

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НИТИ УТКА  
ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ПЕТЕЛЬ  
НА ПОВЕРХНОСТИ МАХРОВЫХ ТКАНЕЙ**

**DETERMINATION OF THE SIZE OF MOVEMENT OF THE DRAIN THREAD  
IN THE FORMATION OF THE LOOP  
ON THE SURFACE OF THE TERRY**

*У.Т. АБДУЛЛАЕВ, Ф.А. ВЕЛИЕВ, И.Ф. АЛЛАХВЕРДИЕВА*

*W.T. ABDULLAEV, F.A. VELIYEV, I.F. ALLAKHVERDIEVA*

*(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Азербайджанский государственный экономический университет)*

*(Tashkent Institute of Textile and Light Industry,  
Azerbaijan State Economic University)*

*E-mail: abdullaev1975@mail.ru; fazil-uzbek@mail.ru*

*Показано, что махровые ткани являются разновидностью тканей с переменной плотностью по утку. На основе анализа устойчивости нити на криволинейной поверхности разработана методика и алгоритм прогнозирования распределения нитей утка по длине ткани на участке перехода от одной плотности по утку к другой. Полученная методика позволяет проводить анализ устойчивости структуры ткани и выбирать для выработки ткани с устойчивой структурой.*

*Terry fabrics have been shown to be a variety of weft-density fabrics. Based on the analysis of the stability of the yarn on a curved surface, a method and algorithm for predicting the distribution of weft yarns along the length of the fabric at the site of transition from one density over the other to fat are developed. The obtained technique allows us to analyze the stability of the tissue structure and choose to produce tissue with a stable structure.*

**Ключевые слова:** махровая ткань, петли на ткани, переменная плотность по утку, устойчивость уточных нитей.

**Keywords:** terry cloth, loops on the fabric, variable weft density, weft thread stability.

Для образования махровых тканей обычно используют две системы основных (коренную и петельную) и одну систему уточных нитей.

Для образования петель на поверхности ткани необходимы следующие условия:

1) различное натяжение коренной и петельной основ – максимально возможное для коренной основы и минимально возможное для петельной основы;

2) проложенные уточные нити не прибиваются к опушке ткани за каждый оборот главного вала станка, а отстоят на определенном расстоянии от нее. Это расстояние называется недосекой, размер ее равен удвоенной высоте петли (рис. 1 – схема размещения нитей в махровой ткани).

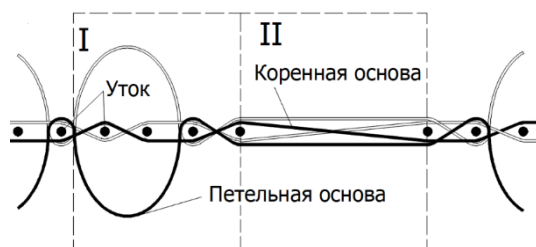


Рис. 1

Таким образом, махровые ткани имеют переменную плотность по утку. Этим тканям присущи особенности, характерные для всех тканей с переменной плотностью: такие, как изменение натяжения основы при формировании участков с разной плотностью [1], влияние динамики товарного регулятора на расстояние между уточными нитями [2]. Выработка тканей с переменной плотностью по утку требует специальных механизмов, в частности, товарного регулятора специальной конструкции [3], [4], и выбора специальных технологических условий формирования [5], [6].

Технология образования махровых тканей за счет переменной плотности по утку расширяет ассортиментные возможности ткачества и находит все более широкое применение на практике. Однако дальнейшее продвижение в этом направлении невозможно без теоретических решений ряда вопросов, таких как переходные режимы ткачества при изменении плотности, обеспечение прочности структуры ткани на границе областей вы-

сокого и низкого наполнения тканей. Предварительно вопросы, связанные с устойчивостью структуры тканей с переменной плотностью, рассмотрены в [7].

Однако остался невыясненным вопрос, насколько может отличаться плотность соседних участков ткани по утку, с тем, чтобы не происходило нарушений структуры на границе участков.

На рис. 2 приведен схематический срез махровой ткани на границе плотного (левый – I) и менее плотного (правый – II) участков ткани с переменной плотностью.

