

УДК 620.1:667.1

**УПРУГОВЯЗКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕФОРМАЦИИ ИЗГИБА
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ELASTIC AND VISCOUS CHARACTERISTICS OF DEFORMATION
OF A BEND OF TEXTILE MATERIALS**

В.В. ЛАПШИН
V.V. LAPSHIN

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: zdepart@kstu.edu.ru

Статья посвящена вопросу определения упруговязких составляющих деформации изгиба по экспериментальной кривой свободных затухающих колебаний текстильных материалов.

The article is devoted to the question of definition of elastic and viscous components of bend deformation on an experimental curve free fading fluctuations of textile materials.

Ключевые слова: упруговязкие характеристики, текстильные материалы, изгиб, колебания.

Keywords: elastic and viscous characteristics, textile materials, bend, fluctuations.

Качество ткани является определяющим фактором при выборе ее для изготовления того или иного вида одежды и зависит от целого комплекса технологических свойств, определяющих способность текстильного материала к переработке в готовое швейное изделие. Одним из таких свойств является способность ткани к изгибу и восстановлению после него.

Для получения полной картины о деформационных процессах, происходящих в ткани при изгибе, необходимо изучить процесс восстановления ткани после изгиба.

В настоящее время для оценки изгиба, являющегося важнейшим показателем грифа и туше ткани, преимущественно используются органолептические и инструментальные статические методы оценки.

Они трудоемки, требуют учета большого количества факторов и не дают объективного результата в силу своей зависимости от субъективного мнения эксперта и несовершенства существующих приборов.

Характеристику вязкоупругих показателей свойств материалов для одежды в динамическом режиме позволяет получить неразрушающий метод вынужденных резонансных изгибных колебаний консольно закрепленной пробы [1]. Однако этот метод не позволяет получить данные о поведении текстильного материала при совершении свободных затухающих колебаний после снятия изгибающего усилия.

Для получения кривых свободных затухающих колебаний текстильных материалов использовалось устройство [2]. На рис. 1 показана схема устройства для проведения испытаний на изгиб. После снятия изгибающей нагрузки консольно закрепленная проба совершает затухающие коле-

бания, которые происходят под действием сил внутреннего трения.

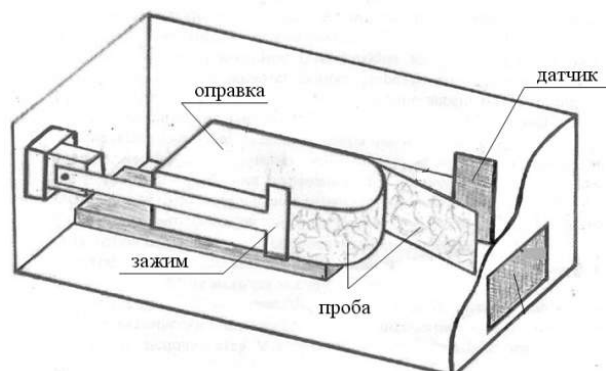


Рис. 1

В результате появилась возможность определить упруговязкие составляющие деформации изгиба по графику (рис. 2 – экспериментальная кривая свободных колебаний пробы льняной ткани).

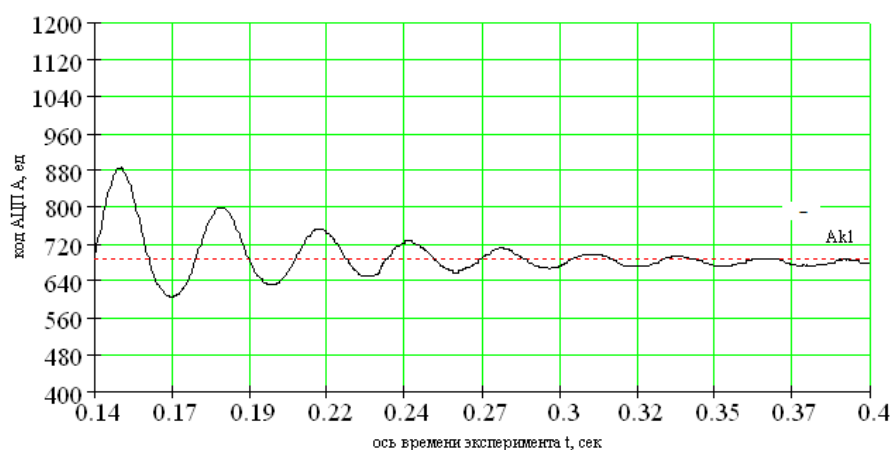


Рис. 2

Предполагаем, что диссипативная сила сопротивления в простейшем приближении пропорциональна первой степени скорости деформации.

Систему рассматриваем как линейную, поскольку проба совершает малые колебания. Дифференциальное уравнение, описывающее свободные колебания с вязким демпфированием, имеет вид [3]:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx - h \frac{dx}{dt}, \quad (1)$$

где m – масса пробы; h – коэффициент вязкого трения; k – коэффициент жесткости (упругости).

