

УДК 677.054.823.7

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ НА МЕТАЛЛОТКАЦКОМ СТАНКЕ СТР-100М-0,25*

Д.А. ПИРОГОВ, В.А. СУРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: info@igta.ru

Рассматривается возможность выравнивания натяжения одиночных разнонатянутых нитей по ширине заправки в требуемом интервале времени – во время прибоа точной нити.

The possibility of tension equalizing of single non-uniformly strained warp ends, on threading width, during the required time interval – at the time of the shot-wire beat-up.

Ключевые слова: контрольные металлосетки с квадратной ячейкой, металлонить, система регулирования натяжения, прижимное устройство, прибор точной нити, формирование тканого элемента.

При выработке некоторых видов тканых полотен, например, контрольных металлосеток с квадратной ячейкой, особо остро стоит задача выравнивания натяжения основных нитей по ширине заправки. Неравномерность натяжения одиночных металлонитей выше некоторого предела ведет в последующем к такому пороку, как коробление сетки.

Существующие на современных ткацких станках системы регулирования натяжения не могут обеспечить одинакового натяжения каждой нити, если это не выдержанно при сновке, поскольку в их конструкции изначально не заложено такой

функции. В этой связи предлагается установка на станок дополнительного устройства, позволяющего выравнивать натяжение в требуемом интервале времени цикла тканеформирования [1]. Сущность предлагаемого способа заключается в следующем. Нити основы заправляются между пластинками, набранными в пакет на стержень (вал) без возможности вращения вокруг его оси, которые сжимаются осевыми силами, приложенными к торцевым сечениям пакета по требуемой циклограмме. Одновременно пакет перемещается по выбранному закону в плоскости заправки в сторону от опушки ткани. Тем самым дос-

* Работа выполнена по гранту ИГТА для молодых исследователей (№12 ас/2008).

тигается возможность устранения провисания слаботянутых нитей в зоне опушка – натяжное устройство, и если при этом натяжение в зоне устройство – навои будет падать до нуля, то в зоне формирования ткани оно будет определяться только силами трения нитей о пластинки в зажимном устройстве, которые одинаковы для всех нитей, поскольку определяются одним и тем же осевым усилием сжатия пакета. При обратном ходе батана устройство возвращается в исходное состояние. Привод рабочих органов устройства осу-

ществляется от главного вала посредством кулачково-рычажных передач.

Приведем теоретическое обоснование обозначенной возможности. Это удобнее показать на расчетах, выполненных применительно к одиночной нити основы. В качестве базовой примем методику, изложенную в работе [2].

За начало цикла формирования элемента ткани примем момент времени, соответствующий началу движения ремизной рамки. Пусть начало работы прижимного устройства соответствует этому же моменту времени.

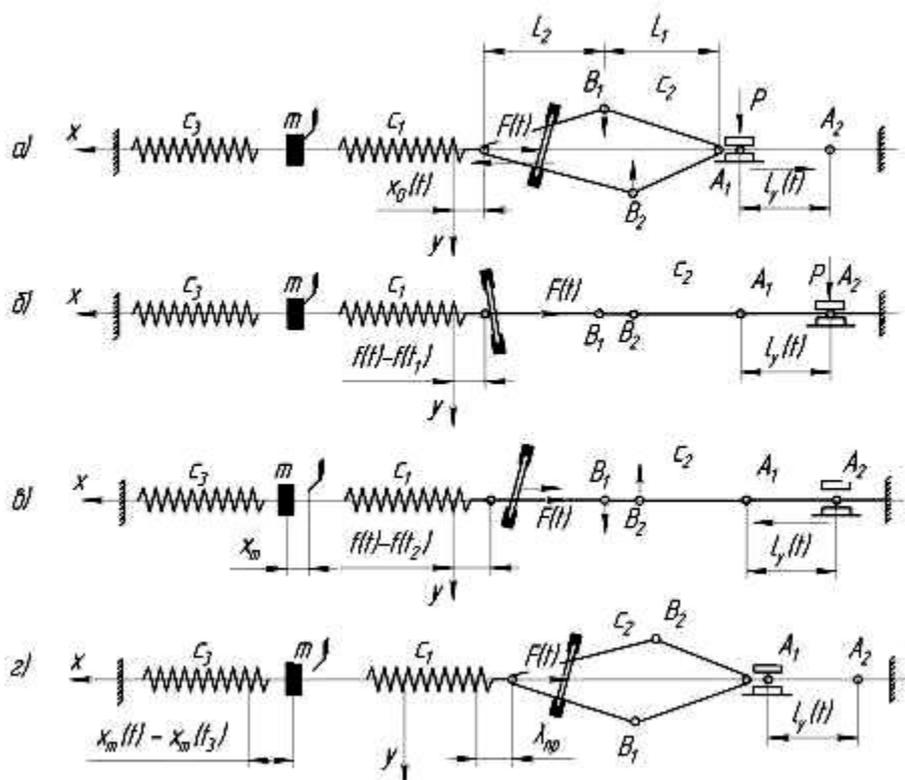


Рис. 1

На рис.1 показаны динамические модели упругой системы заправки станка (УСЗ): а) – до момента касания бердом опушки выработываемой сетки; б) – от момента касания бердом опушки до начала отбора сетки; в) – от начала отбора сетки товарным регулятором до момента отхода берда от опушки; г) – от момента отхода берда до окончания отбора сетки, отличающиеся от принятых в [2], вследствие введения дополнительного устройства.

