

УДК 677.072.636

**ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ПЕТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ  
НА ФАСОННОЙ ПРЯЖЕ**

**FORMATION LOOPED STRUCTURE AT FANCY YARNS**

*Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО, А.В. ГОЛУБЧИКОВА, П.М. МОВШОВИЧ, К.Э. РАЗУМЕЕВ, С.Б. ЛАЗУРЕНКО*  
*E.V. PAVLYUCHENKO, A.V. GOLUBCHIKOVA, P.M. MOVSHOVICH, K.E. RAZUMEEV, S.B. LAZURENKO*

(Московский государственный университет дизайна и технологии,  
Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского,  
"Научный центр здоровья детей" Российской академии медицинских наук)  
(Moscow State University of Design and Technology,  
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky,  
"Scientific Center of Children's Health" Russian Academy of Medical Sciences)  
E-mail: movshovich@yandex.ru

*В работе рассмотрена математическая модель формирования фасонной пряжи петельной структуры. Показано, что при определенных конструктивных и технологических параметрах кривая изменения крутки имеет точки разрыва. Эти точки соответствуют началу образования петли.*

*The mathematical model of the hinge structure of fancy yarns is the subject of this paper. It is shown that under certain structural and technological parameters of the curve changes the twist is the point of discontinuity. These points are corresponding with the top of a loop.*

**Ключевые слова:** фасонная пряжа, петельная структура, крутка, разрыв.

**Keywords:** fancy yarns, coiled structure, the twist, the gap (break).

Фасонная пряжа, как известно, может вырабатываться различными способами, как на специализированном, так и на неспециализированном оборудовании. Многочисленные варианты (по волоконному составу, способу получения, видам оборудования) фасонной пряжи были представлены в классификации [1], а теоретические основы технологии прядения и оборудование приготовления крученой фасонной пряжи и ниток в межвузовских учебных пособиях [2], [3].

В данной работе приводятся результаты исследований, связанных с разработкой математической модели, описывающей процесс формирования петельных структур на фасонной пряже. Такие нити представляют серьезный интерес при выработке модных тканей и трикотажа. В то же время, как показали наши исследования, такие нити могут быть с успехом использованы в тканях и трикотаже при проектировании одежды, предназначенной для детей [4] с ограниченными возможностями здоровья. Это объясняется тем, что такие структуры создают полезный массажный эффект в соответствующих чувствительных точках.

В современной научной литературе теоретическому описанию процесса формирования петельных структур уделено недостаточное внимание.

В качестве базы для наших исследований был принят соответствующий узел модернизации для машины ПК-100 [5].

Рассмотрим процесс формирования петельной структуры на фасонной пряже. На рис. 1 приведена расчетная схема процесса.

Из рис. 1 следует, что процесс формирования фасонной пряжи петельных структур является нестационарным, так как имеет место отклонение от стабильного (нормального) процесса кручения, кото-

рый характерен для классических процессов кручения обычной пряжи [6]. В связи с этим особый интерес вызывает исследование динамики формирования фасонной пряжи петельных структур.

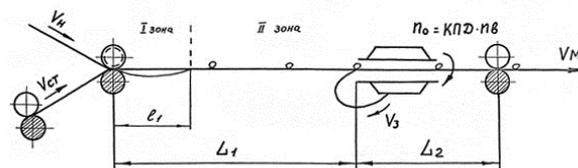


Рис. 1

Предложенная схема механизма при формировании фасонной пряжи петельных структур представляет собой схему однозонного крутильного устройства.

Для определения крутки в зоне формирования фасонной пряжи петельных структур составим уравнение баланса круток за время  $dt$ , предполагая, что в зону поступает продукт с круткой  $K_0$ :

$$dN = ndt + V_n dt K_0 - V_{cr} dt K_0 - V_{cr} dt K(t), \quad (1)$$

где  $dN$  – дифференциал числа кручений нагонной нити в I зоне;  $ndt$  – число кручений, сообщенное нагонной нити в I зоне веретеном с нитенатяжителем за время  $dt$ ;  $V_n dt$  – длина продукта (нагонной нити), внесенная за время  $dt$  в I зону;  $V_n dt K_0$  – число кручений, внесенное нагонной нитью за время  $dt$  в I зону;  $V_{cr} dt$  – длина продукта (нагонной нити), вынесенная за время  $dt$  из I зоны;  $V_{cr} dt (K_0 + K(t)) = V_{cr} dt K_0 + V_{cr} dt K(t)$  – число кручений, унесенное с нагонной нитью из I зоны за время  $dt$ .

