

ИЗМЕНЕНИЕ КРУТКИ В 1-й ЗОНЕ (способ РКН)

П.М. МОВШОВИЧ, К.Э. РАЗУМЕЕВ, Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)
E-mail: office@msta.ac.ru, office@roszitlp.ru

На основе исследования процессов, протекающих при реализации способа раздельного кручения и наматывания (РКН) в зоне намотки получено аналитическое описание процесса изменения крутки в зоне баллона, которое дает информативную картину физического процесса в этой зоне.

The analytical description of the twist changing process in the zone of the balloon formation is obtained, which gives the information about the physical process taking place in this zone. It is stated that for the further correction of the complex processes occurring in the zones of the package twisting, it is necessary to consider the total condition of the tensioned state of the yarn both from the point of view of the shear deformation and the deformation of the stretching.

Ключевые слова: вращение баллона; раздельное кручение, частота вращения, период намотки, полуциклы кручения.

В [1] нами были рассмотрены процессы, протекающие при реализации способа раздельного кручения и наматывания (РКН) в зоне намотки. Было показано, что в полуцикле намотки наматываемая пряжа тормозится горкой, причем крутка пряже в это время не сообщается. Уровень же крутки в наматываемой пряже определяется уже накопленной круткой в пряже, расположенной в зоне баллона. Для дальнейшего понимания процессов, протекающих

при способе РКН, целесообразно рассмотреть именно эту зону.

В соответствии с принципами, использованными в способе РКН, также рассмотрим оба полуцикла. В первый цикл (намотка) вращение баллона затормаживается, и процесс кручения практически прекращается. Из зоны баллона пряжа поступает к початку в зону намотки. Во втором полуцикле пряже сообщается крутка за счет вращения баллонизирующей нити во-

круг оси. При этом отбор пряжи в зону намотки прекращается, и длина пряжи в этой зоне увеличивается. На рис. 1 (диаграммы изменения частоты вращения баллона и скорости отвода пряжи в зону намотки) схематически представлены эти стадии процесса РКН.

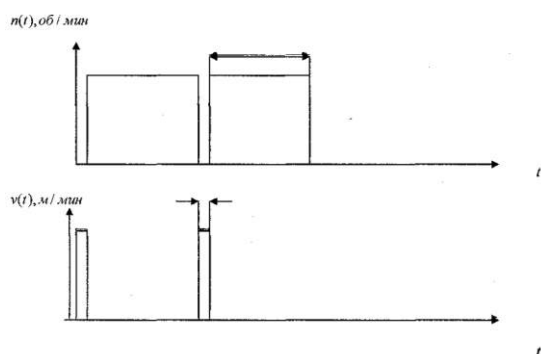


Рис. 1

Рассмотрим изменение крутки по обоим полуциклам. В течение 1-го полуцикла (полуцикл намотки) кручение отсутствует, в зону баллона поступает некрученая мычка ($K_1=0$) и отводится крученая пряжа. При этом скорости ввода мычки v_M отвода пряжи (v_{Π}) несопоставимы по величине ($v_M \ll v_{\Pi}$). Из условия баланса числа кручений в зоне баллона в течение 1-го полуцикла можно записать следующее уравнение:

$$\ell \frac{dK_1(t)}{dt} + K_1 v_{\Pi} = 0, \quad (1)$$

где ℓ – длина пряжи в баллоне.

Решение этого уравнения дает экспоненту:

$$K_1(t) = k_{11} \exp(-t/T), \quad (2)$$

где k_{11} – начальное значение крутки для полуцикла намотки; $T = \ell/v_{\Pi}$ – постоянная времени.

Обозначим длительность периода намотки через t_n . Подставим это значение в уравнение (2) и получим значение крутки в конце периода намотки:

$$k_{12} = k_{11} \exp(-t_n/T). \quad (3)$$

Рассмотрим теперь 2-й полуцикл (полуцикл кручения). В этот период $v_{\Pi}=0$. Это означает, что отвода крутки из зоны баллона в этот период не будет, и все приобретенные кручения остаются в зоне баллона. Из условий баланса числа кручений запишем следующее уравнение:

$$\ell \frac{dK_1(t)}{dt} = n(t), \quad (4)$$

где $n(t)$ – частота вращения баллона, которая совпадает с частотой кручения пряжи.

