

Цель. Разработать методику и провести определение коэффициента теплопроводности и теплового сопротивления новых композиционных материалов.

Методика. Была разработана методика определения теплофизических свойств для текстильных композиционных материалов.

Результаты. По разработанной методике проведено определение термических характеристик новых композиционных текстильных материалов.

Научная новизна. Впервые с использованием установки ИТ-7С проводилось исследование теплофизических свойств для текстильных композиционных материалов.

Практическая значимость. Сравнительный анализ полученных данных позволяет определить многослойные композиционные материалы с лучшими теплозащитными свойствами.

Ключевые слова: коэффициент теплопроводности, тепловое сопротивление, текстильные композиционные материалы.

DETERMINATION OF THERMAL RESISTANCE OF NEW COMPOSITE TEXTILE MATERIALS WITH THE USE OF EQUIPMENT IT-7C

VASILENKO V.M., SUPRUN N.P.

Kyiv National University of Technologies and Design

VOROBYOV L.J., BUROVA Z.A.

National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Engineering Thermophysics

Purpose. To develop a methodology for determination of coefficients of the thermal conductivity and thermal resistance of new composite textile materials.

Methodology. Was developed a method of determination of thermal properties of textile composite materials.

Findings. On the base of developed methodology were determined the thermal characteristics of new composite textile materials.

Originality. Firstly with the use of the equipment IT 7C was research thermo physical properties of textile composite materials.

Practical value. The comparative analysis of obtained data allows to choose the multilayered composite material with the best thermal properties.

Keywords: thermal conductivity, heat resistance, composite textile materials.

УДК687.174

СТРУМІНСЬКА Т.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета. Розробка методу визначення комплексних теплофізичних властивостей текстильних матеріалів є важливою задачею, вирішення якої надає можливість приймати обґрунтовані рішення при проектуванні захисного одягу та прогнозувати їх властивості.

Методика. Використано метод аналітичних розрахунків математичної моделі по визначенню коефіцієнту теплопровідності матеріалів, теплового опору та математичний метод визначення теплоємності текстильних матеріалів.

Результат. Розроблено пристрій визначення коефіцієнта теплопровідності матеріалів з використанням еталонного зразка.

Наукова новизна. Досліджено взаємозв'язки між основними теплофізичними характеристиками текстильних матеріалів, отримано рівняння визначення коефіцієнта теплопровідності та теплоємності текстильних матеріалів.

Практична значимість. Запропоновано метод визначення термічного опору та коефіцієнта теплопровідності матеріалів, експериментальний прилад для дослідження комплексу теплофізичних властивостей текстильних матеріалів.

Ключові слова: теплофізичні властивості текстильні матеріали, термічний опір, коефіцієнт теплопровідності, експериментальний прилад.

Вступ. Обмеженість глибокого теоретичного підґрунтя для підвищення точності вимірювань теплофізичних показників матеріалів є суттєвою перешкодою при проектуванні вдосконаленого захисного одягу з прогнозованими властивостями.

Постановка завдання. Удосконалення чи розробка нових методів та створення пристроїв для комплексного визначення теплофізичних показників матеріалів є шляхом покращення захисних властивостей захисного одягу.

Результати дослідження. Існують певні взаємозв'язки між основними теплофізичними характеристиками текстильних матеріалів та, зважаючи на особливості можливостей вимірювань різних теплофізичних величин, для кожного випадку необхідна своя методика експериментальних досліджень [1].

Деякі теплофізичні властивості матеріалів визначаються показниками, такими як термічний опір, теплопровідність (коефіцієнт теплопровідності), від яких залежать градієнти усталених температур в шарах пакету матеріалів в стаціонарному режимі. Перепад температури на межах двох шарів в усталеному режимі прямо пропорційний їх тепловим опорам, тому визначення коефіцієнта теплопровідності матеріалу при відомій його товщині зводиться до визначення перепадів температури в сталому режимі на двох шарах матеріалів, коефіцієнт теплопровідності одного з яких відомий. Для цього можна використати простий метод, пояснення якого зображено на рис.1.

