

УДК 677.017.622:532.546.3

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КОЭФФИЦИЕНТА ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**EXPERIMENTAL DEFINITION OF THE COEFFICIENT
OF TEXTILE MATERIALS PENETRABILITY**

Н.М. ШАРПАР, Л.И. ЖМАКИН
N.M. SHARPAR, L.I. ZHMAKIN

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

Статья посвящена задачам исследования фильтрации воздуха в текстильных материалах. Рассчитанные значения согласуются с известными литературными данными.

The article is devoted to the research of air filtration in textile materials. Calculated values coordinate with the known literature data.

Ключевые слова: коэффициент фильтрации, теплозащитные свойства, поры, текстильный материал, теоретическая модель.

Keywords: a filtration coefficient, thermoproof properties, pores, a textile material, a theoretical model.

В настоящее время выпускается большой ассортимент нетканых материалов с широким спектром свойств для различных областей применения, в том числе и для защиты от внешних воздействий окружающей среды как тела человека, так и различных аппаратов и жилища. Современные технологии изготовления нетканых текстильных материалов дают возможность создавать новые материалы с заранее определенными свойствами. Материалы, используемые при изготовлении одежды, должны иметь высокие теплоизо-

ляционные качества, которые зависят не только от состава, технологии изготовления и структуры материалов, входящих в состав покрытия, но и от оптических и топологических свойств их поверхностей. Влияние воздухопроницаемости на свойства нетканых материалов представляет собой одну из актуальных задач проектирования новых материалов. Установление аналитических зависимостей, связывающих показатели этих свойств с определяющими их факторами, является акту-

альной задачей проектирования новых теплоизоляционных материалов.

Исследование процессов фильтрации воздуха через текстильные материалы важно для решения двух прикладных задач.

Первая из задач позволяет охарактеризовать эксплуатационные свойства текстильных материалов как составной части одежды. В зависимости от назначения текстильного материала к нему предъявляют различные требования в отношении фильтрации воздуха. Летние легкие текстильные материалы должны обладать большой проницаемостью для воздуха, а текстильные материалы для верхней зимней одежды – значительно меньше.

К текстильным материалам различного назначения предъявляются различные требования к воздухопроницаемости. Фильтрация воздуха в текстильных материалах зависит от наличия пор, которых у тонких, малоплотных и неаппретированных полотен больше, а у толстых, плотных, аппретированных полотен – меньше. Проникновение воздуха через полотно текстильного материала зависит от скорости движения человека или от скорости ветра.

Для обеспечения нормального тепло- и влагообмена в условиях повышенной температуры воздуха материалы должны обладать высокой воздухопроницаемостью, обеспечивающей вентиляцию под одежным пространством.

Для спецодежды, эксплуатируемой в условиях пониженных температур и при сильном ветре, нужно подбирать текстильные полотна, имеющие малую проницаемость воздуха (ветрозащиту).

Вторая задача связана с моделированием процесса сушки волокнистых текстильных материалов. В процессе сушки тела можно подразделить на две группы: 1) тонкие, 2) тела произвольной толщины.

В процессе сушки тонких тел число:

$$Bi = \frac{\alpha \delta}{\lambda},$$

где α – коэффициент теплоотдачи, δ – толщина образца, а λ – теплопроводность,

гораздо меньше единицы. Сушка происходит в мягком режиме и поля температур и влагосодержания однородны по толщине, что на поверхности, что внутри.

Методика расчета процесса сушки тонких материалов хорошо разработана.

В телах произвольной толщины парообразование может происходить не только на поверхности, но и внутри тела, в его порах. При этом давление внутри пор повышается. Повышение давления в порах приводит к возникновению перепада давления по глубине пористого тела, а следовательно, движения влажного воздуха внутри пор.

Экспериментальное определение коэффициента фильтрации текстильных материалов в направлении, перпендикулярном к ее поверхности, – сложная процедура. Она реализовалась во многих работах на различных приборах, сопоставление характеристик которых приведено в [1]. В данной работе создана установка для определения поперечной составляющей воздухопроницаемости. Схема этой экспериментальной установки показана на рис. 1.

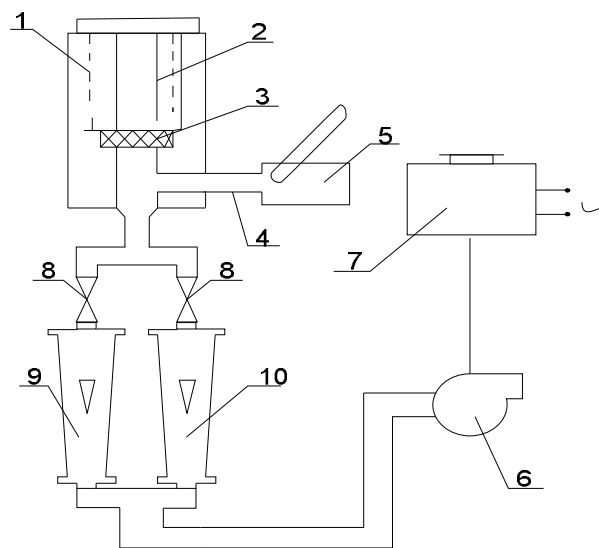


Рис. 1

Основным элементом установки является рабочий участок 1, представляющий собой цилиндрический сосуд, в котором расположен исследуемый образец 3. При помощи зажимных колец он держится на специально предусмотренном уступе и крепится прижимной гайкой 2. Для создания разрежения под образцом используется венти-

лятор 6; число оборотов вентилятора и величина разрежения регулируются лабораторным автотрансформатором 7. В нижнем торце рабочего участка 1 имеется отверстие, через которое он при помощи трубки 4 присоединяется к микроманометру 5.

