

УДК 677.01:687.1

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА И СИНТЕЗА КОМФОРТНОСТИ СИСТЕМЫ "ЧЕЛОВЕК-ОДЕЖДА-СРЕДА"

Першин В.А., Осипенко Л.А., Зайкина И.Н.

(Южно-Российский государственный
университет экономики и сервиса)

Применение теории подобия в исследованиях швейного производства до сих пор является редким исключением. В то же время есть основания считать, что применительно к проектированию швейных изделий, выбору материалов для их изготовления и в, особенно, при оценке комфортности одежды по теплофизическим показателям и условиям эксплуатации это научное направление представляется весьма перспективным.

Бесспорно, что человек в любых условиях должен чувствовать себя комфортно, т.е. любая система "человек-одежда-среда" в целом должна быть зоной комфорта. Так, оптимальными для организма с точки зрения комфортности, например, приняты: температура зимой $-18-22$ °С, летом $23-25$ °С; скорость движения воздуха зимой $0,15$, летом $0,2-0,4$ м/с; влажность $40-60\%$; теплопроводность воздуха $0,023$ Вт/(мК) и др. Однако для реальных систем "человек-одежда-среда" действительные значения параметров, как правило, отличаются от оптимальных. Достижение же комфортности, при отличных от оптимальных значениях параметров подсистем "человек" и "среда", осуществляется посредством подбора подсистемы "одежда" со значениями показателей свойств, соответствующих ей материалов, или, по возможности, путем изменения состояния подсистем "человек" и "среда".

Однако для решения таких вопросов до настоящего времени используются методы вербального, в основном, характера, а не численные методы анализа и синтеза признака комфортности рассматриваемых систем.

Расчеты по оценке и обеспечению комфортности одежды можно выполнить путем использования π -критериев функционального подобия [1]. Для этой цели вначале устанавливается функциональная зависимость и составляется таблица основных показателей, характеризующих свойства элементов системы "человек-одежда-среда".

Используя данные таблицы 1 и метод нулевых размерностей [2], можно получить критерии функционального подобия, связывающие параметры свойств материалов одежды и условия ее эксплуатации в определенной среде конкретным человеком по отношению к идеальной системе "человек-одежда-среда" аналогичного назначения. В данном случае критериев подобия должно быть восемь, так как согласно π -теореме теории подобия [2] число критериев для исследуемого явления равно разности между общим количеством показателей, характеризующих это явление, и частью из них, являющихся независимыми. Причем независимыми считаются такие, для которых определитель наибольшего порядка, составленный из показателей степеней при основных единицах их размерностей, не равен нулю. В данном случае этому условию удовлетворяют показатели a , λ , m , определитель для которых равен единице.

Табл. 1. Основные показатели для оценки комфортности одежды по теплофизическим показателям

Наименование показателя	Обозначение	Единицы измерения	Размерности в единицах системы СИ			
			Длина	Масса	Время	Тем-ра
1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент теплопроводности	λ	Вт/(мК)	L ¹	M ¹	T ³	θ^{-1}
Коэффициент температуропроводности поверхности одежды	$a_{o(ч)}$	м ² /с	L ²	M ⁰	T ¹	θ^0
Толщина материала	δ	м	L ¹	M ⁰	T ⁰	θ^0
Энергозатраты	E	Вт	L ²	M ¹	T ³	θ^0
Время работы человека в среде	t	°	L ⁰	M ⁰	T ¹	θ^0
Площадь поверхности одежды	$s_{ч}, s_o$	м ²	L ²	M ⁰	T ⁰	θ^0
Разность температуры окружающей среды, и поверхности тела человека	$\tau_{c,(ч)}$	К	L ⁰	M ⁰	T ⁰	θ^1
Поверхностная плотность материала, одежды	$m_{o,(ч)}$	кг/м ²	L ¹	M ²	T ⁰	θ^0
Воздухопроницаемость	B_p	М ³ /(м ² с)	L ¹	M ⁰	T ¹	θ^0
Влагопотери	$B_{пт}$	Кг / с	L ⁰	M ¹	T ¹	θ^0
Влагопроводность	$B_{вл}$	кг/м ² с	L ⁻²	M ¹	T ¹	θ^0

Используя упомянутый выше метод нулевых размерностей, получим следующие частные критерии подобия функционирования для оценки комфортности системы:

$$\pi_p = (\rho v^4 t^7) / E \quad (1)$$

$$\pi_{B_{пт}} = (B_{пт} v^2 t^6) / E \quad (2)$$

$$\pi_s = s / (v^2 t^2) \quad (3)$$

$$\pi_x = x r v t^7 \quad (4)$$

$$\pi_a = a / (v^2 t) \quad (5)$$

$$\pi_{B_p} = B_p / v \quad (6)$$

$$\pi_\delta = \delta / (v t) \quad (7)$$

$$\pi_{B_{вл}} = (B_{вл} v^4 t^8) / E \quad (8)$$

Очевидно, что однозначное изменение значений принятых использованных в (1)-(8) параметров не всегда приводит к одночленному изменению (улучшению или ухудшению) комфортности. Установление однозначности или неоднозначности изменения значений параметров системы "человек-одежда-среда" выполняется в зависимости от

функционального назначения, условий функционирования, требований моды, дизайна и другими различными методами (вербального или математического характера). Но если такое установление выполнено, то, используя положения теории подобия и принцип коммуникативности, для оценки комфортности, объединяя (1)-(8), получили такой критерий:

$$\pi_k = \frac{\pi_{\delta} \pi_p \pi_s \pi_{\text{Вкл}}}{\pi_{\text{Впл}} \pi_{\text{Вр}} \pi_x \pi_{\alpha}} \quad (9)$$

Подставляя в критериальные выражения (1)-(9) значения параметров для определенного класса системы "человек-одежда-среда", можно определить оптимальные значения частных и обобщенных критериев комфортности $\pi_{k_{\text{ю}}}$ и π_k . Полагая эти значения $\pi = \text{const} = \text{idem}$ постоянными (в пределах допустимых отклонений), с помощью выражений для критериев комфортности можно решать, например, такие задачи как:

- конфекционирование материалов для конкретной системы "человек-одежда-среда";
- определение значений показателей свойств новых материалов для их производства, если известные материалы не удовлетворяют заданному сочетанию свойств конкретных подсистем "человек" и "среда";
- оценка на комфортность швейных изделий при их сертификации, меняющихся условиях однозначности подсистем "человек" и (или) "среда".

Литература

1. Першин В.А. Основы подобия функционирования системы "Техника - технология-продукция": Монография. - Новочерк.: НГТУ, 1996, 120 с.
2. Веников В.А., Веников Г.В. Теория подобия и моделирования - М.: Высш. шк., 1984, 265 с.