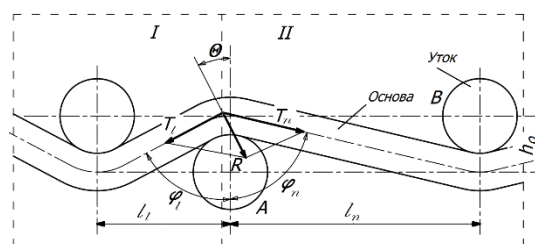


Рис. 2

Для упрощения задачи принята пятая фаза строения ткани, а сечение нити – круглым. Очевидно, углы наклона левой и правой ветви нити основы будут определяться из известных соотношений:

$$\varphi_{\ell} = \arctg \frac{2\ell_{\ell}}{d_0 + d_y}, \quad \varphi_n = \arctg \frac{2\ell_n}{d_0 + d_y}. \quad (1)$$

Учитывая, что принята пятая фаза строения ткани

$$h_0 = d_c = \frac{d_0 + d_y}{2},$$

получим:

$$\varphi_{\ell} = \arctg \frac{\ell_{\ell}}{d_c}, \quad \varphi_n = \arctg \frac{\ell_n}{d_c}, \quad (2)$$

где  $d_y, d_0$  – диаметры нитей утка и основы соответственно;  $d_c$  – средний диаметр нитей;  $h_0$  – высота волны изгиба нити основы;  $\ell_n$  – технологическая плотность (индексы соответственно показывают на место расположения участков).

Рассмотрим задачу равновесия пограничной уточины под действием сил натяжения  $T_{\ell}$  и  $T_n$ . Согласно А.П. Минакову [8] такое равновесие возможно при выполнении двух

условий: условия формы и условия натяжения. Второе из этих условий в готовой ткани выполняется всегда, так как в свободной ткани разность натяжений  $T_\ell$  и  $T_n$  (рис. 2) весьма незначительна.

Условие же формы может не выполняться, и уточина будет скользить вдоль нити основы в данном случае вправо, под действием горизонтальной составляющей реакции  $R$ , которая является векторной суммой сил натяжения нити основы  $T_\ell$  и  $T_n$ . Такое скольжение возможно, когда угол геодезического отклонения удовлетворяет условию:

$$\theta = \frac{\varphi_n - \varphi_\ell}{2} > \varphi_{тр} = \arctg \mu, \quad (3)$$

где  $\varphi_{тр}$  – угол трения, соответствующий коэффициенту трения  $\mu$  утка по основе, который должен определяться в условиях реального расположения нити в ткани. Например, по методике [9].

Подставив (2) в (3), найдем – выполняется ли условие (3). Если оно выполняется, нити основы выталкивают пограничную нить

$$\Delta \ell = \frac{1}{2K} \{ 2d - K(\ell_n - \ell_\ell) + (\sqrt{([2d - K(\ell_n - \ell_\ell)]^2 + 4K[d(dK + \ell_n - \ell_\ell) + \ell_\ell \ell_n k])}) \}. \quad (6)$$

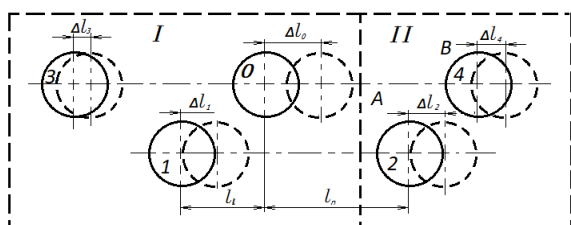


Рис. 3

Схема перемещения уточных нитей на границе плотного и разреженного участков показана на рис. 3. Перемещение крайней уточины может нарушить равновесие нитей, как 1 и 3 слева, так 2 и 4 справа, так как они вследствие трения граничной уточины 0 окажутся под действием силы  $R$ , направленной вправо. Аналогичные уравнения (1), (4), составленные для уточин 1 и 2, позволяют определить, перемещаются ли последние вправо. Если такое перемещение имеет место  $\Delta \ell > 0$ ,  $\Delta \ell_2 > 0$ , то следует рассмотреть

вправо на величину  $\Delta \ell$  до тех пор, пока неравенство (3) не станет равенством.

Перемещение граничной уточины приводит к увеличению длины плотного участка на  $\Delta \ell$ , в результате чего получаем новые значения длин плотного и разреженного участков соответственно:  $\ell_\ell + \Delta \ell$  – для плотного участка,  $\ell_n - \Delta$  – для разреженного участка. С учетом этих новых значений получим:

$$\arctg \frac{\ell_\ell - \Delta \ell}{d_c} - \arctg \frac{\ell_\ell + \Delta \ell}{d_c} = 2 \arctg \mu. \quad (4)$$

Обозначим  $2 \arctg K = \text{tg}(2 \arctg \mu)$  и подставим в (4). Решая полученное трансцендентное уравнение преобразованием разности обратной функции тангенсов, получим квадратное уравнение:

$$K \Delta \ell [2d - K(\ell_n - \ell_\ell)] \Delta \ell - d(dK + \ell_n \ell_\ell) - \ell_n \ell_\ell K = 0. \quad (5)$$

Величину сдвига средней уточины  $\Delta \ell$  определим из решения полученного уравнения:

равновесие уточин 3 и 4 и так далее. Причем в дальнейшем нужно снова вернуться к первой уточине и уточнить, нет ли дополнительных перемещений вправо в новом возможном состоянии соседних уточин, а далее проверить состояние уточин 1, 2 и 3, 4 (рис. 4 – схема алгоритма расчета перемещений уточных нитей).