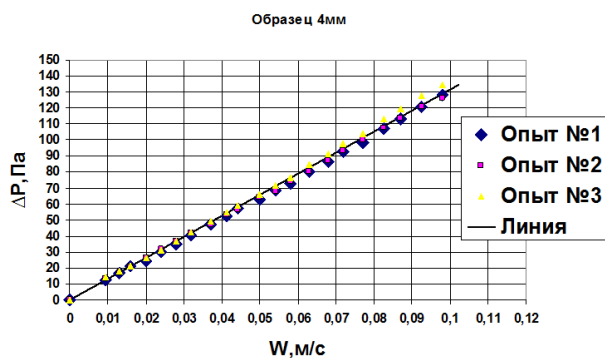


Рис. 2

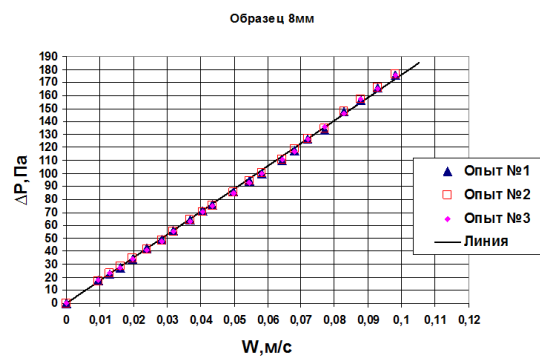


Рис. 3

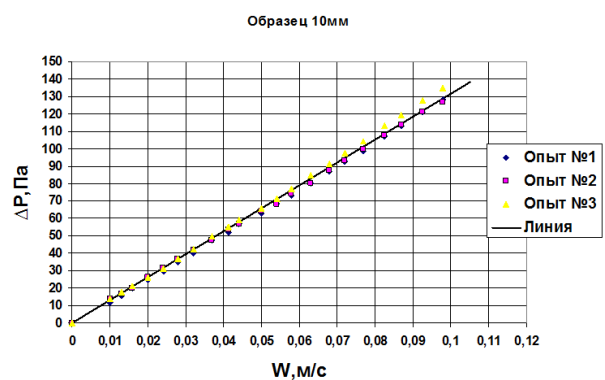


Рис. 4

В качестве примера на рис. 2, 3, 4 представлена зависимость перепада давления на текстильном материале (войлоке) Δp от скорости фильтрации W , определенной как объемный расход воздуха через единицу площади поверхности материала. Такое представление удобно тем, что позволяет более наглядно выявить границы линейного и нелинейного участков зависимости $\Delta p=f(W)$.

Для описания фильтрации воздуха в теплозащитной одежде [2] существенна именно линейная область этой зависимости. Верхние покровные слои имеют достаточно большую величину поверхностного заполнения, а для плотных тканей, как известно (см. напр., [3], и подтверждается нашими исследованиями), протяженность по величине Δp линейной области возрастает.

Экспериментальная установка работает в режиме просасывания воздуха через образец. В опытах производительность вентилятора регулируется по показаниям микроманометра 5.

На внутренних, менее плотных слоях, как показывают оценки для передней критической точки [4], срабатываются меньшие перепады давления. В линейной области фильтрация может быть описана законом Дарси. С учетом ортотропных характеристик текстильного материала этот закон можно представить в форме:

$$W_n = \frac{\dot{V}_n}{f}, \quad (1)$$

где \dot{V}_n – максимальный или минимальный объемный расход воздуха на всех испытаниях точечной пробы (показания ротаметра), л/мин; f – испытываемая площадь пробы образца, m^2 ; W – скорость фильтрации воздуха проходящего через исследуемый образец, м/с.

Поля давлений над и под тканью при прососе практически однородны, что позволяет представить уравнение (1) и легко найти поперечный коэффициент проницаемости по опытным данным:

$$K = \frac{W \mu \delta}{\Delta P}, \quad (2)$$

где W – скорость фильтрации воздуха, проходящего через исследуемый образец,

м/с; μ – динамическая вязкость воздуха;

δ – толщина образца, м.

В качестве примера приведем значения поперечной составляющей коэффициента проницаемости для тонкошерстного войлока толщиной 4 мм, полугрубошерстного 8 мм и более плотного грубошерстного войлока толщиной 10 мм, равные соответственно $4,001 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2$; $3,906 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2$ и $4,839 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2$.

ВЫВОДЫ

В работе описана экспериментальная установка для определения поперечного коэффициента проницаемости, причем она может быть использована и для изучения воздухопроницаемости в условиях ветра. Разработана методика определения продольной составляющей коэффициента проницаемости и найдены его экспериментальные значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гущина К.Г.* Эксплуатационные свойства тканей и современные методы их оценки. – М.: Ростехиздат, 1960.

2. *Бер Я., Заславски Д., Ирмей С.* Физико-математические основы фильтрации воды. – М.: «МИР», 1971.

3. *Сайденов Г.Б.* Методы расчета воздухопроницаемости тканей в зависимости от их строения: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1966.

4. *Корнюхин И.П., Бухарин В.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, № 4.

5. *Миронов С.А.* Исследование воздухопроницаемости и теплообмена в слое волокон в зависимости от ориентации для прогнозирования теплотехнических характеристик текстильных материалов: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

6. *Корнюхин И.П., Корнюхина Т.А.* Методы рассеяния света в исследованиях волокнистых структур. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.

Рекомендована кафедрой промышленной теплоэнергетики. Поступила 27.11.12.