

УДК 677.053.74.001.5

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЕРИОДА КВАНТОВАНИЯ
ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПАРТИОННОГО СНОВАНИЯ**

**SUBSTANTIATION OF QUANTIZATION PERIOD CHOICE
UNDER THE CHANGE OF BEAM WARPING KINEMATIC PARAMETERS**

Н.А. КУЛИДА, А.В. КРУГЛОВ, Т.Ю. КАРЕВА
N.A. KULIDA, A.V. KRUGLOV, T.YU. KAREVA

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

Мониторинг кинематических параметров партионного снования с целью идентификации напряженного состояния формируемой паковки предполагает квантование непрерывных сигналов, соответствующих измеряемым физическим величинам. Для обоснованного выбора частоты квантования рассмотрены ограничения, обусловленные верхней частотой спектра непрерывного сигнала и погрешностью измерения малых приращений длины нитей в наматываемом слое.

Monitoring of kinematic parameters of beam warping for identification of the formed package stress state offers quantization continuous signals corresponding to the measured physical values. For substantiation of quantization frequency choice the limitations conditioned by the upper frequency of a continuous signal and the measurement error of small increments of thread length in a winding layer have been considered.

Ключевые слова: партионное снование, кинематические параметры, измерения, погрешность, период квантования.

Keywords: beam warping, kinematic parameters, measurement, an error, quantization period.

Мониторинг кинематических параметров партионного снования позволяет идентифицировать напряженное состояние паковки и далее сформировать партии сновальных валов с однородными структурными характеристиками для повышения качества ткацких навоев и сокращения количества отходов при шлихтовании [1]. Разработанная для этого микропроцессорная система [2] осуществляет периодические измерения длины наматываемых нитей, количества оборотов паковки, радиуса намотки и времени намотки слоя. На основе полученных данных могут быть рассчитаны параметры, характеризующие напряженно-деформированное состояние паковки, в частности объемная плотность, а также ряд других параметров (межслойное давление, линейная скорость снования и т.д.).

При осуществлении мониторинга важным является выбор периода дискретизации измерений, который в теории дискретных систем получил название периода квантования. Для точного воспроизведения непрерывного сигнала он должен быть не выше периода, в течение которого происходит изменение непрерывного сигнала, с другой стороны, учитывая преобладание аддитивных составляющих в погрешности измерения длины нитей, период квантования не должен быть меньше некоторой величины, при которой приращение длины намотанных нитей достигает значения, когда относительная погрешность измеряемой величины не превышает допустимого значения.

В разработанной системе дискретизация осуществляется через определенное

заранее выбранное число оборотов сновального вала, то есть период квантования по времени изменяется, поскольку при постоянной линейной скорости снования угловая скорость вала уменьшается.

Выбор периода квантования для точного воспроизведения непрерывного сигнала осуществляется в соответствии с теоремой Котельникова-Шеннона [3], по которой для однозначного восстановления непрерывного сигнала с ограниченным по ширине частотным спектром необходимо, чтобы частота дискретизации f и верхняя частота спектра непрерывного сигнала f_c были связаны соотношением $f > 2f_c$.

Для определения периода дискретизации $T = 1/f$ предположим, что линейная скорость снования равна V_c , а радиус намотки в i -м слое равен r_i , причем $r_i \in [r_0, r_{\max}]$, где r_0 – радиус ствола сновального вала, r_{\max} – максимальный радиус намотки. Тогда угловая скорость сновального вала $\omega_c = V_c/r_i$, причем $\omega_c \in [V_c/r_{\max}, V_c/r_0]$, а частота $f_c \in [V_c/2\pi r_{\max}, V_c/2\pi r_0]$, или $f_c \approx V_c/k_{Li}$, где $k_{Li} \in [k_{L\min}, k_{L\max}]$; k_{Li} – коэффициент нарастания длины нитей в слое:

$$k_{Li} = dL_i/dn_i = \pi[2r_{i-1} + c_i(2n_i + 1) - 2A_i],$$

где $c_i = \alpha k_L + \beta$; $\alpha = [2\pi(n_i + 0,5)]^{-1}$; $\beta = (A_i - r_{i-1})(n_i + 0,5)^{-1}$; A_i – перемещение i -го слоя вследствие деформации и перемещения предыдущих слоев; r_{i-1} – радиус предшествующего слоя; n_i – число оборо-

тов паковки при наматывании i -го слоя.

Таким образом, квантование непрерывного сигнала необходимо осуществлять не реже двух раз за один оборот паковки.

С другой стороны, характеристики напряженного состояния паковки и тенденции их изменения определяются изменениями коэффициента k_{Li} , которые и должна зафиксировать микропроцессорная система. Поэтому для определения этих изменений необходимо найти производную:

$$dk_{Li}/dn_i = 2\pi c_i + (2n_i + 1)(dc_i/dn_i), \quad (1)$$

где dc_i/dn_i – темп изменения коэффициента нарастания толщины слоя [4].

$$dk_{Li}/dn_i = 0,5 d[(-b_2 + \sqrt{b_2^2 - 4b_1b_3})b_1^{-1}]/dn_i,$$

где $b_1 = 10^6 N \gamma_i \alpha^2 n_i^2$,

$b_2 = 2 \cdot 10^6 N \gamma_i n_i \alpha [(r_{i-1} - A_i) + \beta n_i] - m T n_i \alpha (n_i + 1)$,

$b_3 = 10^6 N \gamma_i [A_i (A_i - 2r_{i-1}) + 2(r_{i-1} - A_i) \beta n_i + \beta^2 n_i^2] - 2m T n_i (r_{i-1} - A_i) - m T n_i \beta (n_i + 1)$.

