

**К РАСЧЕТУ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ**

В.С. Башметов

УДК 677.024.83

**РЕФЕРАТ**

*ТЕХНОЛОГИЯ ТКАЧЕСТВА, ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ, ПОДАЧА ОСНОВЫ С НАВОЯ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ, СТАБИЛЬНОСТЬ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ, КАЧЕСТВО ТКАНИ*

*Предметом исследования является процесс сматывания основных нитей с навоя и обеспечения стабильности их натяжения на ткацких станках. В работе произведен анализ факторов, влияющих на статическую составляющую натяжения основных нитей и являющихся переменными при изменении диаметра намотки нитей на ткацком навое. Целью работы является разработка методики расчета изменения натяжения основных нитей на бесчелночных ткацких станках с малогабаритными нитепрокладчиками типа СТБ за время срабатывания всей основы с навоя.*

*Предложенная методика расчета позволяет определить натяжение основных нитей в зависимости от диаметра намотки основных нитей на навое.*

*Результаты работы можно использовать для оптимизации наладочных параметров основных регуляторов ткацких станков СТБ с целью стабилизации натяжения основных нитей, повышения производительности труда и оборудования и улучшения качества вырабатываемых тканей.*

**ABSTRACT**

*WEAVING TECHNOLOGY, FABRIC FORMATION PROCESS, SERVE OF WARP THREADS FROM THE WEAVER BEAM, STABILITY OF THREAD TENSION, FABRIC QUALITY*

*The subject of the research is the process of winding the warp threads with the weaver beam and ensure the stability of the thread tension on looms. In work analyzes factors influencing a static component of the tension of the warp threads and is a variable at change the diameter of the winding threads on a weaving beam. The purpose of work is development of a method of calculation of change of a tension the warp threads on projectile weaving machine type STB during for unwound all warp threads with the weaver beam.*

*The proposed method of calculation to determine the tension of the warp threads depending on the winding diameter of the warp threads on a beam.*

*Results of work can be used to optimize the adjustment parameters of warp let-off regulators on projectile weaving machine type STB to stabilize the tension of the warp threads, increase of labor and equipment productivity and improvement of quality of the developed fabrics.*

Натяжение основных нитей на ткацком станке является одним из важнейших параметров выработки ткани. Натяжение должно быть постоянным в течение всей работы ткацкого станка. Отклонение величины натяжения нитей от оптимального значения приводит к нарушению технологического процесса формирования ткани, ухудшению качества ткани и снижению производительности труда и оборудования.

Для создания натяжения основных нитей и поддержания его постоянным на ткацких станках с малогабаритными нитепрокладчиками типа СТБ служат основные регуляторы фрикци-

онного типа.

Кинематическая схема подвижной системы скала основного регулятора приведена на рисунке 1.

Основные нити 1 сматываются с навоя 2, установленного на оси  $O_n$ , огибают скало 3 и поступают в рабочую зону станка. Подвижная система скала, включающая рычаги 4–5, 7–9, кулису 10 с переменным радиусом, рычаги 11–12 и ролик 13, находится в равновесии относительно оси  $O$  под действием натяжения нитей  $K$  и усилия  $F$  пружин 6.

Статическую составляющую натяжения

основных нитей можно определить по формуле

$$K = \frac{F \ell_{OL} - P \ell_{OA} \cos \varphi_4}{(\ell_{OA} \cos \varphi_4 + R_c) \sin \theta - \ell_{OA} \sin \varphi_4 - R_c}, \quad (1)$$

где  $F$  – усилия пружин регулятора,  $F = 2C\Delta\ell_{BC}$ ;  $\ell_{OL}$  – плечо действия усилий  $F$  относительно оси  $O$ ;  $\ell_{BC}$  – деформация пружин 6;  $C$  – коэффициент жесткости пружины 6;  $P$  – сила тяжести скала;  $\ell_{OA}$  – длина рычагов 4;  $\varphi_4$  – угол наклона рычагов 4 к оси  $O_n x$ ;  $R_c$  – радиус скала;  $\theta$  – угол охвата скала основными нитями.

Угол  $\theta$  равен:

$$\theta = \arccos \frac{R_n - R_c}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}} - \arcsin \frac{x_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}, \quad (2)$$

где  $R_n$  – радиус навоя;  $x_A$  и  $y_A$  – координаты оси  $A$  скала относительно оси  $O_n$  навоя, которые равны  $x_A = x_O - \ell_{OA} \cos \varphi_4$ ,  $y_A = y_O - \ell_{OA} \sin \varphi_4$ ;  $x_O$  и  $y_O$  – координаты оси  $O$ .

Плечо  $\ell_{OL}$  усилий  $F$  относительно оси  $O$  можно определить:

$$\ell_{OL} = \ell_{OB} \sin \left( \varphi_5 - \arcsin \frac{y_O + \ell_{OB} \sin \varphi_5 - y_C}{\ell_{BC}} \right), \quad (3)$$

где  $\ell_{OB}$  – длина рычага 5;  $\varphi_5$  – угол наклона рычагов 5 к оси  $O_n x$ ;  $\ell_{BC}$  – длина пружин 6.

