

УДК 677.024

DOI 10.47367/0021-3497_2024_4_123

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТКАНИ В ПЛАТКАХ КЕЛАГАИ**THEORETICAL METHOD OF STUDYING THE PROCESSES OF FABRIC ELEMENTS FORMATION IN KELAGAI SHAWLS***М.Г. ФАРЗАЛИЕВ¹, Х.А. РАМАЗАНОВА²**M.G. FARZALIEV¹, H.A. RAMAZANOVA²*

¹Азербайджанский государственный экономический университет,
²Азербайджанский технологический университет)

¹Azerbaijan State University of Economics (UNEC),
²Azerbaijan Technological University)

E-mail: mezhahir-ferzeliyev@yandex.ru; hicran.ramazanova76@mail.ru

В работе представлено исследование процессов образования и формирования элемента ткани национального платка келагаи на основе разработанного энергетического метода. Ткань платка келагаи должна иметь устойчивость к климатическим и механическим воздействиям, хорошую износостойкость, художественно-эстетические и другие потребительские свойства. Для повышения носкости ткани келагаи крайне важно строение поверхности ткани. С увеличением опорной поверхности ткани келагаи интенсивность ее износа уменьшается, так как удельное давление на единицу площади уменьшается и, следовательно, уменьшается сила трения. Поэтому для увеличения сроков носки келагаи ткань должна иметь V фазу строения.

The paper presents the study on the formation of a tissue element of the national keleshayi shawl, based on the developed energy method. The fabric of the keleshayi shawl should have certain quality indicators, determined by the conditions of their operation, providing resistance to climatic and mechanical influences, wear resistance, artistic, aesthetic, and other consumer properties. The structure of the fabric surface is extremely important to increase the wearability of the keleshayi fabric. With an increase in the supporting surface of the keleshayi fabric and the intensity of its wear decreases, since the specific pressure per unit area decreases and, consequently, the friction force decreases. Therefore, to increase the wearing time of keleshayi, the fabric must have the V phase of the structure.

Ключевые слова: келагаи, ткань, сила давления, жесткость при изгибе, модуль упругости, фаза строения ткани, потенциальная энергия.

Keywords: Kelaghayi shawl, fabric, pressure force, bending stiffness, modulus of elasticity, fabric element formation phase, potential energy.

Изучение процессов образования и формирования ткани связано с изучением сил, действующих на основные и уточные нити [1...6]. Для изучения взаимосвязи между характеристиками основы и утка, показателями строения ткани использовалась расчетная схема, учитывающая силовые взаимодействия между основными и уточными нитями только в точке их контакта. При такой расчетной схеме процессов образования и формирования ткани не учитывается жесткость при изгибе основных и уточных нитей, которая присуща реальным нитям, и условия закрепления концов обеих систем нитей, а также величина заступа, длина передней ветви зева в период образования и формирования элементов ткани.

В настоящей работе нами представлена новая расчетная схема образования и формирования ткани полотняного переплетения, которая позволяет учитывать параметры заправки машины и жесткости основных и уточных нитей. Параметры фазы строения меняются после снятия ткани со станка в течение 48 часов, что относится к допущениям. В процессе формирования ткани после положения заступа приборные органы батанных механизмов взаимодействуют с уточной нитью – сначала перемещают, а затем прибавляют ее к опушке ткани. В период перемещения и приборной уточной нити к опушке ткани между основными и уточными нитями возникают силы взаимного давления, что приводит к деформации нитей. Силы взаимного давления, возникающие между основными и уточными нитями в точке их соприкосновения, изменяются по мере перемещения уточной нити к опушке ткани. В современных ткацких станках перемещение и приборной уточной нити к опушке ткани осуществляются за промежуток времени $\frac{1}{30} \div \frac{1}{40}$ секунд. Исследованиями [3] установлено, что распространение упругой деформации в 1 метре нити осуществляется за $7 \cdot 10^{-4}$ секунд. Сравнительный анализ показывает, что