Враховуючи вищезазначене по відношенню до перепаду температур в усталеному режимі можна записати:

$$\frac{T_L - T_K}{T_K - T_{II}} = \frac{R_e}{R_m}, \quad (1)$$

де R_e – відомий тепловий опір еталонного матеріалу; R_m – тепловий опір досліджуваного матеріалу.

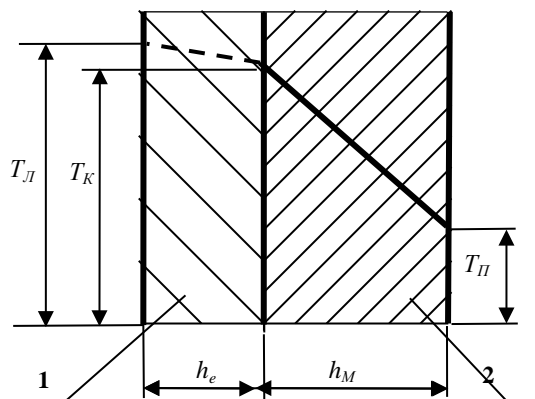


Рис. 1. Розподіл температури в усталеному режимі в пакеті матеріалів з різними тепловими опорам

де T_L – температура лівих граничних умов; T_{II} – температура правих граничних умов; T_K – температура контактної площини матеріалів з різними тепловими властивостями; h_e – товщина еталонного зразка; h_m – товщина шару досліджуваного матеріалу; 1 – зразок еталону; 2 – пакет досліджуваного матеріалу.

Приймаючи до уваги, що коефіцієнт теплопровідності λ_e та тепловий опір R_e еталонного матеріалу з товщиною h_e пов'язані між собою зворотно-пропорційною залежністю, формула для визначення теплового опору приймає вигляд:

$$R_M = \frac{h_e}{\lambda_e} \frac{T_K - T_{II}}{T_{II} - T_K} = \frac{h_e \cdot \Delta T_M}{\lambda_e \cdot \Delta T_e}, \quad (2)$$

де ΔT_M , ΔT_e – градієнти температур у сталому режимі між поверхнями матеріалу, що досліджується, і еталонного матеріалу відповідно.

Враховуючи (1), (2), коефіцієнт теплопровідності матеріалу, що досліджується, розраховується по формулі:

$$\lambda_M = \lambda_e \frac{h_M \cdot \Delta T_e}{h_e \cdot \Delta T_M}, \quad (3)$$

де λ_e – коефіцієнт теплопровідності еталонного матеріалу; λ_M – коефіцієнт теплопровідності досліджуваного матеріалу.

Визначивши коефіцієнти теплопровідності та враховуючи вже відомі значення коефіцієнтів температуропровідності матеріалу, неважко розрахувати об'ємну теплоємність матеріалу пакету C_v .

$$C_v = \frac{\lambda_M}{a_M} = \lambda_e \frac{b \cdot \Delta T_e}{a_M \cdot a \cdot \Delta T_M}. \quad (4)$$

Таким чином, експериментальне визначення теплоємності тканини може здійснюватись поетапно в пакеті двох різних матеріалів з відомими геометричними розмірами, коефіцієнт теплопровідності одного з яких відомий.

