УДК 687. 122. 539. 382

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛОТЕН В ИЗДЕЛИЯХ

Лобацкая О. В., Лобацкая Е.М.

(ВГТУ)

Одной из основных проблем на современном этапе развития технологии швейного производства является повышение устойчивости формы швейных изделий. Стабильность формы зависит от устойчивости к воздействию деформаций, возникающих в одежде во время носки. Поэтому для правильного проектирования одежды, при создании новых видов материалов с заранее заданными свойствами очень важны сведения о значениях и распределении деформации в изделиях.

Вместо с тем деформация в процессе эксплуатации вызывается многими факторами, растяжением, сжатием, изгибом и др. При этом суммарную (наблюдаемую) деформацию можно представить как сумму составляющих, связанных с каждым из факторов. Поэтому интерес может представить рассмотрение спектра функций, описывающих изменение деформации при совершение типовых движений. Целью работы явилось использование гармонического анализа для построения такого спектра.

В работе исследовалась деформация платьевых полотен, выработанных различными сгюсобами (ткань - трикотаж - нетканое полотно). Деформацию полотен определяли на женских платьях электротензометрическим методом с помощью тензодатчиков конструкции Б.А. Бузова. В состав тензометрической установки входили также усилитель и регистрирующее устройство - шестиканальный прибор записи Н 338 - 6П. В результате проведенного эксперимента изучены особенности деформирования полотен различных структур и волокнистого состава, определены зоны максимального деформирования [1]. Оценку результатов тензометрии проводили по общей деформации. Однако для практического применения при проектировании определенных изделий необходимо знать вид, размеры и направление преобладающей деформации. Общую деформацию можно представить как наложение (суперпозицию) составляющих, обусловленных действием перечисленных выше факторов. Отсюда вытекает возможность использования спектральных представлений для анализа деформированного состояния материала.

Как известно, любую функцию f (t). описывающую некоторый процесс, можно представить в виде суммы периодических функций вида [2, с. 81}:

$$У_к = A_к \sin(\omega_к t + \varphi_к) \qquad (1)$$

где: $У_к$ - отклонение процесса описываемого этой функцией от среднего уровня;

$A_к$ - амплитудное (максимальное) значение отклонения;

$\omega_к$ - круговая частота изменений (колебаний) процесса среднего уровня;

$t_к$ - аргумент, $\varphi_к$ - начальная фаза.

Наложение (суперпозиция) "К" функций (1) образует спектр функции f (t). По отношению к этому спектру функций $У_к(t)$ являются гармониками. Каждую гармонику можно представить как:

$$У_к = a_к \cos \omega_r t + b_к \sin \omega_к t \qquad (2)$$

где: $a_к$, $b_к$ постоянные коэффициенты. Причем:

$$A_к = \sqrt{a_к^2 + b_к}, \quad \varphi_к = \mathrm{arctg}\,\frac{a_к}{b_к} \qquad (3)$$

Таким образом, функцию можно представить в форме тригонометрического ряда Фурье:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{к=1}^{m} A_к \sin(\omega_к t + \varphi_к) \qquad (4)$$

При практическом гармоническом анализе исследуемых процессов коэффициенты ряда Фурье вычисляются численным интегрированием с использованием формулы прямоугольников. В этом случае интервал на котором исследуемый процесс подвергается разложению в ряд Фурье, разбивается на N равных частей, а разлагаемая функция f (t) представляется последовательностью ординат f (t_i). При этом $t_i = i\,\frac{2\pi}{N}(i = 1, 2, ..., N)$

Шаг квантования по аргументу равен $\Delta t = \frac{2\pi}{N}$, круговая частота $\omega_к = K\frac{2\pi}{N}$

Тогда 5

$$a_0 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} f_i$$

$$a_к = \frac{2}{K}\sum_{i=1}^{N} f_i \cos\omega_к t \qquad (5)$$

$$b_к = \frac{2}{N}\sum_{i=1}^{N} f_i \cos\omega_к t$$

Таким образом, гармонический анализ сводится к вычислению коэффициентов аппроксимирующего ряда Фурье для "К" первых его членов. В связи с этим возникает вопрос об оценке числа гармоник в ряду Фурье, при котором погрешность аппроксимации функции f(t) рядом Фурье не превышает заданную. Для этого вводится, важная в практическом отношении, энергетическая характеристика гармоники - относительная мощность.