процессы перемещения и приборной уточной нити к опушке ткани осуществляются в 37...47 раз быстрее, чем распространение упругой деформации в одном метре нити. При таких условиях процесса образования и формирования ткани силы взаимного давления между основными и уточными нитями в точках их контакта можно рассматривать как силы статического давления. При медленном постепенном возрастании силы взаимного давления между основными и уточными нитями скорость перемещения сечения основной и уточной нити в точке их контакта будет весьма незначительная. Поэтому силами инерции перемещающихся масс в точке их контакта можно пренебречь и, следовательно, можно считать, что деформация основной и уточной нити в процессе образования и формирования ткани не будет сопровождаться изменением кинетической энергии. В этих условиях при взаимной деформации основной и уточной нитей потенциальная энергия уточной нити преобразуется в потенциальную энергию основной нити или наоборот. В процессе образования и формирования ткани в каждый момент времени имеет место равновесие основной и уточной нити в каждом раппорте переплетения и в целом по ширине ткани под действием внешних сил и реакции. Таким образом, в процессе формирования ткани происходит преобразование потенциальной энергии основной нити в потенциальную энергию уточной нити или наоборот, если деформация основной и уточной нити возникает без нарушения равновесия ткани или раппорта переплетения, т. е. если не происходит обрыва основной и уточной нити. Изменение потенциальной энергии нитей основы и утка определяется работой сил взаимного давления нитей друг на друга в точках контакта в процессе образования и формирования ткани.

Обозначим величину накопленной потенциальной энергии деформации основной нити через U_0 , а уменьшение потенциальной

энергии уточной нити – U_y . Тогда величина U_y измеряется положительной работой A_y , U_o – отрицательной работой A_o . В процессе образования и формирования ткани закон сохранения энергии при деформации основной и уточной нити имеет вид [8]:

$$U_y = U_o \quad (1)$$

или

$$A_y = -A_o. \quad (2)$$

Равенство (2) показывает, что при перемещениях без нарушения равновесия основной и уточной нити сумма работ всех сил, приложенных к точкам основной и уточной нити, равна нулю. При этом потенциальная энергия деформации основной нити U_o численно равна работе силы давления уточной нити A_y при этой деформации:

$$U_o = A_y. \quad (3)$$

Анализ показывает, что в зависимости от величин возникающих потенциальных энергий в основных и уточных нитях в период формирования ткани происходит изгиб основной и уточной нити и ткань принимает соответствующие фазы строения. В зависимости от соотношения величин потенциальных энергий основной и уточной нити возможны образования всех фаз строения ткани. Так, например, при равном значении потенциальных энергий основной и уточной нити $U_o = U_y$ происходит одинаковая деформация уточной и основной нити, при $U_o < U_y$ – деформация основных нитей, а при $U_o > U_y$ – деформация уточной нити. Таким образом, определив потенциальные энергии основных и уточных нитей в процессе формирования ткани в одном раппорте переплетения и сравнивая их значения, можно установить вид деформации и соответствующую фазу строения ткани.

Процесс формирования осуществляется в два этапа [1...6]. На первом этапе образуется элемент ткани, на втором происходит формирование ткани. Расчетная схема

представлена на рис. 1 (схема расположения нитей основы и утка и действующих сил: а – в процессе образования элемента; б – в процессе формирования ткани).

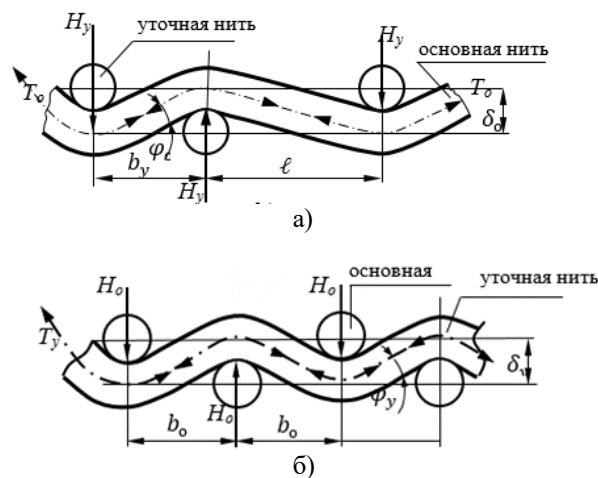


Рис. 1

Образование элемента ткани начинается с момента прокладывания уточной нити в зев, образованный нитями основы, и заканчивается в момент контакта основных и уточных нитей, что происходит в фазе заступа. Далее под действием сил натяжения происходит взаимный изгиб основных и уточных нитей и начинается процесс образования ткани. Этот этап процесса образования ткани продолжается до начала взаимодействия зубьев берда с уточной нитью. Далее начинается второй этап процесса образования ткани, в котором происходит перемещение уточной нити к опушке ткани и дальнейшая деформация основных и уточных нитей. Этот процесс продолжается до начала взаимодействия уточной нити с опушкой ткани. Затем происходит деформация основных нитей и образованного элемента опушки ткани, которая продолжается до окончания процесса прибой уточной нити к опушке ткани. По мере отхода батана от опушки ткани происходит изменение ее структуры за счет сил натяжения основных и уточных нитей и упругой системы заправки. При этом с момента образования ткани, который соответствует началу контакта основных и уточных нитей, с увеличением высоты зева увеличива-

