчика завышаются, а при дальнейшей наработке вновь занижаются. При полном сновальном вале погрешность показания счетчика за однократный останов достигает 6,8 м.

Средняя погрешность  $\Delta L_{cp}(\rho)$  показаний счетчика в режиме останова машины при наработке сновального вала до радиуса  $\rho$  будет:

$$\Delta L_{cp}(\rho) = \frac{1}{\rho - R_0} \int_{R_0}^{\rho} \Delta L_{ост}(\rho) d\rho. \quad (12)$$

Интеграл, стоящий в правой части этого выражения, можно определить (при соответствующем значении  $M_{ТМ}$ ) путем определения площадей под соответствующими кривыми, представленными на рис. 3.

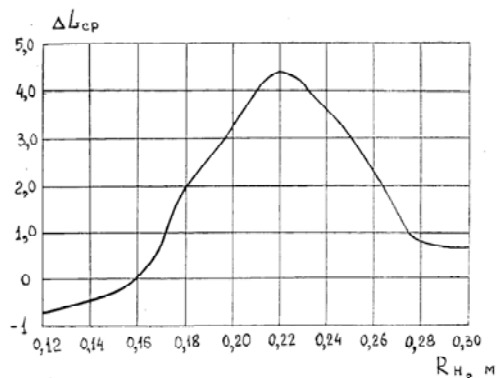


Рис. 4

В качестве примера на рис. 4 показана зависимость  $\Delta L_{\text{ср}}(R_n)$  при  $M_{\text{Тс}} = 300 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , полученная на основании рис. 3, для полного сновального вала. График показывает, что максимальная средняя погрешность в показаниях счетчика при наработке полного вала, при прочих равных условиях, будет наблюдаться в случае наладки тормозов мерильного и сновального валов на одновременный останов при радиусе намотки пряжи  $R_n = 0,22 \text{ м}$ .

Согласно приведенным результатам минимальная погрешность в показаниях счетчика за время наработки сновального вала будет при наладке тормозной системы на одновременный останов мерильного и сновального валов при  $R_n = 0,15 \dots 0,17 \text{ м}$ .

## ВЫВОДЫ

1. С увеличением радиуса намотки угол выбега сновального вала при останове машины уменьшается, независимо от настройки тормозной системы.

2. При существующей конструкции мерильного механизма тормозная система не обеспечивает полного устранения погрешности измерения длины намотанных нитей

в период останова сновальной машины. Эта погрешность зависит от тормозного момента и радиуса намотки сновального вала, при которых происходит торможение, и от радиуса намотки, при котором осуществляется настройка тормозной системы на одновременный останов мерильного и сновального валов.

3. Согласно проведенным нами исследованиям для повышения точности измерения длины нитей наладку необходимо производить в начале наработки сновального вала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Арефьев Г.И., Волков П.В. Ткачество. – М.: Легкая индустрия, 1970.
2. Маховер В.Л., Белкин Н.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 2. С.48...52.
3. Аносов В.Н., Орнатская В.А. Автоматическое питание ткацких машин основной и утком. – М.: Легкая индустрия, 1975. С.190.
4. Кесвел Э.Р. Текстильные волокна, пряжа и ткани. – М.: Ростехиздат. – 1960.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 02.10.07.