Обозначим по аналогии с [2]: T_0 – натяжение нити основы в начальный момент времени; T_1 – натяжение нити в момент подхода берда к опушке ткани (сетки); T_2 – натяжение в момент начала отбора ткани; T_3, T_4, T_5 – натяжения в моменты отхода берда от опушки, окончания отвода ткани, окончания движения ремизной рамки соответственно. Через t_i , где $i=0,1,\dots,5$, обозначим значения времени в характерные моменты цикла.

В начальный момент времени перемещение опушки сетки от зевобразования будет равно:

$$X_0(t=0) = c_2 / (c_1 + c_2) \lambda(t=0), \quad (1)$$

натяжение одиночной нити, в этот же момент времени, определится как

$$F(t=0) = F_0 + c_1 X_0(t=0), \quad (2)$$

где F_0 – заправочное натяжение нити основы; c_1 , c_2 – приходящиеся на одиночную нить коэффициенты жесткости ткани и

$$F(t) = F(t=0) + (c_1 c_{21} / (c_1 + c_{21})) (\lambda(t) - \lambda(t=0) + \ell_y(t)), \quad (3)$$

где $\ell_y(t) = \ell_{py} \sin\left(\frac{2\pi t}{f_y}\right)$ – перемещение прижимного устройства; ℓ_{py} – амплитуда перемещения прижимного устройства; f_y – фазовый угол поворота главного вала за время перемещения прижимного устройства; c_{21} – коэффициент жесткости основной нити на участке прижимное устройство – опушка сетки.

Выражение (3) справедливо при $F(t) \leq 2P_y f_t$ (здесь P_y – сила сжатия пакета пластин, f_t – коэффициент трения нити о поверхности тарелочек). В этом случае проскальзывание нити в прижимном устройстве отсутствует, то есть нить из зоны навой – устройство в зону устройство – опушка не поступает. Если натяжение нити в зоне формирования тканого элемента будет больше силы трения в прижимном устройстве, то в формировании тканого элемента будет участвовать и основа зоны навой – устройство вследствие проскальзывания нити в устройстве.

Обозначим через c_y приведенный коэффициент жесткости УСЗ на участке прижимное устройство – товарный валик:

основы; $\lambda(t)$ – продольная деформация основы вследствие зевобразования.

$$\lambda(t) = \ell_1 \left(1 - \cos \left(\arctg \left(\frac{sr}{\ell_1} \right) \right) \right) + \ell_2 \left(1 - \cos \left(\arctg \left(\frac{sr}{\ell_1} \right) \right) \right),$$

где ℓ_2 , ℓ_1 – глубина и вынос зева; sr – перемещение ремизной рамки от положения заступа, определяемое при кинематическом анализе зевобразовательного механизма.

В соответствии с предлагаемой моделью УСЗ (рис.1-а) усилие, действующее на опушку вырабатываемой ткани со стороны нитей основы:

$$c_y = c_1 c_{21} / (c_1 + c_{21}),$$

а через $d\ell_{21}$ и $d\ell_{22}$ – деформацию нити на участках устройство – опушка и устройство – навой соответственно, вследствие зевобразования и работы прижимного устройства.

Очевидно, что:

$$d\ell_{21}(t) + d\ell_{22}(t) = \lambda(t) - \lambda(t=0). \quad (4)$$

Натяжение нити на участке прижимное устройство – навой:

$$F_{22}(t) = F(t=0) + c_{22} d\ell_{22}(t), \quad (5)$$

где c_{22} – коэффициент жесткости основной нити на участке прижимное устройство – навой.

На участке прижимное устройство – опушка

$$F(t) = F(t=0) + d\ell_{21}(t) c_y. \quad (6)$$

Так как вследствие проскальзывания

$$F(t) = F_{22}(t) + 2P_y f_t, \quad (7)$$

то, решая совместно (4) ... (7), найдем

$$d\ell_{22}(t) = (c_y(\lambda(t) - \lambda(t=0)) + 2P_y f_t) / (c_y + c_{22}), \quad (8)$$

$$d\ell_{21}(t) = \lambda(t) - \lambda(t=0) - d\ell_{22}(t),$$

после чего из (5) и (6) определяются искомые натяжения.

