

УДК 677.054.823-52

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ ДЛЯ ТКАЦКИХ СТАНКОВ

В.В. ГУБИН, А.А. МАКАРОВ

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

В настоящее время на отечественных ткацких станках в качестве измерительного устройства натяжения основы используется подвижное скало, положение которого зависит не только от натяжения основы, но и от радиуса сматывания ткацкого навоя, что в свою очередь снижает точность измерения.

Задачи повышения точности измерения натяжения основы, расширения полосы

пропускания измерительного устройства и устранения влияния радиуса сматывания навоя на показания данного устройства являются основными при создании систем автоматического регулирования (САР) для скоростных ткацких станков.

Для решения этих задач нами разработано измерительное устройство, в котором натяжение нитей основы определяется по значению силы воздействия ткани на охва-

тываемый им измерительный валик – грудницу. Измерение таким устройством возможно только в момент заступа, так как в этот момент натяжение нитей основы практически равно натяжению ткани в зоне от опушки до вальяна [1].

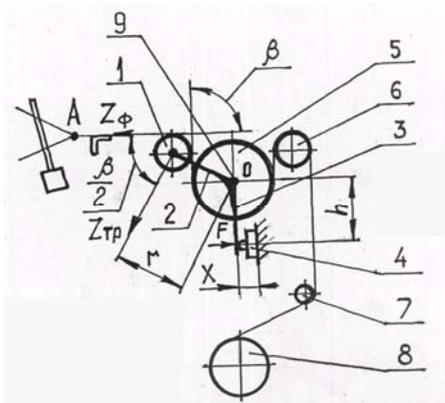


Рис. 1

На рис.1 приведена схема данного измерительного устройства для САР натяжения основы, устанавливаемой на ткацком станке, из которой видно, что вальян 5 непрерывно отводит ткань из зоны ее формирования. Для исключения проскальзывания ткани по поверхности вальяна он обтянут ребристой лентой. После вальяна ткань огибает направляющий валик 6 и планку 7 и навивается на товарный валик 8.

На входе вальяна ткань огибает грудницу 1, которая в свою очередь является чувствительным элементом датчика натяжения ткани. Грудница с двух сторон согласно рис.1 закреплена на плечах 2 двухплечих рычагов. Двуплечие рычаги жестко закреплены на валу 9, который установлен в опорах скольжения. Плечо 3 одного из двуплечих рычагов упирается в полусферу упругого элемента тензорезисторного силоизмерительного датчика 4.

При номинальной нагрузке, на которую рассчитан тензорезисторный силоизмерительный датчик, перемещение полусферы составляет около 0,01мм, что в свою очередь позволяет сделать вывод о практической неподвижности грудницы 1.

Конструктивные параметры расположения грудницы, вальяна и точки А для станка СТБ2-220 выбраны таким образом,

чтобы угол β охвата тканью грудницы 1 составлял $\pi/2$ рад (рис.1).

Тогда значение равнодействующей натяжения ткани $Z_{Тр}$, выраженное через натяжение основы $Z_{Ф}$ в застуге, определим с помощью выражения

$$Z_{Тр} = 2Z_{Ф} \cos \frac{\beta}{2}, \quad (1)$$

где $\beta = \pi/2$ – угол охвата тканью грудницы, рад.

Момент от силы натяжения ткани в застуге относительно точки О рассчитываем по формуле:

$$M_{Т} = 2rZ_{Ф} \cos \frac{\beta}{2}, \quad (2)$$

где r – длина плеча до точки приложения равнодействующего натяжения ткани относительно точки О, м.

Так как вал 4 вывешен с двух сторон с помощью двуплечих рычагов, жестко закрепленных на валу 9, то момент $M_{Т}$ от силы натяжения ткани в положении заступа уравнивается моментом силы деформации упругого элемента тензорезисторного силоизмерительного датчика, который определяется согласно выражению

$$M_{Т} = hC_{y}\Delta X, \quad (3)$$

где $F_{д} = C_{y}\Delta X$ – сила, возникающая в результате деформации упругого элемента тензорезисторного силоизмерительного датчика, Н; $C_{y} = 2 \cdot 10^8$ – коэффициент жесткости упругого элемента тензорезисторного силоизмерительного датчика, $H \cdot m^{-1}$; ΔX – деформация упругого элемента тензорезисторного силоизмерительного датчика, м; h – длина плеча силы упругой деформации тензорезисторного силоизмерительного датчика относительно точки О, м.

