

А.П.Дурович (БГИНХ), А.В.Павлин, д-р техн.
наук, Д.С.Лычников, канд. физ.-мат. наук (МИНХ)

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ПАКЕТОВ

При использовании нестационарных методов исследования теплофизических характеристик обувных материалов возникают значительные трудности в определении и фиксировании температурного поля образца, усредненные же значения температуры различных точек не всегда являются истинными. Это приводит к большим неточностям измерений тепловых сопротивлений.

Поэтому неудивительно, что основная масса экспериментальных данных по теплопроводности материалов получена методом стационарного теплового потока. Данные эти являются пока наиболее достоверными [1]. Хотя методы стационарного режима и отличаются друг от друга способами учета или компенсации тепла, фиксацией температуры, формой и размерами исследуемых образцов, размещением нагревателей, приемами обработки полученных результатов, можно выделить то общее, что объединяет их. По этим методам исследуемые материалы помещают в прибор, в котором источником тепла определенной мощности поддерживается постоянное во времени температурное поле. В результате между поверхностью образцов и нагревателем создается разность температур, которая доводится до постоянства. Используя уравнение Фурье в его простейшей форме, вычисляют коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление.

Нами для визуализации тепловых полей на поверхности материала предлагается использовать жидкокристаллические термоиндикаторы (ЖКИ) [2], способные селективно рассеивать свет в зависимости от температуры. Нанесенные (тонким слоем или в виде термопленки) на поверхность материалов, они позволяют определить температурную неоднородность исследуемой поверхности. Высокая разрешающая способность ($\sim 0,5^{\circ}\text{C}$) [3] и большая скорость изменения окраски позволяют получить полную температурную картину поверхности исследуемых материалов. Тепловая картина несет в себе информацию не только о поверхностных свойствах материалов, но и об их внутреннем состоянии (наличии дефектов структуры, воздушных прослоек, неоднородности толщины, влажности и т. д.).

По сравнению с существующими датчиками температуры ЖКИ пригодны для непосредственного измерения температурных полей, т. е. снятия изотерм. Следовательно, при достижении в

приборе стационарного режима на поверхности материалов, покрытых слоем термоиндикатора, установится постоянная во времени температурная картина. Она состоит из различных по цвету изотермических областей, причем каждой цветовой области будет соответствовать определенная температура. Например, при нанесении на исследуемую поверхность термоиндикатора с диапазоном рабочих температур $33 - 36^{\circ}$ фиолетовой области соответствует температура 36° , синей - 35° , зеленой - 34° , красной - 33° С.

Расчет теплового сопротивления производится по следующей методике. Условие непрерывности теплового потока при стационарном режиме записывается так:

$$q_h = q_m = \varphi_{окр.ср} + \varphi_{изл}, \quad (1)$$

где q_h - тепловой поток от нагревателя; q_m - тепловой поток через исследуемые материалы; $\varphi_{окр.ср}$ - тепловой поток от поверхности материалов в окружающую среду; $\varphi_{изл}$ - тепловой поток излучения.

При невысоких температурах поверхности исследуемого образца последним членом уравнения (1) ввиду его малости можно пренебречь.

Уравнение (1) запишем в следующем виде:

$$J^2 R = \lambda \frac{\Delta T_1}{\Delta x} S_{изот} = \alpha \Delta T_2 S_{изот}, \quad (2)$$

где $J^2 R$ - количество тепла, протекающее от одной изотермической поверхности к другой, Вт; ΔT_1 - разность температур между поверхностью нагревателя и изотермической поверхностью, град; Δx - толщина исследуемого материала, м; $S_{изот}$ - площадь изотермической поверхности, определяемой по цвету термоиндикатора, м^2 ; ΔT_2 - разность температур между изотермической поверхностью и окружающей средой, град; λ - коэффициент теплопроводности материала, Вт/м·град; α - коэффициент теплоотдачи поверхности материалов, $\text{м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$.

Из уравнения (2) получаем

$$\lambda = \frac{J^2 R}{\frac{\Delta T_1}{\Delta x} S_{изот}} \quad \text{и} \quad \alpha = \frac{J^2 R}{\Delta T_2 S_{изот}}.$$

По вычисленным значениям λ и α легко определить величину теплового сопротивления R материалов

$$R = \frac{\Delta x}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}.$$

Применение этой методики для расчета коэффициента теплопроводности известных материалов, испытанных на специально сконструированном приборе, позволило получить значения λ ,

Таблица 1

Материал	$\lambda_{\text{справ}}$, Вт/м·град	$\lambda_{\text{экспер}}$, Вт/м·град
Картон	0,138	0,134
Войлок	0,050	0,042
Полистирол	0,081	0,083

близкие к справочным [4]. О достаточно высокой точности расчетов можно судить по данным табл. 1.

Таким образом, используя предложенную методику, можно достаточно просто вычислить коэффициенты, характеризующие тепловые процессы, и по ним рассчитать тепловое сопротивление исследуемых материалов в зависимости от параметров окружающей среды.

Л и т е р а т у р а

1. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. - М.: Энергия, 1973, с. 75. 2. Бондарь Т.И., Павлин А.В., Лычников Д.С. Методика расчета теплозащитных свойств обуви. - В кн.: Оценка качества и совершенствование ассортимента промышленных товаров народного потребления. М.: Центросоюз, 1979, с. 50-51. 3. Абрамович Б.Г., Картавцев В.Ф. Цветовые индикаторы температуры. - М.: Энергия, 1978. - 177 с. 4. Таблицы физических величин: Справочник / Под ред. И.К.Кикоина. - М.: Атомиздат, 1976. - 270 с.

УДК 685.312.14.03.620.169.1

В.К.Смелков, канд.техн.наук,
В.М.Кругляков (ВТИЛП)

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОБУВИ С ВЕРХОМ ИЗ СК-8

Одним из основных показателей эксплуатационных свойств обуви является устойчивость материала верха обуви к многократным изгибам.

Как показали исследования [1], прочность материалов после действия на них многократных изгибов и предварительной деформации уменьшается с увеличением количества циклов и величины деформации. Зная математическое выражение уменьшения прочности от количества циклов, можно прогнозировать устойчивость материалов для верха обуви к многократным изгибам.