Разделив левую и правую части на m , приведем уравнение (1) к виду:

$$\ddot{x} + 2\vartheta\dot{x} + \omega x = 0, \quad (2)$$

где ϑ – коэффициент затухания; ω – собственная круговая частота колебаний материала.

По кривой затухающих колебаний определяем:

– коэффициент жесткости материала

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}, \quad (3)$$

где T – период свободных колебаний пробы;

– собственную частоту колебаний материала

$$\nu = \frac{1}{T}, \quad (4)$$

– собственную круговую частоту колебаний материала

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad (5)$$

– логарифмический декремент затухания

$$\lambda = \frac{\ln \frac{A_1}{A_n}}{n}, \quad (6)$$

где A_1 и A_n – амплитуды максимумов первого и n -го периодов колебаний, определяемых по графику;

– коэффициент вязкого трения, возникающий на молекулярном уровне в деформируемом материале

$$h = \frac{2m\lambda}{T}, \quad (7)$$

– коэффициент затухания

$$\vartheta = \frac{\lambda}{T}, \quad (8)$$

– время затухания, в течение которого напряжение, возникающее в деформируемом материале, уменьшится в e раз

$$\tau = \frac{1}{\vartheta}. \quad (9)$$

При определении показателей деформационных свойств текстильных материалов в динамических условиях возникают сложности, связанные с вычислением периода колебаний, так как довольно трудно установить моменты начала и окончания отсчета времени. В данном случае избежать подобных проблем помогает применение вычислительной техники для управления экспериментом путем задания частоты опроса датчика. Вычисление периода колебаний с помощью ЭВМ происходит быстро и с высокой точностью.

Для проверки правильности расчета упруговязких характеристик деформации изгиба полученные значения подставлены в формулы (1), (2). Амплитуды деформации, полученные расчетным методом (рис. 3 – расчетная кривая свободных колебаний пробы льняной ткани) соответствуют экспериментальным значениям (рис. 2), определенным по коду АЦП.

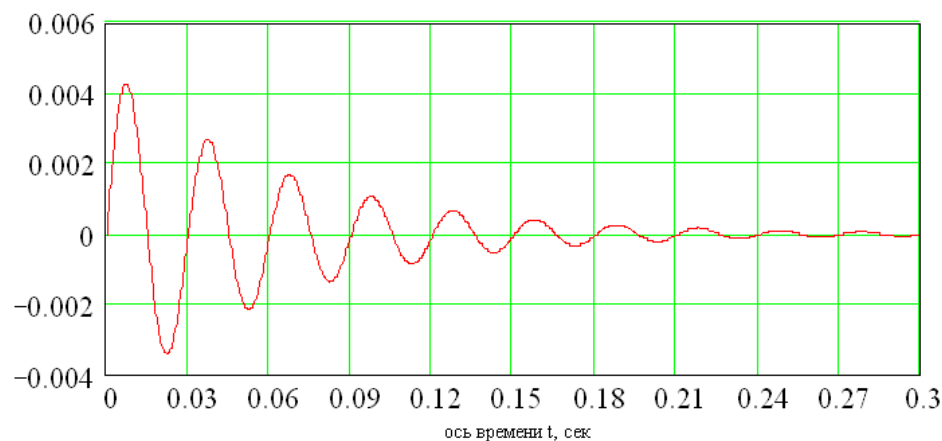


Рис. 3

Решение уравнений проводилось численным методом в среде MathCAD. Кривая свободных затухающих колебаний пробы, полученная экспериментально (рис. 3) совпадает с теоретической.

Исследования проводились на льняных тканях полотняного переплетения. Резуль-

таты расчета деформационных показателей по затухающим кривым представлены в табл. 1. Отличие значений деформационных показателей, полученных экспериментально и теоретически, незначительны.

Т а б л и ц а 1

Показатели	$m \cdot 10^{-3}$, кг	k , Н/м	ν , Гц	ω , рад/с	λ	$h \cdot 10^{-3}$, кг/с	\mathcal{D} , с ⁻¹	τ , с
Экспериментальная кривая	0,042	1,842	33,3	209,44	0,461	1,272	15,382	0,065
Теоретическая кривая	0,042	1,873	33,8	211,44	0,491	1,226	15,415	0,061

ВЫВОДЫ

Предложена оценка упруговязких характеристик деформации изгиба текстильных материалов по кривой свободных затухающих колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белокуров В.Н., Бочаров В.Г., Лапшин В.В. Определение показателей деформации льняных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4. С. 9...10.

2. Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Воронова Л.В. Оценка показателя живости ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №3. С. 112.

3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер; пер. с англ. Л.Г. Корнейчука; под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1985.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 30.01.13.