

УДК 677.054.39

DOI 10.47367/0021-3497_2025_1_136

**ИЗМЕНЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ
ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТКАНЕЙ ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ ПО УТКУ****CHANGE IN WARP TENSION IN THE PRODUCTION
OF FABRICS WITH VARIABLE WEFT DENSITY**У.Т. АБДУЛЛАЕВ¹, И.Ф. АЛЛАХВЕРДИЕВА², И.А. ХАЛИЛОВ², Ф.А. ВЕЛИЕВ³U.T. ABDULLAEV¹, I.F. ALLAHVERDIYEVA², I.A. XALILOV², F.A. VELIEV³¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,²Азербайджанский технический университет, Азербайджанская Республика,³Азербайджанский государственный университет экономики, Азербайджанская Республика)¹Tashkent institute textile and light industry, Republic Uzbekistan,²Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan,³Azerbaijan State University of Economics, Republic of Azerbaijan)

E-mail: abdullaev1975@mail.ru; allahverdiyeva.ilhame@inbox.ru; khalilov@aztu.edu.az; fazil-uzbek@mail.ru

Проведен анализ изменения натяжения основы при выработке тканей с переменной плотностью по утку при использовании микропроцессорного управления отводом ткани из зоны формирования. Установлено, что функция изменения угловой скорости вала регулятора на участках перехода с меньшей плотности на большую и наоборот хорошо аппроксимируется экспоненциальной зависимостью. Замена при анализе непрерывных функций изменения угловой скорости вала регулятора их решетчатыми аналогами позволила получить зависимость натяжения нитей основы от заправочных параметров ткани с переменной плотностью по утку и параметров настройки товарного регулятора, позволяющую прогнозировать натяжение в переходных режимах работы ткацкого станка.

The analysis of warp tension change during production of fabrics with variable density by weft using microprocessor control of fabric removal from the formation zone is carried out. It is established that the dependence of the angular velocity of the regulator shaft in the transition sections from lower to higher density, and vice versa, is well approximated by an exponential dependence. Replacing continuous functions of the angular velocity change of the regulator shaft with their lattice analogs during the analysis made it possible to obtain the dependence of the warp thread tension on the filling parameters of fabric with variable density by weft and the parameters of the adjustment of the commodity regulator, allowing to predict the tension in transient modes of the weaving machine operation.

Ключевые слова: плотность по утку, изменение плотности, натяжение основы, переходный участок, изменение натяжения.

Keywords: weft density, density change, warp tension, transition section, tension change.

Ткани с переменной плотностью по утку [1] позволяют расширить ассортимент текстильной продукции за счет создания новых дизайнерских решений. Используя тканей с переменной плотностью в качестве армирующих наполнителей, можно получить композиционные материалы с рациональным армированием [2].

Для получения тканей с переменной плотностью по утку используются ткацкие станки с программно-управляемым движением вала товарного регулятора [3...5].

В настоящей работе для выработки тканей переменной плотности по утку использовалось устройство [6], устанавливаемое на станок СТБ, которое обеспечивало привод к товарному регулятору от дополнительного программно-управляемого двигателя через цепную передачу и обгонную муфту, сидящую на валу регуляторов.

Микропроцессорная система управления дополнительным приводом позволяет изменять скорость вращения вала регуляторов одновременно на нескольких станках. При этом все станки должны выработать ткани одного ассортимента. Стабильность технологических параметров обеспечивается за счет управления центральным микропроцессором. Для перехода на другой ассортимент технологю необходимо установить новые заправочные параметры, включая количество участков разной плотности, плотность на каждом из них, количество нитей на каждом участке.

В [7] приведена методика определения плотности по утку в зависимости от параметров настройки товарного регулятора. В [8, 9] рассматривается изменение расстояний между уточными нитями при переходе с участка с пониженной плотностью на участок с повышенной плотностью и наоборот. Следует отметить, что при изменении плотности происходит изменение натяжения основы.

На рис. 1 приведена осциллограмма с записью отметок оборотов главного вала станка 1, перемещений скала 2, натяжения основы 3, перемещений новая 4 и скорости вала регуляторов 5. При выработке уплотненных участков ткани угловая скорость ω_0 общего вала регуляторов равна угловой скорости главного вала станка (участки слева от точки t_1 и справа от точки t_4). При включении через обгонную муфту дополнительного электродвигателя скорость вала регуляторов возрастает до ω_1 (участок t_1, t_2). Продолжительность этого участка соответствует времени разгона и выхода дополнительного электродвигателя на номинальный режим. На участке t_2, t_3 , соответствующем работе дополнительного электродвигателя в номинальном режиме, скорость вала регуляторов постоянна и равна ω_1 . На этом участке выработывается разреженная ткань. После отключения дополнительного электродвигателя (точка t_3) скорость вала регуляторов падает (участок t_3, t_4) до ω_0 , и после точки t_4 вновь выработывается уплотненная ткань.