Длина пружин равна

$$\ell_{BC} = \sqrt{(x_C - x_O + \ell_{OB} \cos \varphi_5)^2 + (y_C - y_O - \ell_{OB} \sin \varphi_5)^2}, \quad (4)$$

где  $x_O, x_C, y_O, y_C$  – координаты точек  $O$  и  $C$ .

По мере уменьшения диаметра намотки основных нитей на навое угол его поворота должен увеличиваться для обеспечения необходимой величины отпуска нитей. Это увеличение происходит за счет опускания скала 3, при котором через подвижную систему скала ролик 13 перемещается вправо ближе к горке ведущего диска фрикционной муфты. В результате увеличивается время сцепления муфты, что и приводит к увеличению угла поворота ведомого диска муфты и навоя.

Таким образом, по мере срабатывания основы с навоя скало постепенно опускается, рычаги 4 и 5 поворачиваются против часовой стрелки, изменяя условия равновесия подвижной системы скала относительно оси  $O$ . Кроме того, при уменьшении диаметра навоя изменяется угол  $\theta$ . Все это приводит к изменению натяжения основных нитей.

Определим это изменение натяжения.

Длина отпускаемой с навоя основы за один оборот главного вала ткацкого станка определяется:

$$\ell_o = \frac{1}{P_y \left( 1 - \frac{a_o}{100} \right)}, \quad (5)$$

где  $P_y$  – плотность ткани по утку, н/см;  $a_o$  – уработка основных нитей в ткани, %.

Для отпуска этой длины  $\ell_o$  основы навой поворачивается на угол

$$\alpha_n = \frac{\ell_o}{R_n} = \frac{1}{R_n P_y \left( 1 - \frac{a_o}{100} \right)}, \quad (6)$$

где  $R_n$  – радиус намотки основы на навое.

Такой угол поворота навоя  $\alpha_n$  обеспечивается поворотом ведомого валика фрикционной муфты основного регулятора на угол  $\alpha_g$

$$\alpha_g = \alpha_n i, \quad (7)$$

где  $i$  – передаточное число передачи от ведомого валика муфты к навую.

Передаточное число равно:

$$i = \frac{Z_{чк} Z_n}{Z_ч Z_{нн}}, \quad (8)$$

где  $Z_{чк}$  – число зубьев червячного колеса;  $Z_ч$  – заходность червяка;  $Z_n$  – число зубьев навойной шестерни;  $Z_{нн}$  – число зубьев поднавойной шестерни.

Углу  $\alpha_g$  поворота ведомого валика муфты соответствует положение ролика 13, определяемое величиной  $S$ :

$$S = S_n + \Delta S, \quad (9)$$

где  $S_n$  – начальное положение ролика при максимальном диаметре намотки основы на навое;  $\Delta S$  – смещение ролика по мере уменьшения диаметра намотки основы.

Начальное положение  $S_n$  определяется из условия, что ролик 13 в момент подачи основы должен быть прижат к наивысшей точке профиля горки ведущего диска фрикционной муфты [1]. Обычно на ткацких станках СТБ момент подачи основы соответствует  $200^\circ$  поворота главного вала. В этот же момент ось  $G$  должна находиться на расстоянии 50 мм от нижнего среза кулисы 13. При этом радиус  $R$  кулисы будет равен  $R_1$ .

Тогда можно определить угловое положение рычага 12:

$$\varphi_{12} = \arcsin \frac{t}{\ell_{HK}} = \arcsin \frac{S-r}{\ell_{HK}}, \quad (10)$$

где  $r$  – радиус ролика 13;  $\ell_{HK}$  – длина рычага 12.

При этом начальное значение  $\varphi_{12n}$  угла  $\varphi_{12}$  будет при  $S = S_n$ , то есть при  $\Delta S = 0$ .

Начальное значение  $\varphi_{11n}$  угла  $\varphi_{11}$  определяется:

$$\varphi_{11n} = \arccos \frac{\ell_{FH}^2 + \ell_{GH}^2 - R_1^2}{2\ell_{FH}\ell_{GH}}, \quad (11)$$

где  $\ell_{FH}$  – длина рычага 11;

$$\ell_{GH} = \sqrt{(x_G - x_H)^2 + (y_G - y_H)^2}$$

Тогда можно определить угол  $\beta$  между рычагами 11 и 12, который должен быть установлен при наладке основного регулятора:

$$\beta = \frac{\pi}{2} + \alpha + \varphi_{11n} - \varphi_{12n}, \quad (12)$$

где  $\alpha = \arctg \frac{y_G - y_H}{x_G - x_H}$

Текущее значение угла  $\varphi_{11}$  в зависимости от угла  $\varphi_{12}$  определяется:

$$\varphi_{11} = \varphi_{12} + \beta - \frac{\pi}{2} - \alpha. \quad (13)$$

Смещение ролика 13 и поворот рычагов 11 и 12 обеспечивается при повороте кулисы 10 за счет изменения ее радиуса  $R$ , текущее значение которого равно:

$$R = \sqrt{\ell_{FH}^2 + \ell_{GH}^2 - 2\ell_{FH}\ell_{GH}\cos\varphi_{11}}. \quad (14)$$

Изменение радиуса  $R$  кулисы может происходить в пределах от начального значения  $R_p$ , соответствующего положению кулисы при максимальном (полном) диаметре навоя, до конечного значения  $R_k$ .