С другой стороны,  $dN$  можно представить в виде:

$$dN = d\{[(V_n - V_{cr})t + \ell_1]K_0\} + d\{[(V_n - V_{cr})t + \ell_1]K(t)\}, \quad (2)$$

где  $(V_n - V_{cr})t = \Delta \ell$  – приращение длины нагонной нити в I зоне за время  $t$ .

Приравнявая правые части приведенных выражений (1) и (2) для  $dN$ , получим следующее выражение:

$$d\{[(V_n - V_{cr})t + \ell_1]K_0\} + d\{[(V_n - V_{cr})t + \ell_1]K(t)\} = n dt + V_n dt K_0 - V_{cr} dt K_0 - V_{cr} dt K(t). \quad (3)$$

Заменив  $V_n = H_\Phi V_{cr}$ , где  $H_\Phi$  – коэффициент нагона, и поделив на  $dt$ , получим:

$$(H_\Phi - 1)V_{cr} t \frac{dK(t)}{dt} + (H_\Phi - 1)V_{cr} K(t) + \ell_1 \frac{dK(t)}{dt} = n - V_{cr} K(t),$$

или

$$\frac{dK(t)}{dt} + \frac{H_\Phi}{(H_\Phi - 1)t + T} K(t) = \frac{n/V_{cr}}{(H_\Phi - 1)t + T}, \quad (4)$$

где  $T = \frac{\ell_1}{V_{cr}}$  – постоянная времени.

Полученное выражение (4) представляет собой линейное неоднородное дифференциальное уравнение 1-го порядка.

Применяя известные приемы решения такого типа уравнения, получим:

$$K(t) = \frac{n/V_{cr}}{H_\Phi} - \left( \frac{n/V_{cr}}{H_\Phi} - \frac{n}{V_{cr}} - K_0 \right) e^{-\frac{H_\Phi}{H_\Phi - 1} \ln \left[ \frac{(H_\Phi - 1)t + \ell_1/V_{cr}}{\ell_1/V_{cr}} \right]}. \quad (5)$$

Для установления вида переходного процесса образования петли введем понятие критической крутки  $K_{кр}$ . Критической при определенной величине нагона будем

называть такую крутку, превышение которой приводит к образованию петли.

Произведя замену  $K(t)$  на  $K_{кр}$ , получим:

$$K_{кр} = \frac{n/V_{cr}}{H_\Phi} - \left( \frac{n/V_{cr}}{H_\Phi} - \frac{n}{V_{cr}} - K_0 \right) e^{-\frac{H_\Phi}{H_\Phi - 1} \ln \left[ \frac{(H_\Phi - 1)t_n + \ell_1/V_{cr}}{\ell_1/V_{cr}} \right]}, \quad (6)$$

где  $t_n$  – время, в течение которого еще не происходит образование петли.

Проведя ряд преобразований выражения (6), находим:

$$t_n = \frac{\ell_1}{V_{cr}(H_\Phi - 1)} \left\{ e^{\frac{H_\Phi - 1}{H_\Phi} \ln \left[ \frac{n/V_{cr} - (n/V_{cr})H_\Phi - K_0 H_\Phi}{n/V_{cr} - K_{кр} H_\Phi} \right]} - 1 \right\}, \quad (7)$$

$$t_n = f(\ell_1; V_{cr}; H_\Phi; n; K_0; K_{кр}).$$

Выражение (7) устанавливает функциональную зависимость времени, в течение которого еще не происходит образование петли, от конструктивных и технологических параметров процесса.

График переходного процесса образования фасонной пряжи петельных структур (рис. 2) получен по уравнению (5), в котором  $t$  может, в свою очередь, быть получено из формулы (7).