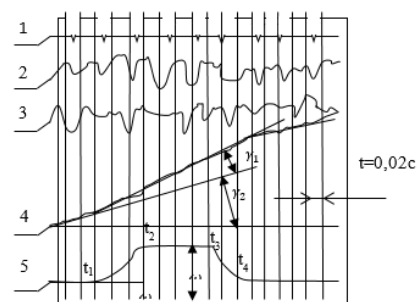


Рис. 1

Скорость вращения навоя пропорциональна углу наклона кривой 4 перемещения навоя. Из рис. 1 видно, что углы наклона кривой процесса на участках выработки уплотненной ткани ($t < t_1$ и $t > t_4$) равны γ_1 и меньше, чем на участке $t_1 < t < t_4$ выработки разрежен-

ной ткани с углом наклона $\gamma_1 + \gamma_2$. При этом уровень натяжения основы (кривая 3) на различных участках практически не изменяется, как и амплитуда качания скала (кривая 2), что свидетельствует об одинаковой длительности сцепления ведомой и ведущей полумуфт регулятора отпуска основы за один цикл работы станка при вы-

$$\omega(t) = \begin{cases} \omega_0, & t < t_1, \\ \omega_0 + (\omega_1 - \omega_0)[1 - \exp(at)], & t_1 \leq t < t_2, \\ \omega_1, & t_2 \leq t < t_3, \\ \omega_1 - (\omega_1 - \omega_0)[1 - \exp(at)], & t_3 \leq t < t_4, \\ \omega_0, & t_4 \leq t, \end{cases} \quad (1)$$

где $a = -0,9$ – экспериментально определенный показатель.

Для исследования изменения натяжения основы при выработке участков различной плотности заменим непрерывные функции решетчатыми. Полагая заправку ткацкого станка упругой, записываем натяжение основы в процессе его работы:

$$K[n+1] = K[n] + (\Delta l_1[n])C, \quad (2)$$

где $K[n], K[n+1]$ – соответственно натяжение основы в n и $(n+1)$ -м циклах, Н; $\Delta l_1[n], \Delta l_2[n]$ – количество отведенной ткани и поданной основы, м; C – приведенная жесткость упругой системы заправки, определенная с учетом диаметра навоя, длин участков основы и ткани и их натяжения, Н/м.

Кратковременными деформациями упругой системы заправки в момент прибора пренебрегаем, так как при правильной наладке в этот момент основной регулятор не производит отпуска основы. Поскольку товарный регулятор станков СТБ представляет редуктор с постоянным передаточным отношением, длина ткани, отведенной регулятором за i -й цикл работы станка, пропорциональна здесь угловой скорости вала регулятора ω , передаточному отношению i между валом регуляторов и вальном, диаметру D вальня, коэффициенту K_{yp} , учитывающему уработку осно-

работке участков ткани различной плотности по утку.

Эксперименты и обработка их результатов методами математической статистики показывают, что угловая скорость вала регуляторов на участках t_1, t_2 и t_3, t_4 хорошо аппроксимируется экспонентами:

вы, и времени T одного оборота главного вала станка:

$$\Delta l_1[n] = TiDK_{yp}\omega[n] \text{ или } \Delta l_1[n] = L_\omega[n], \quad (3)$$

где $L = TiDK_{yp}$.

Регулятор отпуска основы получает движение от вала регуляторов через фрикционную муфту, причем большую часть времени движения ведущей полумуфты составляет ее совместное движение с ведомой угловой скоростью вала регуляторов. Следовательно, если не изменять установку регулятора (натяжение пружины скала, характеризующее уровень заданного натяжения K_0 основы), то с изменением скорости вала регулятора пропорционально изменится и длина отпущенной им основы. Для учета случайных воздействий на упругую систему заправки (разработка брака, съем товара и т. д.) и нестабильности работы фрикционной пары регулятора необходимо учесть реакцию регулятора на отклонение натяжения основы от заданного:

$$\Delta l_2[n] = \omega[n]\tau_1 i_1 D_1 K_{yp} - (K_0 - K[n])E, \quad (4)$$

где τ_1 – время совместного движения обеих полумуфт фрикционной муфты, с; i_1 – передаточное отношение основного регулятора; D_1 – диаметр навоя, м; E – реакция регулятора на единичный скачок натяжения основы, определяемая экспериментально

или путем исследования динамики основного регулятора, м/Н.

Обозначая $M = \tau_1 i_1 D_1 K_{yp}$, получаем

$$K[n+1] = K[n] + (L - M)\omega[n]C + (K_0 - K[n])EC. \quad (6)$$

Для исследования переходного процесса стабилизирующего натяжения основы подставим в (6) из (1) выражение угловой скорости при включении дополнительного электродвигателя:

$$\omega(t) = \omega_0 + (\omega_1 - \omega_0)[1 - \exp(at)] \quad (7)$$

или после перехода к решетчатым функциям

$$K(q) = \frac{\exp q}{\exp q - \exp \beta} K_0 + [\omega_1(L - M)C + K_0(1 - \exp \beta)] \times \\ \times \frac{\exp q}{(\exp q - 1)(\exp q - \exp \beta)} - (\omega_1 - \omega_0) \frac{\exp q}{(\exp q - \exp \alpha)(\exp q - \exp \beta)} (L - M)C. \quad (9)$$