Время t_1 , соответствующее моменту подхода берда к опушке ткани, определяется из условия

$$f(t_1) = \lambda_{np} + X_0(t_1), \quad (9)$$

где $f(t)$ – расстояние точки берда по линии заправки от переднего положения, определяемое из кинематического анализа батанного механизма; λ_{np} – расстояние

$$F(t) = F(t_1) + (f(t_1) - f(t) + \lambda(t) - \lambda(t_1) + \ell_y(t) - \ell_y(t_1))c_{21},$$

если

$$F(t) \leq 2P_y f_t.$$

При $F(t) \geq 2P_y f_t$ по аналогии с предыдущим найдем

$$F_{21}(t) = F(t_1) + c_{21} d\ell_{21}(t), \quad (12)$$

$$F_{22}(t) = F(t_1) + c_{22} d\ell_{22}(t), \quad (13)$$

$$d\ell_{22}(t) = (c_{21}\Delta(t) - 2P_y f_t) / (c_{21} + c_{22}),$$

$$d\ell_{21}(t) = \Delta(t) - d\ell_{22}(t),$$

где $\Delta(t) = f(t_1) - f(t) + \lambda(t) - \lambda(t_1)$.

Время t_2 , соответствующее началу движения приведенной массы, то есть началу отбора ткани, находится из условия

$$P(t_2) = P_{max},$$

где P_{max} – приведенная сила предварительной затяжки пружины регулятора.

С момента времени t_2 динамическая модель системы примет вид, изображенный на рис.1-в. Натяжение ткани определяется выражением:

опушки в начальный момент времени от переднего положения; $X_0(t)$ – перемещение опушки от зевобразования и работы прижимного устройства:

$$X_0(t) = c_y(\lambda(t) + \ell_y(t)) / c_1. \quad (10)$$

С момента времени t_1 динамическая модель системы принимает вид, изображенный на рис. 1-б. Действующее на ткань растягивающее усилие:

$$P(t) = F(t_1) - c_1[f(t_1) - f(t)] \quad (11)$$

будет действовать также и на приведенную массу.

Натяжение нити на участке прижимное устройство – навой:

$$P(t) = F(t_1) - c_1[f(t_1) - f(t) + x_m(t)], \quad (14)$$

где

$$x_m(t) = (c_1 / mp) \int_{t_2}^t [f(\tau) - f(t_2)] \sin p(t - t_2 - \tau) d\tau$$

– перемещение приведенной массы, отображающее процесс отбора ткани;

$$p = \sqrt{(c_1 + c_3) / m}.$$

Для определения натяжения основы справедливы выражения (12) и (13).

Время t_3 окончания контакта берда с опушкой находится из условия:

$$F(t_3) - P(t_3) = 0.$$

С момента времени t_3 динамическая модель системы примет вид, изображенный на рис.1-г.

На этом интервале времени натяжения основы и ткани одинаковы:

$$F(t) = F_0 + \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} (x_m(t) + \lambda(t)). \quad (15)$$

Длина $x_m(t)$ отводимой ткани и скорость $\dot{x}_m(t)$ отвода ткани определяются выражениями:

$$x_m(t) = x_m(t_3) \cos p_1(t - t_3) + \frac{x_m(t_3)}{p_1} \sin p_1(t - t_3) + \frac{1}{m p_1} \int_{t_3}^t F(\tau) \sin p_1(t - \tau) d\tau,$$

$$\dot{x}_m(t) = -x_m(t_3) p_1 \sin p_1(t - t_3) + \dot{x}_m(t_3) \cos p_1(t - t_3) + \frac{1}{m} \int_{t_3}^t F(\tau) \cos p_1(t - \tau) d\tau.$$

Отбор товара заканчивается, когда скорость приведенной массы $\dot{x}_m(t) = 0$, поскольку обратный ход храповика исключается стопорными собачками.

Расчеты по приведенной методике выполнены с помощью ЭВМ на примере металлткацкого станка СТР-100М-0,25 при выработке сетки №24 ТУ3651-028-00279597-2006 [3] по следующим исходным

данным: $\ell_1 = 0,212(\text{м})$; $\ell_2 = 0,283(\text{м})$; $c_1 = 830(\text{Н/м})$; $c_2 = 2,5 \cdot 10^3(\text{Н/м})$; $c_3 = 19,9(\text{Н/м})$; $c_{21} = 12,7 \cdot 10^3(\text{Н/м})$; $c_{22} = 2,09 \cdot 10^3(\text{Н/м})$; $P_{\max} = 7(\text{Н})$; $f_t = 0,2$; $m = 8,4 \cdot 10^5(\text{кг})$; $F_0 = 7(\text{Н})$; $P_{cy} = 1840$ (нитей/м). Жесткости участков упругой системы заправки получены экспериментально, остальные величины – по данным технической документации.