Для тканей других порядков фазы строения перемещение уточной нити можно получить, если учесть, что:

$$h_0 = d_c K_{H_0}, \quad (7)$$

где  $K_{H_0}$  – коэффициент, учитывающий изменение высоты волны изгиба нитей основы зависимости от фазы строения ткани.

Подставляя значение  $\ell_\ell = 100/P_{y_1}$  и  $\ell_n = 100/P_{y_2}$  и учитывая изменение знака разности  $\varphi_n - \varphi_\ell$  на II (левом) участке рассматриваемой ткани с помощью введения

коэффициента  $(-1)^i$ , получим рекуррентную формулу, позволяющую определить перемещение  $i$ -й уточной нити как на плотных

(при четном значении  $i$ ), так и на разреженных участках (при нечетном значении  $i$ ):

$$\Delta \ell_i = \left\{ 2d_c K_{H_0} - (-1)^i K_1 \left( \frac{100}{P_{Y_1}} - \frac{100}{P_{Y_2}} \right) + \sqrt{\left[ 2d_c K_{H_0} - (-1)^i K_1 \left( \frac{100}{P_{Y_1}} - \frac{100}{P_{Y_2}} \right) \right]^2 + d_c K_{H_0} - (-1)^i \left( \frac{100}{P_{Y_2}} - \frac{100}{P_{Y_1}} \right)} \right\} \frac{1}{2K_1}, \quad (8)$$

где  $P_{Y_1}, P_{Y_2}$  – технологическая плотность ткани соответственно на плотном и разреженном участках:

$$P_{Y_1} = \frac{100}{\ell_n}, P_{Y_2} = \frac{100}{\ell_n}. \quad (9)$$

Уравнение (7) можно решить и относительно соотношения  $P_{Y_1}/P_{Y_2}$ , которое может быть достигнуто при заданных значениях  $d_0, d_y$  и коэффициента трения  $\mu$  и при условии неразрушения границ между плотным и разреженным участками, причем решение можно достичь при условии  $\Delta \ell = 0$ .

Вычисление величины перемещения граничной уточины по полученной рекуррентной формуле (7) достаточно просто реализуется программно. На рис. 4 приведена блок-схема алгоритма, реализующего расчеты по формуле (7). В алгоритме программы учтены вычисления перемещения нити утка на разреженном и плотном участках. Для этого предусмотрена организация двух автономных циклических блоков.

В первом из них вычисляется перемещение уточины на разреженном участке, во втором блоке – на плотном участке. Как в первом, так и во втором, цикл организуется за счет проверки условия "перемещение меньше или равно нулю".

Данными для расчета являются коэффициент трения между нитями утка и основы  $\mu$ , плотности ткани по утку на участках раппорта  $P_{Y_1}, P_{Y_2}$ , линейные плотности нитей  $N_1, N_2$ . Этой информации достаточно, чтобы вычислить величины перемещений всех уточных нитей на границах плотностей. Как видно из блок-схемы (рис. 4), новый цикл начинается с изменения параметра  $LH_1$ , входящего в формулу (7), на величину  $DLP(I)$ , которая вычисляется и сопоставляется с нулем в цикле. В первом блоке цикла изменяется параметр  $LH_1$  на величину  $DLP(I)$ , во втором блоке цикла параметр изменяется  $LH_1$  на величину  $DLL(J)$ .

В первом и втором блоках цикл продолжается до тех пор, пока перемещения не будут меньше или равны нулю. Это означает, что можно определить теоретически перемещение с учетом коэффициента трения и линейных плотностей нитей утка и основы. Программу можно использовать также для расчета перемещения уточных нитей в различных переплетениях и видах волокна в тканях переменной плотности.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена формула для расчета сдвига уточной нити на границе участков с разной плотностью ткани по утку.

2. На основе предложенной формулы разработан алгоритм расчета произвольного числа уточных нитей, позволяющий моделировать расположение их в структуре ткани с переменной плотностью.

