

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ ПО ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДЛИНЫ НИТЕЙ В СЛОЯХ

DETERMINATION OF DENSITY CHANGES LAWS ON WINDING LONG STRANDS IN LAYERS

Н.А. КУЛИДА, А.В. КРУГЛОВ
N.A. KULIDA, A.V. KRUGLOV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: knatex@yandex.ru

Разработана методика вычисления среднего значения плотности гаковки партионного снования по результатам мониторинга закономерности изменения коэффициента нарастания длины нитей в слоях.

The technique of calculating the average density of beam warping package of the monitoring results regularities of changes in the coefficient of increase in the length of the filament layers.

Ключевые слова: партионное снование, плотность намотки, среднее значение, коэффициента нарастания длины нитей в слоях.

Keywords: beam warping, winding density, of the average value, the coefficient of the rise of the thread length in the layer.

Вычисление среднего значения плотности намотки по результатам измерения коэффициента нарастания длины нитей в слоях дает возможность включить в состав комплексного идентификатора паковки еще один параметр, позволяющий точнее определять различие в параметрах партии сновальных валов. Существующая методика определения средней плотности основана на измерении массы нитей в результате взвешивания наработанного вала и его геометрических размеров. В процессе снования указанный параметр не контролируется, что не позволяет определять закономерность изменения плотности намотки и в случае необходимости принимать меры по устранению существенных отклонений от нормативного значения.

Рассмотрим возможность определения средней плотности намотки по закономерности изменения коэффициента приращения длины нитей в слоях, приведенной на рис. 2 в [1]. Для вычисления искомого па-

раметра необходимо, чтобы функция $\gamma_c(n)$, описывающая закон изменения плотности намотки γ_c в зависимости от угла поворота паковки, определяемого как целое число ее оборотов n , являлась непрерывной на отрезке $[n_0, n_k]$, тогда среднее значение плотности

$$\bar{\gamma}_c = \frac{1}{n_k - n_0} \int_{n_0}^{n_k} \gamma_c(n) dn, \quad (1)$$

где n_0, n_k – соответственно начальное и конечное значения n .

Выразим $\gamma_c(n)$ через коэффициент нарастания длины нитей в слоях $k_L(n)$, воспользовавшись результатами [1] и пренебрегая величиной перемещения слоев:

$$\gamma_c(n) = \frac{mT[\Phi(n)(n+1) + 2r_0]}{10^6 H\Phi(n)[\Phi(n)n + 2r_0]}, \quad (2)$$

где m , H , T , r_0 – соответственно количество нитей, рассадка фланцев, линейная плотность и радиус основания сновального вала:

$$\Phi(n) = k_L(n)(n + 0,5)^{-1}[(2\pi)^{-1} - r_0]. \quad (3)$$

Закономерность нарастания коэффициента приращения длины нитей в слоях $k_L(n)$ найдена путем аппроксимации экспериментальных данных, полученных с помощью микропроцессорной системы [2] при намотке четырех сновальных валов. В

$$\gamma_c(n) = \frac{2\pi m T [((2\pi)^{-1} k_L(n) - r_0)(n-1) + 2r_0]}{10^6 H (n + 0,5)^{-1} (k_L(n) - 2\pi r_0) [((2\pi)^{-1} k_L(n) - r_0)n + 2r_0]}. \quad (4)$$

При $k_L(n) = 2\pi r_0$ функция (4) терпит разрыв. В реальности, исходя из определения коэффициента приращения длины нитей в слоях, $k_L(n) > 2\pi r_0$. Однако, в отдельных случаях, когда, например, используется линейная аппроксимация вида $k_L(n) = a + bn$, коэффициент $a < 2\pi r_0 - pb$ в некотором интервале изменения n , а при $n = (2\pi r_0 - a)b^{-1}$ функция $\gamma_c(n)$ разрывна. Поэтому важно при выборе аппроксимирующей зависимости анализировать непрерывность функции $\gamma_c(n)$ в интервале $[n_0, n_k]$. Если окажется, что в указанном интервале $\gamma_c(n)$ терпит разрыв, вычисление интеграла (1) невозможно. Преодолеть возникающие трудности можно путем выбора подходящего вида аппроксимирующей функции или за счет изменения значения нижнего предела интегрирования n_0 .