При визначенні теплового опору, теплопровідності, коефіцієнта теплопровідності та питомої об'ємної теплоємності використовується шар еталонного матеріалу з відомими теплофізичними характеристиками у сукупності з пакетом матеріалу, що досліджується. Дослідження проводяться в усталеному режимі, значення температур в окремих шарах пакету фіксується після закінчення перехідного процесу. По перепаду температур між окремими шарами двох матеріалів з різними теплофізичними властивостями при відомих властивостях одного з них розраховуються зазначені теплові характеристики по відповідних формулах. Чисельні прилади визначення теплофізичних властивостей матеріалів попри певні переваги мають вагомні недоліки. Вимірювання інколи відбувається на морально застарілих спеціалізованих приладах в стаціонарному тепловому режимі (коефіцієнт теплопровідності) або в нестационарному режимі (коефіцієнт температуропровідності) не враховуючи значну інерційність засобів вимірювань, яка сумірна з інерційністю об'єкта досліджень; іноді з-за недосконалості обраного методу використовують спрощення і необґрунтовані припущення, в результаті чого виникають значні похибки, що приводять до неправомірних висновків.

Експериментальне визначення теплофізичних характеристик теплоізоляційних матеріалів може здійснюватись поетапно, послідовність експериментальних досліджень обумовлена порядком визначення основних теплофізичних характеристик матеріалів [2]. Перший етап проводиться у динамічному режимі, при якому визначається коефіцієнт температуропровідності. Другий етап проводиться у стаціонарному режимі, при якому визначаються коефіцієнт теплопровідності, і такі важливі показники, як тепловий опір і питома теплоємність. Тому для визначення комплексних теплофізичних показників пакету тканини розроблено прилад, в якому практично реалізовано теоретичний метод вимірювання [3].

На рисунку 2 представлено функціональну схему експериментального приладу розробленого для експериментальних досліджень комплексних теплофізичних властивостей пакету теплоізоляційних матеріалів.

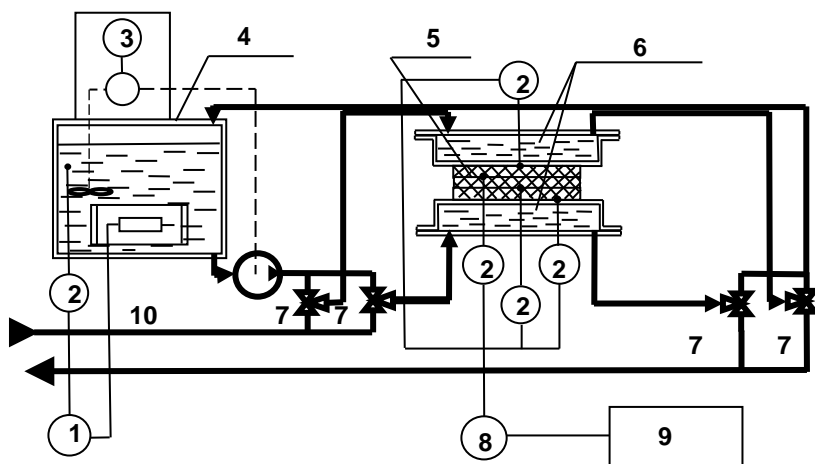


Рис.2. Функціональна схема експериментального приладу

1 – регулятор температури термостата; 2 – термоелектричний перетворювач;
3 – пульт керування термостатом; 4 – термостат; 5 – зразки тканин; 6 – ємності теплообмінника; 7 – гідравлічні вентиля; 8 – чотирих каналний модуль; 9 – персональний комп'ютер (порт USB); 10 – холодний теплоносій.

До складу теплообмінного блоку входять: термостат та теплообмінник, який має дві проточні ємності.

Термостат призначений для стабілізації температури теплоносія та забезпечення його циркуляції через ємності теплообмінника. Ємність термостата заповнена рідинним теплоносієм (водою), температура якого регулюється за допомогою електронного регулятора. Оскільки термостат сам по собі є об'єктом з розподіленими параметрами, то для покращення якості регулювання температури теплоносія в ньому вбудований перемішувач, що певним чином наближає його до категорії об'єктів з зосередженими параметрами. Термостабілізований теплоносій циркулює через одну, або обидві (в залежності від необхідності), з'єднані між собою за допомогою гнучких шлангів ємності теплообмінника, між якими знаходиться пакет матеріалу, що досліджується.