В соответствии с известной теоремой Парсеваля [3 .с.714-715] средняя мощность процесса за один период равна сумма мощностей всех гармонических составляющих. Мерой мощности процесса является его дисперсия. Поэтому для дискретной последовательности, приближенно представляющей функцию f (t), теорему Парсеваля можно записать:

$$S_f^2 = \frac{2}{N}\sum_{i=1}^{N}\left[f(t_i) - a_o\right]^2 = \sum_{k=1}^{m}\left(a_k^2 + b_k^2\right) \qquad (6)$$

Следовательно, мощность гармоники определяется квадратом ее амплитуды, т.к. $A_к^2 = a_к^2 + b_к^2$. Для оценки величины вклада гармоники в общую мощность

процесса f (t), практически более удобно пользоваться относительной мощностью гармоники, выраженной в процентах:

$$M_{ок} = \frac{A_к^2}{S_f^2}100 \qquad (\%) \qquad (7)$$

С введением величины $M_{ок}$ вопрос об оценке числа гармоник ряда Фурье, с необходимой точностью представляющего процесс f (t) решается следующим образом. Последовательно вычисляются мощности гармоник с номерами К = 1, 2, 3,..., m. После вычисления 1-ой гармоники (i< m) определяется сумма относительных мощностей гармоник. Так как полная мощность процесса принимается за 100%, то добавление новых гармоник в ряд Фурье можно прекратить после определения первых гармоник, для которых

$$\Delta M_n = 100 - \sum_{i=1}^{m} M_{oi} \leq \Delta M_o \quad \text{(заданное)} \qquad (8)$$

Зависимость $M_{ok} = f(\omega)$ называемая дискретным спектром Фурье, может быть использована для ранжирования гармоник по степени их вклада в соответствующий процесс f(t), а, следовательно, для выделения наиболее существенных спектральных составляющих.

При проведении гармонического анализа деформации использовали графическую запись функций, характеризующих изменение деформации полотен при выполнении различных движений. Исследуемые функции представлялись последовательностью ординат, которая вводилась в ЭВМ для разложения общей деформации в ряд Фурье. В таблице 1 приведены результаты гармонического анализа деформации полотен, определенной для различных полотен в зоне максимального растяжения. По результатам вычислений видно, что уже первые две гармоники практически определяют все особенности функции, т.к. сумма их относительных мощностей достигает 90-95 %. Мощность первой гармоники, как правило, преобладает и составляет 70-90 %, что соответствует долям деформации растяжения или сжатия. В ряде случаев была отмечена относительно малая мощность 1-й гармоники и соответственно большая мощность 2-й гармоники.

Таблица 1. *Результаты гармонического анализа*

Наименование и артикул полотна	Направление испытания	Характер деформации	Деформация	Относительная мощность гармоник, %					
				1	2	3	4	5	6
Ткань «Камелия», арт. 530123	В	Р	2,9	90.38	1.16	16,89	-	-	-
		С	10,3	87,68	8,89	0,72	1,12	0,97	-
	Г	Р	2,3	39,90	26,97	17,32	7,99	4,32	2,00
		С	6.4	79,54	4,39	6.82	2,95	2,15	0,53
Трикотажное полотно арт. 321401	В	С	9,7	91,37	3,55	3,61	0,83	-	-
		Р	3,7	74,40	21,30	1,94	0,11	1,07	0.84
	Г	С	0,6	95,58	1,14	3,26	-	-	-
		Р	1,0	91,37	5,56	0,53	1,08	3,47	-
Нетканое полотно арт 31/9 Латв.	В	С	7,4	78,51	14,34	2,72	2,04	1,04	0,4
		Р	0,7	7,48	80,25	6,19	0,99	5,1	-
	Г	Р	7,7	67,01	20,88	7,26	1,68	1,45	0,92
		С	2,6	84.18	12,46	2,2	0,9	-	-

Условные обозначения: В – вертикаль, Г – горизонталь, Д – диагональ, Р – растяжение, С – сжатие.

Например, в приведенном примере при растяжении по вертикали изделия из нетканого полотна, арт. 31/9 «Латв» (табл. 1), это можно объяснить относительным смещением структурных элементов полотен (напр. нитей основы и утка), которое наблюдается в результате неточного крепления датчика. На величину и характер общей деформации оказывают влияние также точность выполнения движения, деформация сдвига, наличие остаточной деформации в полотнах. Это дает возможность оценить также качество проведения эксперимента. Таким образом, гармонический анализ позволяет разделить влияние факторов, на первый взгляд кажущихся неразделимыми, и может быть использован для детального исследования деформации полотен в изделиях, что найдет свое практическое применение при конструировании.

Литература.

1. Лобацкая О.В. Оценка деформации платьевых полотен разных способов производства в эксплуатации. - Технология и качество товаров народного потребления, 1984, вып. II, с. 88-91.
2. Адерихо С.Я. и др. Введение в линейную алгебру, теорию поля и ряды Фурье - Минск.: Вышэйшая школа, 1966,152 с.
3. Бермант З.А., И.Г. Арамович. Краткий курс математического анализа (для вузов)- М.:Наука,1966,736с.