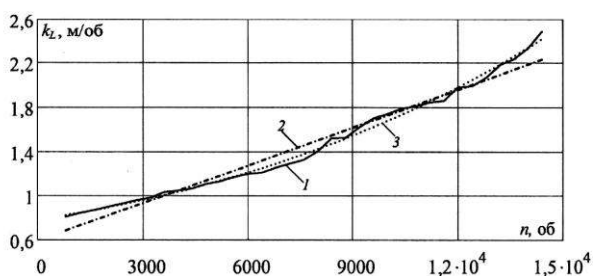


Рис. 1

На рис. 1 показаны экспериментальная 1, линейная 2 и нелинейная 3 аппроксимирующие функции. Линейная функция 2 имеет

качестве аппроксимирующих функций использовались линейные и нелинейные функции. Аппроксимация выполнена в *Machcad* [3] с использованием функции *regress* (x, y, k), где x – вектор расположенных в порядке возрастания значений аргумента, y – вектор значений функций, соответствующих значениям аргумента, k – степень аппроксимирующего полинома.

Непрерывность функции $\gamma_c(n)$ в интервале $[n_0, n_k]$ определяется закономерностью изменения $k_L(n)$. Действительно, если в (2) использовать обозначение (3), то

вид $k_L(n) = a + bn = 0,58752 + 1,1525 \cdot 10^{-4}n$ и при $r_0 = 0,12$ а $< 2\pi r_0$, а при $n = (2\pi r_0 - a)b^{-1} = (2\pi \cdot 0,12 - 0,58752) \cdot 1,1525 \cdot 10^{-1} = 1,43957 \cdot 10^3$ функция $\gamma_c(n)$ разрывна. Поэтому вычисление интеграла возможно на интервале $[n_0 = 1,43957 \cdot 10^3, n_k]$ с потерей точности определения средней плотности на всем периоде наматывания паковки.

Нелинейная функция $k_L(n) = a + bn + cn^2 + dn^3 = 0,7762 + 5,3436 \cdot 10^{-5}n + 2,5448 \cdot 10^{-9}n^2 + 1,142 \cdot 10^{-13}n^3$ дает возможность выполнить интегрирование в интервале $[0, n_k]$, поскольку $a = 0,7762 > 2\pi r_0$. Различие в коэффициентах аппроксимирующих функций видно из рис. 1, где в начале координат нелинейная аппроксимирующая функция 3 обеспечивает более точное представление экспериментальных данных, поэтому при $n = 0$ а $> 2\pi r_0$ и функция (4) в этой точке непрерывна.

В табл. 1 представлены численные значения коэффициентов функции *regress* (x, y, k) для различных k : $k=1(a, b)$, $k=2(a, b, c)$, $k=3(a, b, c, d)$. В табл. 1 строки с обозначениями номера экспериментальной зависимости со звездочкой соответствуют линейной аппроксимирующей функции ($k=1$), в остальных случаях использовались нелинейные функции.

Полученные аппроксимирующие зависимости использованы при вычислении среднего значения плотности $\bar{\gamma}_c$ (табл. 1). Здесь же для сравнения представлены экс-

периментальные значения плотности намотки сновальных валов $\bar{\gamma}_m$, полученные путем определения массы пряжи в ре-

зультате взвешивания и вычисления объема намотки.

Т а б л и ц а 1

Экспериментальные зависимости	Коэффициенты				Плотность, кг/м ³	
	a	b	c	d	$\bar{\gamma}_c$	$\bar{\gamma}_m$
1	0,7762	$5,3436 \cdot 10^{-5}$	$2,5448 \cdot 10^{-9}$	$1,142 \cdot 10^{-13}$	436,8	449,1
1*	0,58752	$1,1525 \cdot 10^{-4}$	-	-	518,0	
2	0,74742	$7,2222 \cdot 10^{-5}$	$5,0146 \cdot 10^{-11}$	-	516,6	516,8
2*	0,74489	$7,3064 \cdot 10^{-5}$	-	-	518,4	
3	0,75314	$7,1312 \cdot 10^{-5}$	$4,008 \cdot 10^{-10}$	$-6,833 \cdot 10^{-15}$	497,5	481,2
3*	0,74014	$7,627 \cdot 10^{-5}$	-	-	505,7	
4	0,7549	$7,1437 \cdot 10^{-5}$	$1,1424 \cdot 10^{-10}$	-	505,3	487,0
4*	0,7494	$7,3311 \cdot 10^{-5}$	-	-	508,2	

Для экспериментальной зависимости 1* (табл. 1) при использовании линейной аппроксимирующей функции $a < 2\pi g_0$, поэтому интегрирование выполнено в интервале [1500, 14400], аналогично определялся нижний предел интегрирования для других экспериментальных зависимостей, в случае когда $a < 2\pi g_0$. Верхний предел интегрирования соответствовал числу оборотов сновального вала при полной наработке паковки.

Оценка достоверности вычисления среднего значения плотности осуществлена для теоретических зависимостей 1 и 2 [рис. 1, 1] с плотностью соответственно 320 и 680 кг/м. Значения интеграла (1) для теоретических зависимостей 1 и 2 [рис. 1, 1] совпали с заданными значениями плотности, например, для плотности 320 кг/м³ вычисленное значение составило 319,998 кг/м³, что свидетельствует о возможности вычисления плотности по предложенной методике.