ется натяжение уточной и основной нити. На ткацких станках типа СТБ в начале процесса образования и формирования ткани оба конца уточной нити закреплены на краях ткани, уточная нить не имеет возможности переместиться в осевом направлении. Поэтому концы уточной нити можно принять защемленными. На ткацких станках в процессе образования и формирования ткани один конец основной нити зажат уточными нитями, находящимися в ткани, а другой конец намотан на навои, и оба конца не могут перемещаться вдоль основной нити. Поэтому оба конца основной нити считаем защемленными. Таким образом, расчетная схема для начала процессов образования ткани имеет вид, показанный на рис. 2.

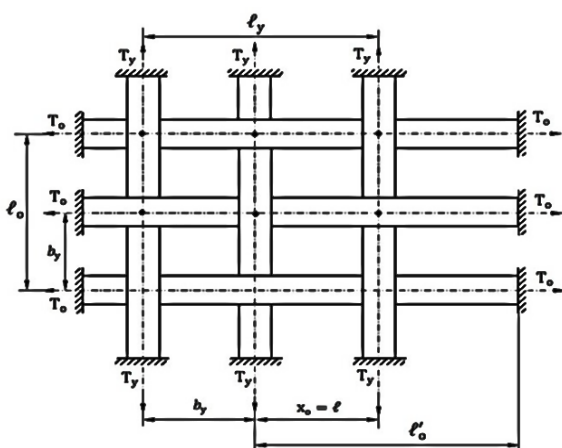


Рис. 2

При составлении расчетной схемы процесса образования и формирования элемента ткани принята модель жесткой нити, подробно изложенная в [3].

Согласно принятой расчетной схеме можно определить потенциальную энергию основной и уточной нити в одном раппорте переплетения. В процессе образования и формирования элемента ткани на основные и уточные нити действуют только упругие силы. При указанных условиях потенциальную энергию основных и уточных нитей можно определить зависимостями:

$$U_o = \frac{1}{2} G_o \delta_o^2, \quad (4, a)$$

$$U_y = \frac{1}{2} G_y \delta_y^2, \quad (4, б)$$

где G_o, G_y – приведенная жесткость соответственно основной и уточной нити в точке их контакта в одном раппорте переплетения; δ_o, δ_y – величины перемещения соответственно основной и уточной нити в одном раппорте переплетения.

Приведенная жесткость основной и уточной нити в одном раппорте переплетения в точке их контакта определяется зависимостями [7]:

для основной нити

$$G_o = \frac{48E_o Y_o}{x_o^2 (3l'_o - 4x_o)}, \quad (5, a)$$

для уточной нити

$$G_y = \frac{48E_y Y_y}{b_y^2 (3l_o - 4b_o)}, \quad (5, б)$$

где $E_o Y_o, E_y Y_y$ – жесткость при изгибе соответственно основной и уточной нити; l'_o – длина передней ветви зева в начале процесса образования ткани, а в процессе формирования ткани будет равняться расстоянию между двумя уточными нитями; $x_o = l$ – величина заступа, т. е. расстояние между предпоследней, расположенной в ткани уточной нитью и последней проложенной уточной нитью; l_o – расстояние между тремя основными нитями; b_o – расстояние между двумя основными нитями; E_y, E_o – модуль упругости соответственно уточной и основной нити, зависит от материалов уточной и основной нити; Y_o, Y_y – момент инерции сечения соответственно основной и уточной нити, зависящий от толщины (номера) используемых нитей; l_y – расстояние между тремя уточными нитями и $x_y = b_y$ – расстояние между двумя уточными нитями, зависит от плотности ткани по утку.

Таким образом, приведенные жесткости основных и уточных нитей учитывают свойства нитей, геометрические параметры ткани и длину передней ветви зева конструктивной заправочной схемы ткацкого станка.

