

УДК 677.05: 531.3

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕМПФИРОВАНИЯ
КОЛЕБАНИЙ В ТЕКСТИЛЬНЫХ ПАКОВКАХ
С КРЕСТОВОЙ НАМОТКОЙ НИТИ**

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF VIBRATION DAMPING
IN TEXTILE BOBBINS WITH CROSS FILAMENT WINDING**

С.В. ПАЛОЧКИН, Н.Ю. ЛАБАЙ, П.Н. РУДОВСКИЙ
S.V. PALOCHKIN, N.JU. LABAY, P.N. RUDOVSKIY

**(Московский государственный университет дизайна и технологии,
Костромской государственный технологический университет)**
**(Moscow State University of Technology and Design,
Kostroma State Technological University)**

E-mail: office@msta.ac.ru, ksu@ksu.edu.ru

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований по определению количественных характеристик демпфирования колебаний в текстильных паковках с крестовой намоткой нити.

The results of experimental researches by definition of quantitative characteristics of dispersion of vibrations damping in the textile bobbins with cross-wound thread.

Ключевые слова: текстильная паковка, крестовая намотка нити, колебания, демпфирование, рассеяние энергии, экспериментальное исследование, опытный стенд, коэффициент поглощения.

Keywords: textile bobbin, cross winding yarn, vibration, damping, energy dispersion, an experimental research, absorption coefficient.

Для разработки динамической модели любого мотального механизма текстильной машины, от виброустойчивости которого во многом зависит качество формируемой текстильной паковки, необходимо знать не только характеристики конструкционного демпфирования колебаний в сопряжениях его деталей и внутреннего трения в их материалах, но и диссипативные свойства самой нарабатываемой паковки, которые являются весьма существенными для оценки свойств паковки в целом [1], [2]. При этом демпфирование колебаний в текстильных паковках до сих пор остается наименее изученным и практически не учитывается в балансе рассеяния энергии колебаний в имеющихся динамических моделях мотальных механизмов [3], [4].

Надежная оценка рассеяния энергии колебаний, как правило, может быть получена только экспериментальным путем. Проведенные авторами предыдущие исследования диссипативных свойств текстильных паковок были посвящены паковкам с параллельной намоткой нити [5...8]. Поэтому в настоящей работе рассмотрены вопросы оценки демпфирующих свойств паковок с крестовой намоткой нити.

В качестве количественного показателя для оценки демпфирующей способности любой системы обычно принимают коэффициент поглощения ψ (относительное рассеяние), который определяют как [5]:

$$\psi = W / E_p, \quad (1)$$

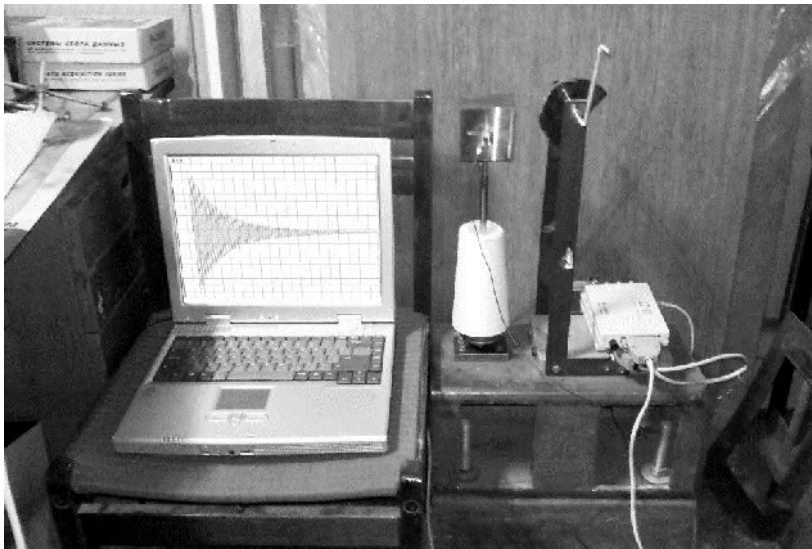
где W – рассеянная в паковке за цикл колебаний энергия; E_p – наибольшее значение потенциальной энергии упругого элемента системы.

При линейной характеристике упругого элемента

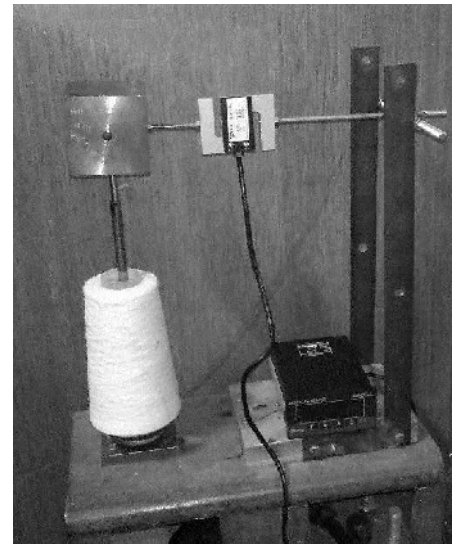
$$E_p = 0,5cA_{\max}^2, \quad (2)$$

где C – жесткость упругого элемента; A_{\max} – максимальная (начальная) амплитуда затухающих колебаний.