Из приведенных выражений следует, что приращение коэффициента нарастания длины нитей в слое при заданной объемной плотности зависит при прочих равных условиях от радиуса намотки и количества оборотов паковки.

Символьное определение производных и численные расчеты выполнялись в Mathcad. В результате установлено, что приращение длины в двух соседних слоях составляет достаточно малую величину и для идентификации напряженного состояния паковки необходимо, чтобы погрешность v_{kL} измерения коэффициента k_{Li} , равная $v_{kL} = 0,01 \delta_{kL} k_{Li}$, где δ_{kL} – относительная погрешность k_{Li} , была меньше изменения коэффициента k_{Li} . Погрешность измерения k_{Li} определяется погрешностью приращения длины нитей в слое и угла поворота паковки и может быть определена как погрешность косвенного измерения. Изменения коэффициента

Производная dc_i/dn_i может быть определена из выражений, определяющих закономерность нарастания толщины слоя при неизменной плотности намотки [4]:

$$dc_i/dn_i = 0,5 \cdot d[(-a_2 + \sqrt{a_2^2 - 4a_1a_3})a_1^{-1}]/dn_i,$$

где $a_1 = 10^6 \gamma_i H n_i^2$, $a_2 = 2 \cdot 10^6 \gamma_i H n_i (r_{i-1} - A_i) - m T n_i (n_i + 1)$,
 $a_3 = -2m T n_i (r_{i-1} - A_i) - 2 \cdot 10^6 \gamma_i H r_i A_i + 10^6 \gamma_i H A_i^2$.

Кроме того, производную dk_{Li}/dn_i можно определить также, если воспользоваться закономерностью изменения коэффициента нарастания длины нитей в слое при постоянной объемной плотности:

k_{Li} , вызванные различными факторами процесса снования, равны $\Delta k_L = (dk_{Li}/dn_i) \Delta n_i$. Таким образом, для достижения требуемой точности идентификации необходимо, чтобы $\Delta k_L \geq v_{kL}$ или $(dk_{Li}/dn_i) \Delta n_i \geq 0,01_{kL} k_{Li}$, откуда

$$\Delta n_i \geq 0,01 \delta_{kL} k_{Li} (dk_{Li}/dn_i)^{-1}. \quad (2)$$

Закономерности изменения производной dk_{Li}/dn_i при изменении напряженного состояния паковки показаны на рис. 1, где отражено влияние плотности намотки на dk_{Li}/dn_i . С ростом плотности приращение длины нити в слое уменьшается, значение этого приращения практически не зависит от радиуса намотки и незначительно уменьшается с увеличением перемещения слоя A_i .

Численное значение dk_{Li}/dn_i для рассмотренных случаев изменения условий намотки остается достаточно малым, чтобы быть надежно обнаруженным микропроцессорной системой. Поэтому целесообразно измерение приращения длины осуществлять не 2 раза за каждый оборот паковки, как это было установлено выше, а

в соответствии с (2) через Δn_i . Чем больше погрешность измерения длины, тем больше оборотов должна совершить палочка, чтобы измеренное приращение длины превысило значение погрешности измерения v_{KL} . На рис. 1 показана зависимость $\Delta n_i(\gamma_i)$ для заданной относительной погрешности δ_{KL} . Здесь же представлена зависимость $\Delta n_i(\delta_{KL})$.

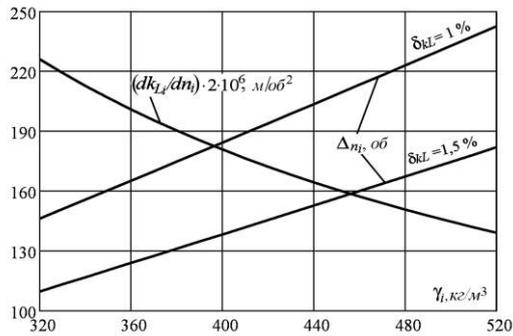


Рис. 1

ВЫВОДЫ

1. Период квантования при осуществлении мониторинга партионного снования определяется погрешностью измерения малых приращений длины нитей

в слое намотки.

2. С ростом плотности намотки приращение длины нитей в слое уменьшается, и для обнаружения изменений коэффициента нарастания длины нитей в слое с требуемой точностью необходимо увеличивать период квантования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов Н.А., Круглов А.В., Кулида Н.А. Применение микропроцессорной системы для контроля структурной однородности сновальных валов // Сб. мат. межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2013). – Иваново, 24–25 апреля 2013.
2. Демидов Н.А. Микропроцессорная система контроля кинематических параметров партионного снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С.159...161.
3. Харкевич А.А. Спектры и анализ. – 4-е изд. – М.: ЛКИ, 2007.
4. Кулида Н.А., Демидов Н.А., Круглов А.В. Определение плотности намотки сновальных валов на основе кинематических параметров процесса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С.77...81.

Рекомендована кафедрой автоматики и радиоэлектроники. Поступила 28.11.13.