Тогда уравнение моментов статического равновесия измерительного устройства натяжения основы имеет следующий вид:

$$2rZ_{\phi} \cos \frac{\beta}{2} = hC_y \Delta X. \quad (4)$$

Сила F , с которой плечо 3 двуплечего подвижного рычага действует на полусферу упругого элемента тензорезисторного силоизмерительного датчика, определяется согласно выражению (рис.1):

$$F = 2Z_{\phi} \frac{r}{h} \cos \frac{\beta}{2}, \quad (5)$$

откуда

$$F = KZ_{\phi}, \quad (6)$$

где $K = 2 \frac{r}{h} \cos \frac{\beta}{2}$ – коэффициент передачи механической части измерительного устройства.

Электрический сигнал на выходе данного измерительного устройства с тензорезисторным преобразователем и предварительным усилителем описывается уравнением

$$U_{\phi} = Z_{\phi} K_U, \quad (7)$$

где $K_U = K_T K$, $B \cdot H^{-1}$; K_T – коэффициент передачи тензорезисторного силоизмерительного датчика с предварительным усилителем, $B \cdot H^{-1}$.

Деформация упругого элемента тензорезисторного силоизмерительного датчика при номинальной нагрузке $F_{\max} = 2000H$ составляет $\Delta X_{\max} = 10^{-5}$ м и практически не приводит к изменению плеч h и r , а также результирующего натяжения ткани Z_{TP} вследствие незначительного поворота двуплечего рычага.

Дифференциальное уравнение, описывающее движение системы измерительного устройства натяжения основы с достаточной для практических целей точностью, можно записать в виде [2...4]:

$$J \Delta \ddot{\gamma} + \xi \Delta \dot{\gamma} + C_y h^2 \Delta \gamma = 2 \Delta Z r \cos \frac{\beta}{2}, \quad (8)$$

где J – момент инерции подвижной системы измерительного устройства, приведенный к оси вращения вала 9 в точке O (рис.1), $кг \cdot м^2$; ξ – коэффициент сопротивления вращению вала 9 в опорах скольжения, пропорциональный скорости вращения двуплечего рычага с валом, $кг \cdot м^2 \cdot с^{-1}$; $\xi \Delta \dot{\gamma}$ – демпфирующий момент трения в опорах скольжения вала 9, $Н \cdot м$; ΔZ – отклонение натяжения нитей основы от установившегося значения заправочного натяжения основы в застопе, $Н$; $\Delta \gamma$ – угол поворота двуплечего подвижного рычага от номинального положения, $рад$.

Выражение (8) представим в виде:

$$T_2^2 \Delta \ddot{\gamma} + 2\chi T_2 \Delta \dot{\gamma} + \Delta \gamma = k \Delta Z, \quad (9)$$

где $f = C_y h^2$, $Н \cdot м$; $T_2 = \sqrt{\frac{J}{f}}$ – постоянная времени, $с$; $2\chi T_2 = \frac{\xi}{f}$, $с$; $k = 2 \frac{r}{C_y h^2} \cos \frac{\beta}{2}$ – коэффициент передачи, $Н^{-1}$; χ – коэффициент демпфирования.

Так как $\Delta \gamma = \frac{\Delta U}{K_m h C_y}$, то выражение (9)

запишется так:

$$T_2^2 \Delta \ddot{U} + 2\chi T_2 \Delta \dot{U} + \Delta U = k_1 \Delta Z, \quad (10)$$

где $k_1 = 2K_m \frac{r}{h} \cos \frac{\beta}{2}$ – коэффициент передачи измерительного устройства, $B \cdot H^{-1}$.

С целью определения и анализа динамических свойств измерительного устройства натяжения основы из (10) получим передаточную функцию данного устройства:

$$W(p) = \frac{\Delta U(p)}{\Delta Z(p)} = \frac{k_1}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}, \quad (11)$$

где $T_1 = 2\chi T_2$.