Величину деформации основной и уточной нити в зависимостях (4, а) и (4, б) можно определить через силу давления

уточной нити на основную и силу давления основной нити на уточную по следующим формулам:

$$\delta_o = \frac{H_y}{G_o}; \quad \delta_y = \frac{H_o}{G_y}, \quad (6)$$

где H_y – сила давления уточной нити на основные; H_o – сила давления основной нити на уточные, которые зависят соответственно от натяжения уточной и основной нити.

Подставляя эти формулы в зависимости (4, а) и (4, б), получаем выражения для потенциальной энергии основной и уточной нити:

$$u_o = \frac{H_y^2 x_o^2 (3l'_o - 4x_o)}{96 E_o J_o}, \quad (7, а)$$

$$u_y = \frac{H_o^2 b_o^2 (3l_o - 4b_o)}{96 E_o J_o}. \quad (7, б)$$

Из полученных выражений видно, что в период образования ткани потенциальная энергия основных и уточных нитей зависит от сил давления уточной нити на основные и основной нити на уточные, величины заступа, длины передней ветви зева, т. е. расстояния от опушки ткани до первой ремизки, расстояния между основными и уточными нитями, т. е. от плотности ткани по основе и утку, от жесткости при изгибе основной и уточной нити. Согласно теории энергетического метода в зависимости от значения потенциальных энергий основных и уточных нитей возможно получение различной фазы строения ткани. Удовлетворя-

ющим требованием для эксплуатации келгаи является равномерный изгиб основных и уточных нитей, что соответствует пятому порядку фазы строения ткани. Для получения пятого порядка фазы строения ткани потенциальная энергия основных и уточных нитей в одном раппорте должна быть одинаковой. Из равенства потенциальных энергий основной и уточной нити получим:

$$H_y^2 x_o^2 (3l'_o - 4x_o) E_y Y_y - E_o Y_o H_o^2 b_o^2 (3l_o - 4b_o) = 0. \quad (8)$$

В структуру полученного уравнения входят все основные геометрические и силовые параметры строения ткани. После решения уравнения (8) относительно определяемого параметра строения ткани находим его значение при условии равного изгиба основных и уточных нитей в тканом полотне, т. е. в случае формирования ткани пятого порядка фазы строения.

В нашем примере определим величину заступа, обеспечивающего равномерный изгиб основных и уточных нитей в начале процесса образования ткани. После преобразования уравнения (8) получим:

$$x_o^3 - \frac{3}{4} x_o^2 l'_o - A = 0, \quad (9)$$

где

$$A = \frac{H_o^2 [b_o^2 (3l_o - 4b_o) E_o Y_o]}{4H_y^2 E_y Y_y}.$$

После решения уравнения получим:

$$x_{o1} = \sqrt[3]{-\frac{H_o^2 [b_o^2 (3l_o - 4b_o) E_o Y_o]}{8H_y^2 E_y Y_y}} + \sqrt{\left\{ \frac{H_o^2 [b_o^2 (3l_o - 4b_o) E_o Y_o]}{8H_y^2 E_y Y_y} \right\}^2 + \frac{l'^3_o}{64}}. \quad (10)$$

Анализ полученного выражения показывает, что величина заступа при формировании ткани пятого порядка фазы строения зависит от величины жесткостей при изгибе основных и уточных нитей, плотности ткани по основе и утку, силы натяжения основной и уточной нити в начале процесса

образования ткани, модуля упругости и толщины используемой нити.

В Шекинском шелковом комбинате «Азер ирек ООО» проведены экспериментальное исследование и нормализация процессов образования и формирования ткани пятого порядка фазы.

ВЫВОДЫ

1. Обоснована возможность применения энергетического метода для исследования процессов образования и формирования элемента ткани – платка келагаи. С этой целью разработана расчетная схема расположения нитей в момент начала процесса образования ткани, приведенная к одному раппорту переплетения.

2. Получено выражение для определения геометрических и силовых параметров строения ткани, обеспечивающих выработку ткани пятого порядка фазы строения.

3. Установлено, что величина заступа при формировании ткани пятым порядком фазы строения зависит от величины жесткостей при изгибе основных и уточных нитей, плотности ткани по основе и утку, силы натяжения основной и уточной нити в начале процесса образования ткани, модуля упругости и толщины используемой нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фарзалиев М.Г.* Разработка методов расчета и проектирования ткани, формирующего механизма и исследование процесса прокладки уточной нити в волнообразных зевах основы широких многозевных ткацких машин типа ТММ: дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 1990. С. 250.