После преобразований и перехода от

изображений к оригиналам имеем:

$$K(n) = \frac{\omega_1}{1 - \exp \beta} [1 - \exp(\beta n)](L - M)C + K_0 - \\ - \frac{\omega_1 - \omega_0}{\exp \alpha - \exp \beta} [\exp(\alpha n) - \exp(\beta n)](L - M)C. \quad (10)$$

При $n \rightarrow \infty$ получаем натяжение основы, устанавливающееся на станке после завершения переходного процесса:

$$K = K_0 + \frac{\omega_1(L - M)}{1 - \exp \beta} C \quad (11)$$

или при $\exp \beta = 1 - EC$

$$K = K_0 + \omega_1(L - M)/E. \quad (12)$$

Второй член в (12) характеризует величину отклонения натяжения основы от заданного после завершения переходного процесса. Величина отклонения зависит от особенностей совместной работы регуляторов: чем меньше плотность разреженных участков вырабатываемой ткани, тем больше величина отклонения. Сомножитель $(L - M)/E$ показывает влияние на отклонение натяжения основы правильности подбора передаточных функций регуляторов отпуска основы и отвода ткани.

$$\Delta l_2[n] = \omega[n]M - (K_0 - K[n])E. \quad (5)$$

С учетом (3) и (5) уравнение (2) принимает вид

$$\omega(n) = \omega_0 + (\omega_1 - \omega_0)[1 - \exp(\alpha n)]. \quad (8)$$

Заменим $1 - EC = \exp \beta$, где $\beta < 0$, так как для регуляторов без перерегулирования $EC < 1$.

Используя дискретное преобразование Лапласа, получаем уравнение (6) в виде

ВЫВОДЫ

Получена зависимость натяжения нитей основы от характеристик ткани с переменной плотностью по утку и параметров настройки основного регулятора, позволяющая прогнозировать натяжение в переходных режимах работы ткацкого станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю. Определение расстояний между нитями утка в переходном режиме формирования ткани переменной плотности по утку // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 3. С. 60...64.
2. Рудовский П.Н., Гречухин А.П., Палочкин С.В. Рациональное армирование деталей из композиционных материалов тканями с переменной плотностью по утку // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2015. № 2 (35). С. 21...23.
3. Пат. RU 2447211 С2. Способ формирования ткани и устройство для его осуществления.

4. Пат. RU 2309205 C1. Товарный регулятор ткацкого станка.

5. Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П. Исследование процесса формирования тканей с переменной плотностью по утку на станке СТБ с товарным регулятором периодического действия // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2008. № 4С (310). С. 62...64.

6. Патент РУз FAP №00275. Основной регулятор.

7. Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю. Расчет плотностей по утку в полосках ткани с переменной плотностью при использовании модернизированного товарного регулятора // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2009. № 4С (319). С. 70...72.

8. Гречухин А.П., Рудовский П.Н. Развитие теории строения и формирования однослойных тканей. Кострома: КГУ, 2017. 171 с. – ISBN 978-5-8285-0917-1.

9. Абдуллаев У.Т., Велиев Ф.А., Аллахвердиева И.Ф. Определение величины перемещения нити утка при образовании петель на поверхности махровых тканей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 4. С. 93...97.

REFERENCES

1. Grechukhin A.P., Seliverstov V.Yu. Determine the distance between weft threads in a transient mode of fabrics forming process with variable weft density // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, 2013. No. 3 (345). P. 60...64.

2. Rudovsky P.N., Grechukhin A.P., Palochkin S.V. Rational reinforcement of parts made of

composite materials with fabrics with variable weft density // Bulletin of the Kostroma State Technological University. 2015, No. 2 (35). P. 21...23.

3. Patent RU 2447211 C2. Method of forming fabric and device for its implementation.

4. Patent RU 2309205C1. Weaving loom commodity regulator.

5. Seliverstov V.Yu., Grechukhin A.P. Study of the process of forming fabrics with variable weft density on the STB loom with a periodic commodity regulator // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, 2008. No. 4S (310). P. 62...64.

6. Patent of the Republic of Uzbekistan FAP No.00275. Main regulator.

7. Grechukhin A.P., Seliverstov V.Yu. Calculation of weft densities in fabric strips with variable density using a modernized product regulator // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, 2009. No. 4S (319). P. 70...72.

8. Grechukhin A.P., Rudovskiy P.N. Development of the theory of structure and formation of single-layer fabrics. Kostroma: KSU, 2017. 171 p. – ISBN 978-5-8285-0917-1.

9. Abdullaev U.T., Veliev F.A., Allakhverdiyeva I.F. Determination of the size of movement of the drain thread in the formation of the loop on the surface of the terry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2019, No. 4. P. 93...97.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных полотен ТИТЛП. Поступила 21.10.24.

УДК 677.024

DOI 10.47367/0021-3497_2025_1_140