Для опытного определения значений коэффициентов поглощения в паковках различной массы с крестовой намоткой пряжи различного состава были выполнены экспериментальные исследования, в ходе которых использовались специальный опытный стенд, а также методика проведения испытаний и обработки полученных данных, описанные в [5]. При этом конструкция стенда была подвергнута модификации, связанной с заменой шпинделя веретена, игравшего роль оправки и упругого элемента конструкции стенда, на новый консольный упругий элемент с конусной оправкой под патрон конической текстильной паковки с крестовой намоткой нити. Внешний вид стенда при проведении основных испытаний по методу затухающих колебаний представлен на рис. 1-а, при проведении экспериментов по методу статической петли гистерезиса – на рис. 1-б.



а)



б)

Рис. 1

Конструкция модифицированной части станда (конусной оправки с надетым на нее патроном) представлена на рис. 2.

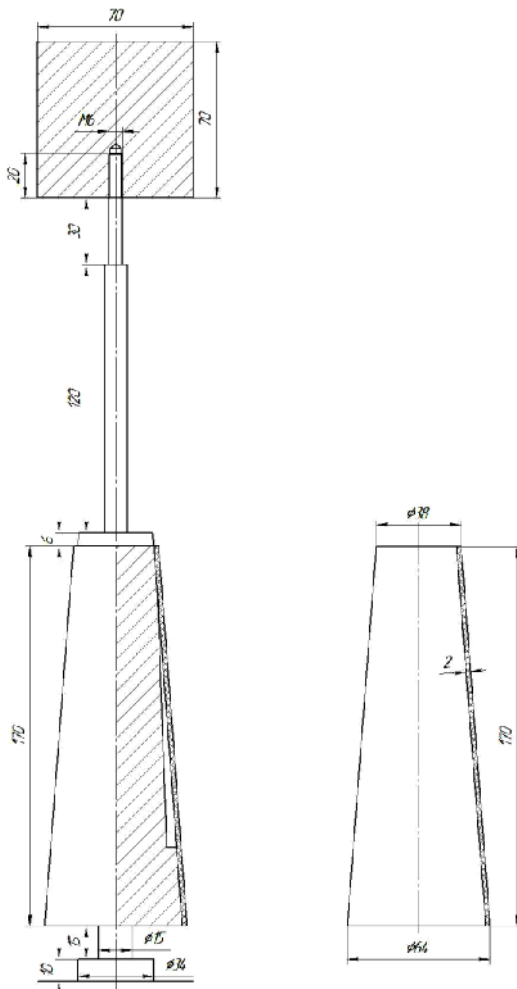


Рис. 2

В качестве экспериментальных образцов были использованы текстильные паковки конической формы с крестовой намоткой нитей пряжи различного состава: хлопчатобумажной (50 текс), смесовой (шерсть 50% и капрон 50%, 70 текс), синтетической (нитрон, 42 текс и лавсан, 20 текс).

Длина тела намотки всех образцов составляла 150 мм при максимальном диаметре 130 мм и массе в диапазоне от 0,1 до 0,3 кг. Примеры опытных образцов текстильных паковок различных масс с крестовой намоткой пряжи различного вида представлены на рис. 3.

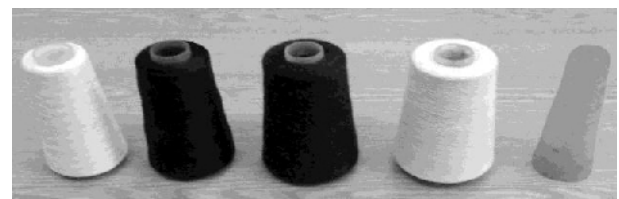


Рис. 3

Значения коэффициентов поглощения ψ в паковках определялись как [5]:

$$\psi = \psi_{\Sigma} - \psi_0,$$

где ψ_{Σ} и ψ_0 – экспериментальные значения коэффициентов поглощения в

конструкции опытного стенда при установке на оправку патрона с намотанной на него текстильной паковкой и без тела намотки.

Начальная (максимальная) амплитуда колебаний в экспериментах составляла $A_{\max} = 2$ мм. Частота колебаний упругого элемента стенда в ходе испытаний оставалась постоянной, поэтому Ψ_{Σ} и Ψ_0

определялись как удвоенные значения соответствующих логарифмических декрементов колебаний.

Полученные при статистической обработке опытных виброграмм свободных затухающих колебаний различных образцов паковок экспериментальные значения коэффициентов поглощения ψ сведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав пряжи	Масса текстильной паковки, г		
	100	150	300
	Значения коэффициентов поглощения ψ		
Хлопок	0,161	0,225	0,407
Шерсть 50% Капрон 50%	0,129	0,178	0,315
Лавсан	0,107	0,148	0,272
Нитрон	0,089	0,122	0,234

Результаты выполненных в качестве проверочных испытаний по методу статической петли гистерезиса достаточно хорошо совпали с данными основного эксперимента, а также позволили определить жесткость колебательной системы стенда: $c = 67$ Н/мм. Коэффициенты вариации при расчете средних значений коэффициентов поглощения, представленных в табл. 1, и жесткости стенда не превышали 6...8 %.

