

УДК 677.07.004.12

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН

В.В.ИСАЕВ, В.В.ИВЧЕНКО, О.В.УДАЧИН

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

На основании проведенного анализа существующих методов и приборов экспериментального определения теплофизических характеристик различных пористых материалов был выбран прибор ИТ- λ -400 (измеритель теплопроводности), рассчитанный на проведение теплофизических исследований в широком температурном

диапазоне (от -100 до +400°C) с высокой точностью как в лабораторных, так и в промышленных условиях.

В целях сравнения теплопроводности материалов различных структурных характеристик формируется банк данных значений $\lambda_{эф}$ (эффективного коэффициента теплопроводности).

Для формирования банка данных проведены эксперименты при разных температурах с большим количеством образцов различных тканей с разной поверхностной плотностью и пористостью, в число которых вошли хлопчатобумажная, шерстяная, вискозная, льняная, полиэстер, полиамид, терлон, ариamid и др.

Обработка полученных результатов выполнена на ПЭВМ с использованием программы Microsoft Excel.

Пример температурной зависимости коэффициента эффективной теплопроводности хлопчатобумажной ткани представлен на рис.1.

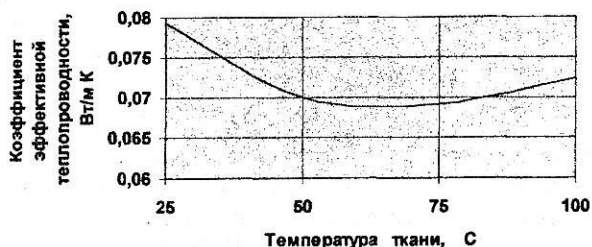


Рис.1

Следует отметить, что для всех исследованных образцов тканей зависимость $\lambda_{эф} = f(t)$ имеет аналогичный характер.

Обращает на себя внимание тот факт, что в диапазоне температур от 25 до 50°C происходит снижение $\lambda_{эф}$, хотя, как известно, для многих материалов коэффициент теплопроводности возрастает с повышением температуры и зависимость эту с достаточной для практики точностью можно принять линейной [1].

Этот факт можно объяснить тем, что текстильные материалы – это весьма гигроскопическая гетерогенная пористая структура, удерживающая определенное количество влаги, которая увеличивает коэффициент теплопроводности.

Очевидно, при превышении интервала температур 25...50°C значительное количество влаги из ткани испаряется и перестает оказывать влияние на коэффициент теплопроводности, а дальнейший рост температуры приводит к постепенному его возрастанию. Это подтверждается данными, приведенными в [2], согласно кото-

рым влияние влажности на коэффициент теплопроводности проявляется в границах от 25...50°C, что полностью согласуется с результатами наших экспериментов.

Сформированный банк данных значений $\lambda_{эф}$ для материалов с различными структурными характеристиками позволяет получить экспериментальную зависимость эффективного коэффициента теплопроводности от поверхностной плотности ткани.

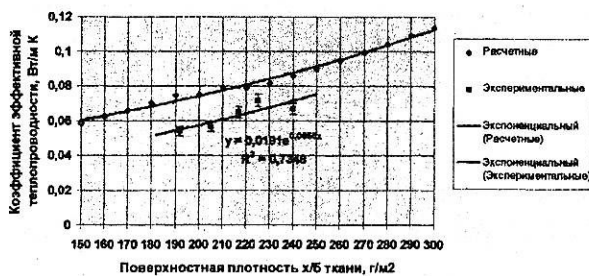


Рис. 2

На рис.2 представлен график зависимости $\lambda_{эф}$ от поверхностной плотности хлопчатобумажной ткани, построенный по экспериментальным данным, который удовлетворительно аппроксимируется следующим экспоненциальным уравнением:

$$y = 0,0191 \exp(0,0055x). \quad (1)$$

При этом степень достоверности аппроксимации $R^2 = 0,7348$.

Из графика на рис. 2 следует, что с увеличением плотности ткани ее теплопроводность возрастает, что естественно, так как сокращается величина пространства материала, заполненного воздухом, теплопроводность которого значительно ниже теплопроводности волокон.

Представляет интерес сравнение экспериментальных значений с теоретическими для той же ткани, вычисленными по аналитической формуле для расчета эффективной теплопроводности волокнистых материалов с упорядоченной структурой [3]:

$$\lambda_{\text{эф}} = \lambda_1 \left[m_2^2 \nu + (1 - m_2)^2 + 4\nu m_2 (1 - m_2) / (1 + \nu) \right], \quad (2)$$

где $\nu = \lambda_2/\lambda_1$; λ_1 – теплопроводность волокон; λ_2 – теплопроводность воздуха; m_2 – пористость ткани.

График зависимости теплопроводности от поверхностной плотности, рассчитанной по формуле (2) также приведен на рис.2.

Из анализа результатов, представленных на рис.2, следует, что характер кривых зависимостей как расчетных, так и экспериментальных значений коэффициентов эффективной теплопроводности от поверхностной плотности хлопчатобумажной ткани одинаков, однако имеется значительное расхождение расчетных и экспериментальных значений $\lambda_{\text{эф}}$, составляющее 25...30%.

ВЫВОДЫ

1. Исследовались теплопроводные свойства текстильных материалов при различных температурах, а также при варьировании их структурных характеристик. При этом осуществлялось формирование

банка данных теплопроводных свойств исследуемых материалов в виде программ электронных таблиц Microsoft Excel.

2. Получены температурная зависимость коэффициента эффективной теплопроводности для хлопчатобумажной ткани и эмпирические зависимости коэффициента эффективной теплопроводности испытуемых текстильных материалов при изменении их структурных характеристик. Это дает возможность создания текстильных материалов с заранее прогнозируемыми теплофизическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1975.
2. Колесников П.А. Теплозащитные свойства одежды. – М.: Легкая индустрия, 1965.
3. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. – Л.: Энергия, 1974.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 20.12.01.