2. *Чугин В.В.* Энергетический анализ структуры однослойной ткани // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1990. № 5. С. 48...51.

3. *Федорченко О.В., Загора О.В., Рязанова О.Ю.* Дослідження динаміки зміни структури тканин полотняного переплетення у процесі формування // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2015. №6/11 (78). С. 15...20.

4. *Евдокименко Е.М., Загора А.В., Коваленко Л.В.* Технологические параметры ткачества как фактор влияния на дизайн тканей // Kyiv Tex&Fashion: сб-к матер. II Междунар. науч. конф. текст. и фэшн-технологий. Киев, 2018. С. 46...48.

5. *Николаев С.Д., Михеева Н.А., Парфенов О.В.* Влияние вида переплетения на параметры строения тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2008. №2. С. 59.

6. *Степанов С.Г.* Математическая модель взаимодействия основных и уточных нитей в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2006. № 4С. С. 73...76.

7. *Чепелюк О.В.* Розробка технології проектування структури тканини та умов заправлення ниток основи на ткацьких верстатах: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Херсон, 2002. 20 с.

8. *Загора О.В., Евдокименко О.М., Рязанова А.Ю., Федорченко О.В.* Классификация методов проектирования дизайна тканей технологическими средствами / Свидетельство о регистрации авторского права на произведение №79574.

9. *Самойлова Т.А., Севостянов П.А., Юхин С.С.* Конечномерная динамическая модель формирования элемента ткани // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 3 (393). С. 91...95.

10. *Мартынова А.А., Слосгина Г.Л., Власова Н.А.* Строение и проектирование тканей. М.: МГТУ им. Баумана, 2008. 243 с.

11. *Искандерова Э., Рамазанова Х., Фарзалиев М.* Исследование параметров изготовления структуры и дизайна азербайджанского национального платка // Индустрия моды 2. С. 35...40 2019/9/30 КНУТД

REFERENCES

1. *Farzaliyev M.G.* Development of methods for calculating and designing fabric, forming mechanism and investigation of the process of laying weft thread in the undulating mouths of the main wide multi-seeded weaving machines of the TMM type // Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. the basis of wide multi-loading looms of the TMM type. Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. St. Petersburg. 1990. 250 pages.

2. *Chugin V.V.* Energy analysis of the structure of a single-layer fabric // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 1990. No. 5. P. 48...51.

3. *Fedorchenko O.V., Zakora O.V., Ryzanova O.Y.* Study of the dynamics of changes in the fabric structure of linen binding in the process of formation // Eastern European Journal of Advanced Technologies. 2015. №6/11 (78). P. 15...20.

4. *Evdokimenko O.M., Zakora O.V., Kovalenko L.V.* Technological characteristics of weaving as a factor influencing fabric design // KyivTex and fashion: Collection of materials of the II International Scientific Textile Conference and fashion technology. Kyiv, 2018. P. 46...48.

5. *Nikolaev S.D., Mikhaeva N.A., Parfenov O.V.* The influence of the type of weave on the parameters of the structure of tissues // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2008. N. 2. P. 59.

6. *Stepanov S.G.* A mathematical model of the interaction of basic and weft threads in the zone of formation of a single-layer fabric of plain weave // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2006. No. 4С. P. 73...76.

7. *Chepelyuk O.V.* Development of technology for designing fabric structures and conditions for threaded threads based on weaving machines: abstract of thesis. dis. at the Academy of Sciences. PhD degree in technical sciences. Erson, 2002. 20 p.

8. *Zakora O.V., Evdokimenko O.M., Ryazanova O.Y., Fedorchenko O.V.* Classification of the method of projecting the design of the fabric with technological zasobami / This is about the restoration of the copyright to TVIR No. 79574.

9. *Samoilova T.A., Sevostyanov P.A., Yukhin S.S.* Finite-dimensional dynamic model of the formation of a fabric element // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2021. No. 3 (393). P. 91...95.

10. *Martynova A. A., Slogina G.L., Vlasova N.A.* Structure and design of fabrics. Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2008. 243 p.

11. *Iskenderova E. Ramazanova H., Farzaliyev M.* Study of manufacturing parameters of the structure and design of the azerbaijan national kerchief // *Fashion Industry*. P. 35...40 2019/9/30 KNUTD

Рекомендована кафедрой инженерии легкой промышленности и дизайна Азербайджанского технологического университета. Поступила 07.05.24.