Решение уравнения (4) дает линейную зависимость:

$$K_1(t) = k_n + nt/\ell. \quad (5)$$

Для того, чтобы найти конечное значение крутки в конце полуцикла кручения k_{13} , подставим в это уравнение $t = t_k$, где t_k – длительность полуцикла крутки:

$$k_{13} = k_{12} + nt_k/\ell. \quad (6)$$

Наша задача – найти постоянную k_{11} (для уравнения (2)) и постоянную k_{12} (для уравнения (5)).

Нами получено 3 неизвестных: k_{11} , k_{12} , k_{13} и два уравнения: (3) и (6). Добавим к ним еще уравнение:

$$k_{11} = k_{13}, \quad (7)$$

вытекающее из того условия, что конечное значение крутки в период крутки равно начальному значению крутки в период намотки. Таким образом, уравнения (3), (6) и (7) дают необходимую систему из трех уравнений. Решим эту систему.

Обозначим:

$$\exp(-t_n/T) = A, \quad nt_k/\ell = B.$$

Подставим:

$$k_{12} = Ak_{11}$$

в (6) и получим:

$$k_{13} = B + Ak_{11}.$$

В соответствии с (7):

$$B + Ak_{11} = k_{11}.$$

Отсюда:

$$k_{11} = \frac{B}{1-A} = \frac{nt_n / \ell}{1 - \exp(-t_n / T)}. \quad (8)$$

Подставим это выражение в (3) и получим:

$$\begin{aligned} k_{12} &= Ak_{11} = A \frac{B}{1-A} = \\ &= \exp(-t_n / T) \frac{nt_n / \ell}{1 - \exp(-t_n / T)}. \quad (9) \end{aligned}$$

В соответствии с вышеизложенным:

$$k_{13} = k_{11},$$

то есть определяется выражением (8).

Таким образом, получены выражения (8) и (9), которые представляют собой начальные условия для обоих полуциклов. Отметим, однако, что они неудобны для конкретных числовых расчетов, поскольку содержат в знаменателе разность весьма близких (до 3...4 знаков) величин. Это приводит к ошибкам, недопустимым при практических расчетах.

Для приближенного (иллюстративного) решения задачи прибегнем к некоторым упрощениям. Будем исходить из того, что мы уже знаем приближенное значение k_{11} , которое не должно сильно отличаться от n/v_n .

В качестве примера построим кривые изменения крутки в зоне баллона в обоих полуциклах. Для этого зададимся некоторыми необходимыми параметрами: $n=200 \text{ с}^{-1}$; $v_n=0,5 \text{ м}^{-1}$; $\ell = 0,3 \text{ м}$; $T = \ell/v_n = 0,6 \text{ с}$; $t_{об} = 1/n = 200^{-1} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; $t_n = 5 \cdot 10^{-4}$; $t_k = 45 \cdot 10^{-4} \text{ с}$.

В соответствии с принятым выше допущением:

$$k_{11} = n/v_n = 200/0,5 = 400 \text{ кр/м}.$$

Подставим значения k_{11} и T в уравнение (2) и построим кривую изменения крутки в полуцикле намотки.

Аналогично (согласно уравнению (5)) построим кривую изменения крутки в полуцикле кручения. Для этого без большой ошибки примем приближенно $k_{12} \approx k_{11} = 400 \text{ кр/м}$ и получим график. Полученные кривые можно рассматривать лишь как иллюстрацию протекающих процессов. Реальные значения использованных коэффициентов имеют несколько другую величину, отличаясь от принятых на 2...3%. Однако полученные графики достаточно точно дают представление о процессах с изменениями крутки в зоне баллона для способа РКН. Без большой ошибки можно себе представить, что аналогичный характер изменения крутки носит и в зоне торможения, поскольку при прохождении пряжи через кромку колпака характер изменения крутки практически не меняется.

ВЫВОДЫ

1. Получено аналитическое описание процесса изменения крутки в зоне баллона, которое дает достаточно информативную картину физического процесса в этой зоне.

2. Для дальнейшего уточнения сложного процесса в зонах кручения намотки необходимо учитывать полную картину напряженного состояния нити как с точки зрения деформаций сдвига, так и с точки зрения деформаций растяжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мовшович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 6.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 05.02.09.