В процессе формирования паковки плотность намотки может изменяться, поэтому важно это фиксировать и своевременно предпринимать меры по устранению причин, вызвавших изменения. Если для управления процессом используется система автоматического управления [4], то, учитывая, что при микропроцессорном измерении кинематических параметров осуществляется дискретизация, причем ее период определяется в основном точностью измерения кинематического параметра [5], характеризующего напряженное

состояние паковки, вычисление объемной плотности может быть осуществлено только по истечении времени намотки очередного слоя. Поэтому, наряду с контролем плотности очередного слоя, целесообразно вычислять среднее значение плотности намотанной части паковки. При определении текущего значения средней плотности в интеграле (1) верхний предел интегрирования должен быть переменным.

Плотность паковки, наряду с отмеченными ранее факторами, в значительной степени зависит от линейной плотности наматываемой пряжи. Допустимые ее изменения вследствие неровноты, вызывают колебания плотности.

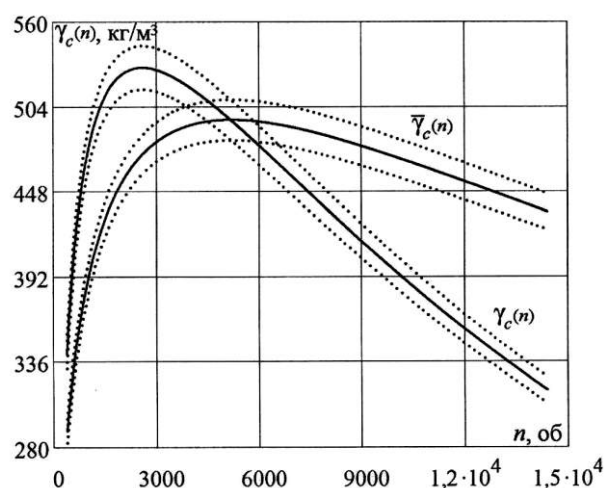


Рис. 2

На рис. 2 приведены кривые $\bar{\gamma}_c(n)$ и $\gamma_c(n)$ при наматывании паковки с эксперимен-

тальной зависимостью коэффициента $k_L(n)=0,7762 + 5,3436 \cdot 10^{-5}n + 2,5448 \cdot 10^{-9}n^2 + 1,142 \cdot 10^{-13}n^3$. Здесь же показаны зоны расположения указанных кривых при отклонениях линейной плотности $\pm \Delta T$ от номинального значения ($\pm 2,5\%$ от 18,5 текс).

Кроме отмеченного влияния линейной плотности среднее значение объемной плотности сновальной паковки зависит от процессов деформирования тела намотки в результате наматывания очередного слоя и релаксации пряжи [6]. Поскольку контролируемые кинематические параметры могут лишь косвенно характеризовать эти процессы, вопрос об учете параметров напряженно-деформированного состояния может быть решен при нахождении дополнительных каналов получения информации о процессе, например, при экспериментальном изучении деформирования тела намотки из пряжи определенного состава и линейной плотности, в результате которого может быть создана база данных о физико-механических характеристиках формируемых паковок. Однако даже без учета указанных процессов близость вычисленных значений средней плотности к экспериментальным данным свидетельствует о возможности применения методики определения среднего значения объемной плотности намотки паковки партионного снования.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика определения среднего значения плотности намотки па-

ковки партионного снования, основанная на аппроксимации экспериментальной зависимости коэффициента нарастания длины нитей в слоях от угла поворота паковки и вычислении интеграла (1).

2. При аппроксимации предпочтительно использовать нелинейные функции, обеспечивающие более близкое к эксперименту определение плотности намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулида Н.А., Демидов Н.А., Круглов А.В. Методика отбора сновальных валов в партию на основе идентифицированных кинематических параметров их наматывания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С. 77...81.
2. Демидов Н.А. Микропроцессорная система контроля кинематических параметров партионного снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.159...161.
3. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad. – СПб.: Питер, 2005.
4. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К., Маховер В.Л. Новая безотходная технология формирования ткацкого навоя высокого качества // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 3. С. 43...45.
5. Кулида Н.А., Круглов А.В. Обоснование выбора периода квантования при измерениях кинематических параметров партионного снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6С. С. 91 ... 94
6. Вайнер И.И. Расчет цилиндрических текстильных паковок с учетом пассивных и активных зон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1984, № 5. С. 28...31.

Рекомендована кафедрой автоматизации и радиоэлектроники. Поступила 15.01.14.