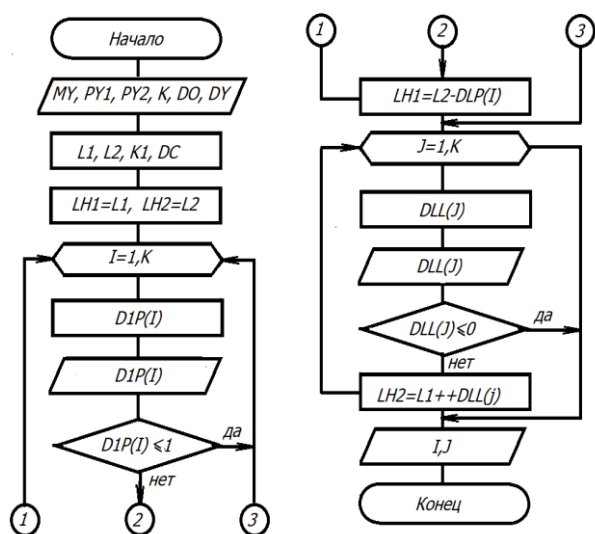


Рис. 4

1. *Велиев Ф.А.* Изменение натяжения основы при выработке тканей переменной плотности по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 6. С. 59...62.

2. *Велиев Ф.А.* Влияние динамики товарного регулятора на расстояние между уточными нитями при выработке тканей с переменной плотностью по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, № 6. С. 45...48.

3. Авторское свидетельство СССР № 1249081, D 03 D 49/04. Ткацкий станок /Ф.А.Велиев//; заявлено 02. 07. 1984; опубликовано 07. 08. 1986, Бюл. № 29.

4. Патент на изобретение RUS 2309205. Товарный регулятор ткацкого станка / Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П., Тягунов В.А.; опубликовано 23.01.2006.

5. *Велиев Ф.А.* Ткани переменной плотности и режимы ткачества при их производстве // Текстильная промышленность. – 1992, №5. С.14...16.

6. Патент на изобретение RUS 2447211. Способ формирования ткани и устройство для его осуществления / Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П.; опубликовано 26.10.2009.

7. *Велиев Ф.А., Бурнашев Р.З.* О прочности структуры ткани переменной плотности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, № 5. С. 39...41.

8. *Минаков А.П.* Основы теории наматывания и сматывания нити // Текстильная промышленность. – 1944, № 10. С. 11...15; № 11–12. С. 10...17.

9. *Grechukhin A.P., Seliverstov V.Y., Rudovskiy P.N.* The method of determination of yarn bending rigidity and friction factor during interaction of fibers // The Journal of the Textile Institute. – 2017, DOI: 10.1080/00405000.2017.1312676.

1. Veliev F.A. Izmeneniye natyazheniya osnovy pri vyrobotke tkaney peremennoy plotnosti po utku // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1988, № 6. S. 59...62.

2. Veliev F.A. Vliyaniye dinamiki tovarnogo regul'yatora na rasstoyaniye mezhdru utochnymi nityami pri vyrobotke tkaney s peremennoy plotnost'yu po utku // Izv.vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1989, № 6. S. 45...48.

3. Avtorskoye svidetel'stvo SSSR № 1249081, D 03 D 49/04. Tkatskiy stanok /F.A.Veliev//; zayavleno 02. 07. 1984; opublikovano 07. 08. 1986, Byul. № 29.

4. Patent na izobretenie RUS 2309205. Tovarnyy regul'yator tkatskogo stanka / Seliverstov V.Yu., Grechukhin A.P., Tyagunov V.A.; opublikovano 23.01.2006.

5. Veliev F.A. Tkani peremennoy plotnosti i rezhimy tkachestva pri ikh proizvodstve // Tekstil'naya promyshlennost'. – 1992, №5. S.14...16.

6. Patent na izobretenie RUS 2447211. Sposob formirovaniya tkani i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / Seliverstov V.Yu., Grechukhin A.P.; opublikovano 26.10.2009.

7. Veliev F.A., Burnashev R.Z. O prochnosti struktury tkani peremennoy plotnosti // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1992, № 5. S.39...41.

8. Minakov A.P. Osnovy teorii namatyvaniya i smatyvaniya niti // Tekstil'naya promyshlennost'. – 1944, №10. S.11...15; № 11–12. S. 10...17.

9. Grechukhin A.P., Seliverstov V.Y., Rudovskiy P.N. The method of determination of yarn bending rigidity and friction factor during interaction of fibers // The Journal of the Textile Institute. – 2017, DOI: 10.1080/00405000.2017.1312676.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных полотен ТИТЛП. Поступила 08.07.19.