Угловое положение кулисы можно определить через угол  $\varphi_{10}$ :

$$\varphi_{10} = \varphi_{10n} + \varphi_{10k}, \quad (15)$$

где  $\varphi_{10n}$  – начальное (наладочное) положение кулисы при  $\Delta S = 0$  и  $R = R_p$ ;  $\varphi_{10k}$  – угол поворота кулисы по часовой стрелке для смещения ролика 13 вправо, который определяется профилем кулисы  $\varphi_k = f(R)$ .

Начальный угол  $\varphi_{10n}$  равен:

$$\varphi_{10n} = 1.5\pi - \arcsin \frac{x_H + \ell_{FH}\cos(\varphi_{11n} + \alpha) - x_O}{\ell_{OF}} - \arcsin \frac{y_H + \ell_{FH}\sin(\varphi_{11n} + \alpha) - y_G}{R_1} - \gamma, \quad (16)$$

где  $\gamma$  – угол, обусловленный конфигурацией кулисы;  $\ell_{OF}$  – перемещенная величина, определяющая взаимные положения точек  $O$  и  $F$ , равная

$$\ell_{OF} = \sqrt{[x_H + \ell_{FH}\cos(\varphi_{11n} + \alpha) - x_O]^2 + [y_H + \ell_{FH}\sin(\varphi_{11n} + \alpha) - y_O]^2}, \quad (17)$$

Поворот кулисы обусловлен изменением угла  $\varphi_7$ . Текущее значение угла  $\varphi_7$  в зависимости от угла  $\varphi_{10}$  можно определить, пользуясь методикой [2]:

$$\varphi_7 = \arccos \frac{\ell_{OD}^2 + \ell_{OF}^2 - 2\ell_{OF}\ell_{EF} \cos \varphi_{10} + \ell_{EF}^2 - \ell_{DE}^2}{2\ell_{OD}\sqrt{\ell_{OF}^2 + \ell_{EF}^2 - 2\ell_{OF}\ell_{EF} \cos \varphi_{10}}} - \arctg \frac{\ell_{EF} \sin \varphi_{10}}{\ell_{OF} - \ell_{EF} \cos \varphi_{10}}, \quad (18)$$

где  $\ell_{OD}$  – длина рычага 7;  $\ell_{EF}$  – длина плеча кулисы 10;  $\ell_{DE}$  – длина тяги 9.

С изменением угла  $\varphi_7$  в зависимости от смещения ролика 13 изменяются углы  $\varphi_4$  и  $\varphi_5$ , причем  $\Delta\varphi_4 = \Delta\varphi_5 = \Delta\varphi_7$ .

Смещение  $\Delta S$  ролика 13 по мере срабатывания основных нитей с навоя можно определить из анализа взаимодействия ролика с горкой ведущего диска фрикционной муфты при условии обеспечения соответствующего увеличения угла поворота навоя. Тогда, зная смещение  $\Delta S$  ролика и пользуясь формулой (1), можно рассчитать натяжение основных нитей.

Данная методика расчета позволяет определить изменение величины натяжения основных нитей по мере уменьшения диаметра их намотки на навое.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Степанов, Г.В., Быкадоров, Р.В. (1985), *Станки СТБ: устройство и наладка*, Москва, Легпромбытиздат, 1985, 215 с.
2. Букина, С.В., Сысоева, Е.К. (2014), К проектированию рычажного механизма кромкообразования ткацкого станка фирмы Dornier с античетырёхзвенником, *Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности, Материалы докладов Международной научно-технической конференции*, Витебск, 2014, с. 257–259.

#### REFERENCES

1. Stepanov, G.V., Byikadorov, R.V. (1985), *Stanki STB: ustroystvo i naladka* [STB looms: structure and adjustment], Moscow, Legprombytizdat, 1985, 215 p.
2. Bukina, S.V., Syisoeva, E.K. (2014), About designing of selvage forming lever motion of Dornier loom with anti-four-link chain, *Innovation technologies in textile and light industry* [K proektirovaniyu ryichazhnogo mehanizma kromkoobrazovaniya tkatskogo stanka firmy Dornier s antichetyirehzhennikom, Innovatsionnyie tehnologii v tekstilnoy i legkoy promyishlennosti], *Materialyi dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii – Materials of reports of International scientific-technical conference*, Vitebsk, 2014, pp. 257–259.

Статья поступила в редакцию 30. 01. 2015 г.