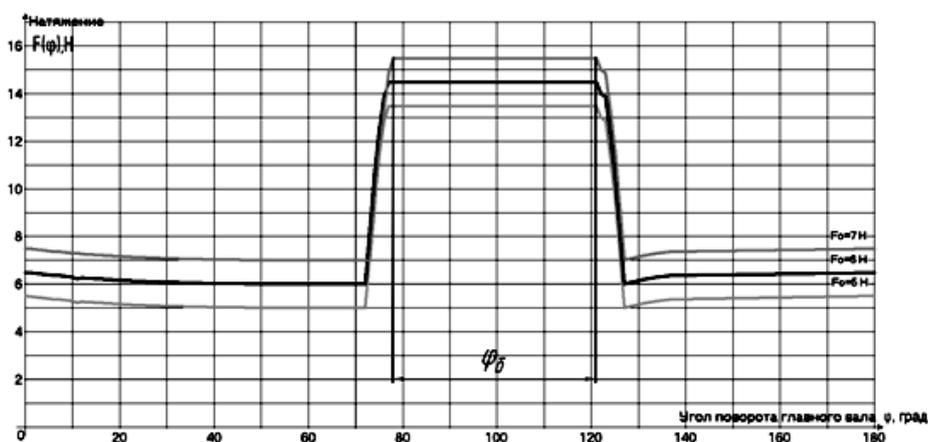


Рис. 2

Рис.2 (зависимость натяжения нити основы от заправочного F_0 на фазе перемещения ремизных рам ($0 \leq \varphi \leq 180^\circ$)) иллюстрирует работу серийной модели станка (без прижимного устройства) с фазой выстоя батана в переднем положении, равном ϕ_6 : различие в заправочном натяжении нитей основы сохраняется и во время формирования элемента ткани.

Применение прижимного устройства позволяет выровнять натяжения разнонапрянутых нитей в интервале времени, определяемом циклограммой его работы и

обеспечить требуемое натяжение на фазе формирования ткани: это показывают графики рис. 3 (зависимость натяжения нити основы от заправочного F_0 на фазе перемещения ремизных рам ($0 \leq \varphi \leq 180^\circ$) с применением прижимного устройства), согласно которым натяжение нитей основы одинаково на участке зоны выстоя батана в переднем положении вне зависимости от возможной разницы заправочного натяжения нитей по заправочной ширине ($F_0 = 3 \dots 6$ Н). Показанные зависимости на рис.3 получены при усилии сжатия пакета

пластин $P_y=40(N)$, фазовом угле рабочего хода $f_y=105^\circ$ и рабочем ходе $\ell_{py}=0,001(M)$. Усилие P_y определяет максимальное натяжение основы: фазовый угол f_y – продол-

жительность поддержания этого натяжения, а рабочий ход ℓ_{py} – диапазон возможных заправочных натяжений разнонатянутых нитей основы.

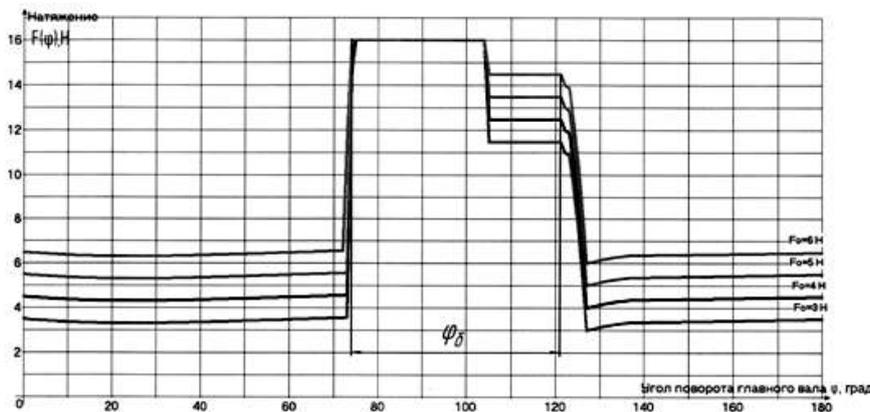


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Получена математическая модель, отражающая изменение натяжения основных нитей в зависимости от технологических параметров заправки станка СТР-100М-0.25 за цикл его работы с учетом установки предлагаемого устройства.

2. Подтверждена возможность выравнивания натяжения одиночных нитей по ширине заправки в требуемом интервале времени – во время прибора точной нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для регулирования натяжения основных нитей. Патент на полезную модель RU № 68003 D03D 49/12, Бюл. №31, 10.11.2007.
2. Суров В.А., Андриянов В.М., Чумиков В.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №1. С.34...37.
3. Официальный сайт ОАО "Краснокамский завод металлических сеток". [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. дан.; режим доступа: <http://www.rosset-kzms.ru>

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 24.12.09.