Сопоставление полученных данных с результатами аналогичных исследований, выполненных ранее для паковок с параллельной намоткой нити [5], [8], показало, что они достаточно хорошо согласуются. Так, независимо от вида намотки, коэффициенты поглощения в паковках натураль-

ной пряжи выше, чем в паковках синтетической и смесовой пряжи, и возрастают с увеличением массы тела намотки.

Однако сравнительный анализ абсолютного рассеяния энергии W за цикл колебаний результатов позволил установить, что при одинаковом составе пряжи и массе в паковках с крестовой намоткой нити его величина в среднем на 7...9% выше, чем в паковках с параллельной намоткой пряжи.

Например, экспериментальное значение коэффициента поглощения в паковке хлопчатобумажной пряжи с массой 100 г, полученное в представленном исследовании, составляет $\psi = 0,161$. Тогда в соответствии с (1) и (2) имеем:

$$W = \psi c A_{\max}^2 / 2 = 0,161 \cdot 67 \cdot 2^2 / 2 = 21,57 \text{ Н / мм} . \quad (3)$$

Аналогичный коэффициент для початка хлопчатобумажной пряжи массой 90 г с параллельной намоткой нити $\psi = 0,132$ при жесткости колебательной

системы стенда $c = 6,25$ Н/мм и начальной амплитуде колебаний $A_{\max} = 8$ мм [5]. Следовательно, в этом случае:

$$W = \psi c A_{\max}^2 / 2 = 0,132 \cdot 6,25 \cdot 8^2 / 2 = 26,4 \text{ Н / мм} . \quad (4)$$

Однако длина намотки в початке составляла 200 мм, в то время как в исследуемых паковках с крестовой

намоткой нити она равнялась 150 мм. Поэтому, считая в первом приближении (без учета разности диаметров нити, шагов

ее намотки и ряда других факторов), что значение W прямо пропорционально длине намотки [6], [7], уменьшив значение коэффициента поглощения, полученного согласно (4), до величины $W = 26,4 \cdot 150/200 = 19,8$ Н/мм. Таким образом, полученное согласно (3) значение $W = 21,57$ Н/мм в паковке с крестовой намоткой превышает величину $W = 19,8$ Н/мм в паковке с параллельной намоткой нити на 9%.

В связи с этим математическую модель демпфирования колебаний в паковках с параллельной намоткой нити [8] можно распространить на паковки с крестовой намоткой, введя в итоговую формулу опытный коэффициент K_H , учитывающий вид намотки, то есть принять, что

$$W = K_H m W_c,$$

где W_c – рассеяние энергии колебаний за цикл в одном элементарном вертикальном кольцевом слое тела намотки; m – число этих слоев; $K_H = 1$ при параллельной намотке нити; $K_H = 1,08$ – при крестовой намотке нити.

ВЫВОДЫ

1. Для исследованных опытных образцов текстильных паковок с крестовой намоткой в условиях проведения испытаний определены экспериментальные коэффициенты поглощения ψ , значения которых в зависимости от массы тела намотки и состава пряжи лежат диапазоне от 0,1 до 0,4.

2. Рассеяние энергии колебаний в паковках натуральной пряжи выше, чем в паковках синтетической и смесовой пряжи, и возрастает с увеличением массы тела намотки, что согласуется с данными [5], [8].

3. Рассеяние энергии W за цикл колебаний при одинаковом составе пряжи и массе в паковках с крестовой намоткой

нити в среднем на 7...9% выше, чем в паковках с параллельной намоткой пряжи.

4. Математическую модель демпфирования колебаний в паковках с параллельной намоткой нити [7] можно распространить на паковки с крестовой намоткой нити, введя в итоговую формулу опытный коэффициент K_H , учитывающий вид намотки, значения которого равны 1 при параллельной намотке нити и 1,08 – при крестовой намотке нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. Палочкин С.В., Рудовский П.Н., Нуриев М.Н. Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.
2. Рудовский П.Н., Нуриев М.Н. Классификация свойств паковок крестовой намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4. С. 38...42.
3. Парнес М.Г. Расчет и конструирование намоточных станков. – М.: Машиностроение, 1975.
4. Матюшев И.И., Климов В.А., Мазин Л.С. и др. Высокоскоростные приемно-намоточные механизмы для химических нитей. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
5. Колягин А.Ю., Палочкин С.В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в крутильно-мотальном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2С. С. 91...95.
6. Рудовский П.Н., Палочкин С.В., Колягин А.Ю., Лабай Н.Ю. Демпфирование колебаний в цилиндрическом теле намотки при изгибе оправки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 95...99.
7. Лабай Н.Ю., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Расчет рассеяния энергии колебаний в цилиндрической текстильной паковке с параллельной намоткой нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 4. С. 61...65.
8. Лабай Н.Ю., Палочкин С.В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в приемно-намоточном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 121...125.

Рекомендована кафедрой прикладной механики. Поступила 11.03.15.