График переходного процесса образования фасонной пряжи петельных структур представляет собой функцию, имеющую точки разрыва:

$$t_0 = t_n n, \quad \text{где } n = 1, 2, 3, \dots, \infty.$$

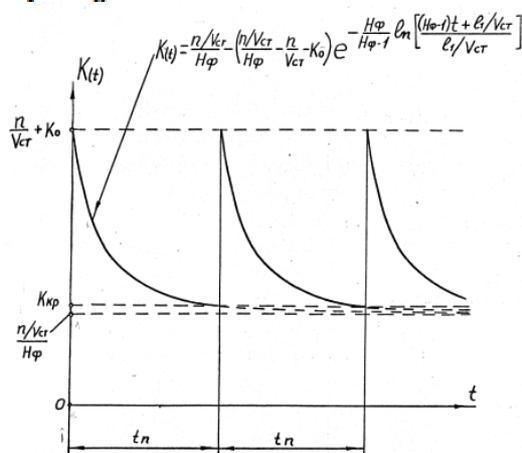


Рис. 2

Из полученного графика (рис. 2) видно, что:

- при уменьшении крутки нагонной нити в зоне до значения  $K_{кр}$  происходит образование петли, крутка возрастает и процесс повторяется;

- при  $K_{кр}$  большей заправочной крутки  $K_0 + \frac{n}{v_{ст}}$  петля не образуется (образуется спираль);

- при  $K_{кр}$  меньшей крутки в установившемся режиме  $\frac{n/v_{ст}}{H_{ф}}$  при данном нагоне, происходит образование одной петли.

Таким образом, нами рассмотрен процесс формирования фасонной пряжи петельных структур с его характерными особенностями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Разумеев К.Э., Кудрявцева Т.Н. Производство фасонной пряжи. – М.: Глобус, 2005.
2. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В., Чистобородов Г.И., Ашинин Н.М., Плеханов А.Ф., Павлов К.Ю., Халезов С.Л., Асташов М.М. Теоретические основы технологии прядения. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
3. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В., Чистобородов Г.И., Ашинин Н.М., Плеханов А.Ф., Павлов К.Ю., Михайлов Б.С., Минофьев А.А., Халезов С.Л., Асташов М.М. Процессы, технология и оборудование приготовления крученой, фасонной пряжи и ниток. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
4. Смирнова Л.П. Потребительские свойства изделий-элементов бытовой предметной среды ребенка первого года жизни. // Дизайн и технологии. – 2014, №42(84). С. 97...103.
5. Кориковский П.К. и др. Устройство для получения фасонной пряжи на прядильной машине.

Авторское свидетельство СССР кл. DO2G 3/38 №956650, 1980 г.

6. Соколов Г.В. Теория кручения волокнистых материалов. – М., Легкая индустрия, 1977.

#### REFERENCES

1. Razumeev K.Je., Kudrjavceva T.N. Proizvodstvo fasonnoj prjazhi. – M.: Globus, 2005.
2. Razumeev K.Je., Pavlov Ju.V., Chistoborodov G.I., Ashnin N.M., Plehanov A.F., Pavlov K.Ju., Halezov S.L., Astashov M.M. Teoreticheskie osnovy tehnologii prjadenija. – Ivanovo: IVGPU, 2014.
3. Razumeev K.Je., Pavlov Ju.V., Chistoborodov G.I., Ashnin N.M., Plehanov A.F., Pavlov K.Ju., Mihajlov B.S., Minof'ev A.A., Halezov S.L., Astashov M.M. Processy, tehnologija i oborudovanie prigotovlenija kruchennoj, fasonnoj prjazhi i nitok. – Ivanovo: IVGPU, 2014.
4. Smirnova L.P. Potrebiteľ'skie svojstva izdelij-jelementov bytovoj predmetnoj sredy rebenka pervogo goda zhizni. // Dizajn i tehnologii. – 2014, №42(84). S.97...103.
5. Korikovskij P.K. i dr. Ustrojstvo dlja polucheni-ja fasonnoj prjazhi na prjadil'noj mashine. Avtorskoje svidetel'stvo SSSR kl. DO2G 3/38 №956650, 1980 g.
6. Sokolov G.V. Teorija kruchenija voloknistyh materialov. – M., Legkaja industrija, 1977.

Рекомендована кафедрой химических технологий и нетканых материалов МГУТиУ имени К.Г. Разумовского. Поступила 10.02.15.