Теплообмінник є основним вузлом приладу, тому що саме в ньому відбуваються процеси теплопередачі, які дозволяють по їх характеру встановлювати важливі теплофізичні властивості матеріалів. Теплообмінник складається з двох проточних циліндричних ємностей. Теплообмінник оснащено чотирма гідравлічними кранами, завдяки яким забезпечуються різні варіанти пропускання гарячого і холодного теплоносіїв через верхню і нижню ємності, що робить прилад універсальним, придатним до визначення різних теплофізичних властивостей як в динамічному, так і в стаціонарному режимах.

Електровимірювальний блок складається з чотирьох сенсорів температури, чотирьох каналного модуля аналогового вводу інформації та ПЕОМ (ноутбука).

Висновки. Запропонований метод та розроблений пристрій визначення теплопровідності матеріалів з використанням еталонного зразка можна вважати надійним і універсальним, оскільки має ряд суттєвих переваг, які полягають насамперед в тому що завдяки використанню сучасних засобів мікропроцесорної та обчислювальної техніки можна визначити цілий комплекс теплофізичних характеристик текстильних матеріалів з високою точністю, для чого не потребує додаткових пристроїв, що значно економить час та енерговитрати.

Список використаної літератури

1. Аверин Ю.Ф. Исследование влияния переменных тепловых воздействий на время защитного действия теплозащитного костюма / Ю.Ф. Аверин, В.И.Логинов, А.К. Некрасов, К.Н.Агафонов // Проблемы повышения эффективности пожарной техники: Сб.научных трудов – М.: ИНИИПО МВД СССР, 1988. – С.104-109

2. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. М.: Мир, 1984. – 610 с.

3. Струмінська Т.В. Розробка захисних рукавиць від впливів високотемпературного середовища. Автореферат к.т.н. – К.:КНУТД, 2013. – 21с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

СТРУМИНСКАЯ Т.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка метода определения комплексных теплофизических свойств текстильных материалов является важной задачей, решение которой позволяет принимать обоснованные решения при проектировании защитной одежды, а так же прогнозировать ее свойства.

Методика. Использован метод аналитических расчетов математической модели по определению коэффициента теплопроводности материалов, теплового сопротивления и математический метод определения теплоемкости текстильных материалов.

Результаты. Разработано устройство для определения коэффициента теплопроводности текстильных материалов с использованием эталонного образца.

Научная новизна. Исследованы взаимосвязи основных теплофизических характеристик текстильных материалов, получено уравнение для определения коэффициента теплопроводности и теплоемкости текстильных материалов.

Практическая значимость. Предложен метод определения термического сопротивления и коэффициента теплопроводности материалов, экспериментальный прибор для исследования комплекса теплофизических свойств текстильных материалов.

Ключевые слова. Теплофизические свойства текстильных материалов, тепловое сопротивление, коэффициент теплопроводности, экспериментальная установка.

RESEARCH OF COMPLEX THERMAL PROPERTIES METHODS OF TEXTILE MATERIALS

STRUMINSKA T.V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Development of method of determination of complex thermal properties of textile materials is an important task the decision of which allows to accept the grounded decisions at planning of protective clothing, and similarly to forecast its properties.

Methodology. The method of analytical calculations of mathematical model is used on determination of coefficient of heat conductivity of materials, thermal resistance and mathematical method of determination of heat capacity of textile materials.

Findings. A device for determination of coefficient of heat conductivity of textile materials is with the use of standard sample.

Originality. Investigated the intercommunications of basic thermal properties of textile materials are investigational, the equation for determination of coefficient of thermal conductivity and heat capacity of textile materials is got.

Practical value. The method for determination of thermal resistance and thermal conductivity of the materials, the experimental setup for the study of complex thermal physical properties of textile materials.

Keywords. Thermal properties of textile materials, thermal resistance, of coefficient of thermal conductivity, the experimental setup.