Поскольку в нашем случае $\chi > 1$ и $2\chi T_2 > 2T_2$, то выражение (11) представляет собой передаточную функцию апериодического звена второго порядка с вещест-

венными корнями характеристического уравнения.

Таким образом, выражение (11) запишем следующим образом:

$$W(p) = \frac{k_1}{(T_3 p + 1)(T_4 p + 1)}, \quad (12)$$

где $T_3 = \frac{T_1}{2} + \sqrt{\frac{T_1^2}{4} - T_2^2}$, с; $T_4 = \frac{T_1}{2} - \sqrt{\frac{T_1^2}{4} - T_2^2}$, с.

Исходя из передаточной функции (12) получим логарифмическую амплитудно-частотную характеристику:

$$L(\omega) = 20 \lg \frac{k_1}{\sqrt{[1 + (T_3 \omega)^2]} \sqrt{[1 + (T_4 \omega)^2]}}. \quad (13)$$

Анализ выражений (10)...(12) при подстановке в них цифровых значений параметров измерительного устройства натяжения нитей основы ($J = 23,937 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $r = h = 0,2 \text{ м}$; $C_y = 2 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$; $K_m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ В} \cdot \text{Н}^{-1}$; $\chi \approx 2$) показывает, что $T_1 = 0,0218$ с; $T_2 = 0,00547$ с и $k_1 = 7,07 \cdot 10^{-3} \text{ В} \cdot \text{Н}^{-1}$. Исходя из этого $T_3 = 0,02032$ с и $T_4 = 0,00148$ с.

Откуда следует, что асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика имеет два излома: в точках $\omega_1 = 1/T_3 \approx 49,2 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2 = 1/T_4 \approx 675 \text{ с}^{-1}$ и состоит из трех участков: горизонтально проведенного на высоте $20 \lg 7,07 \cdot 10^{-3} \text{ дБ}$, участка с наклоном -20 дБ/дек и участка с наклоном -40 дБ/дек (рис.2).

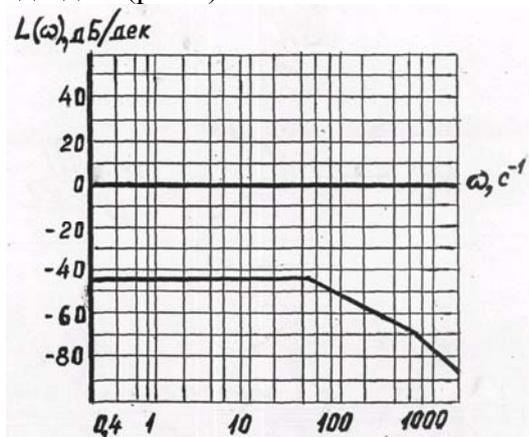


Рис. 2

Измерительное устройство такого типа, как видно, имеет неизменный коэффициент передачи при действии на него возмущающего воздействия в области частот $0 < \omega < 49,2 \text{ с}^{-1}$ и не зависит от радиуса сматывания ткацкого навоя.

Таким образом, рассматриваемое измерительное устройство будет реагировать как на изменение статической составляющей натяжения ($\omega_z \approx 0$), так и на динамические возмущения, связанные с зевобразованием при скоростях главного вала ткацкого станка до 473 об/мин.

ВЫВОДЫ

Разработанное измерительное устройство для станков СТБ имеет более широкую полосу пропускания и позволяет контролировать как статическую составляющую натяжения основы, так и динамические возмущения, связанные с зевобразованием при скоростях главного вала ткацкого станка до 470 об/мин, что значительно может повысить скоростные возможности ткацких станков.

Показания данного измерительного устройства не зависят от радиуса сматывания ткацкого навоя ввиду постоянства угла охвата тканью измерительного валика – грудницы, что значительно повышает точность измерения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проспект фирмы DORNIER.
2. Святенко М.Е. // Изв. вузов, Технология текстильной промышленности. – 1967, №4. С.65...71.
3. Губин В.В. и др. // Изв. вузов, Технология текстильной промышленности. – 1985, №4. С.83...85.
4. Тимофеев Т.П. Анализ и синтез электромеханического основного регулятора ткацкого станка СТБ: Дис...канд. техн. наук. –М., ВНИИЛТтекмаш. 1988.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 05.12.06.