

$$\overline{\beta'_{11}} = \overline{\beta_{11}} \left[1 + 0,03 \left(\frac{S_{B2}}{S_{B1}} - \frac{S_{B1}}{S_{B2}} \right) \right] \quad (18)$$

Анализируя полученную формулу, можно отметить, что во внешнем слое пряжи, состоящей из волокон с близкими свойствами, содержание волокон преобладающего компонента оказывается несколько выше, чем содержание волокон второго компонента.

ВЫВОДЫ:

Разработана модель, позволяющая рассчитывать наиболее вероятное распределение волокон по сечению двухкомпонентной пряжи с учетом различий в их свойствах.

Определены факторы, влияющие на миграцию волокон в процессе кручения.

Установлено, что разработанная модель может быть использована для прогнозирования состава внешнего слоя меланжевой пряжи, а также для обоснования выбора компонентов с целью получения стабильной структуры двухкомпонентной пряжи.

Список использованных источников

1. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей: монография / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.

SUMMARY

The new model of different fibres migration is developed. This model allows to expect the most probable fibres distribution on cross-section of a yarn in view of distinctions in fibres properties. The factors influencing migration of fibres in twisting are determined. It is established, that the developed model can be used for forecasting structure of an external layer of color-blended yarn and also for a substantiation of choice of components for producing two-component yarn with stable structure.

УДК 677.074: (677.017.56:536.495)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОГНЕТЕРМОСТОЙКОЙ ТКАНИ

С.С. Алахова, В.И. Ольшанский, А.И. Ольшанский

В процессе ликвидации чрезвычайных ситуаций или возможных причин их возникновения организм человека необходимо защищать от воздействия теплового потока, обусловленного как лучеиспусканием, конвективным теплопереносом среды, так и теплопроводностью материалов одежды. Основным средством защиты человека в экстремальных ситуациях является спецодежды. К такой одежде предъявляются требования, оговоренные в специальной нормативной документации. Обеспечение заданных требований на должном уровне решается путем применения огнестойких волокон и нитей и на их основе – огнестойких тканей.

С учетом промышленной базы Республики Беларусь на кафедре ПНХВ совместно с НИЦ Витебского областного управления МЧС разработана новая огнестойкая техническая ткань. Проведенные исследования полученной ткани показали достаточно высокие ее физико-механические и теплофизические показатели, соответствующие лучшим мировым аналогам.

Одним из основных показателей теплофизических свойств, характеризующим устойчивость материала к воздействию теплового потока и высоких температур является коэффициент теплопроводности материала. Для традиционных, ранее разработанных материалов значение этого коэффициента приводится в справочных таблицах. Для новых материалов, полученных из различных видов неоднородных нитей, свойства которых изучены недостаточно, необходимы исследования, направленные на определение основных теплофизических характеристик, что позволит проектировать рациональную конструкцию спецодежды.

Для определения коэффициента теплопроводности нового вида огнестойкого материала, рассмотрим процесс прохождения тепла от горячего теплоносителя через материал в окружающую среду. Перенос тепла от источника через разделяющую стенку (материал) представляет собой сложный процесс.

Для математического выражения этого процесса воспользуемся двумя основными законами распространения тепла – законом Фурье и законом Ньютона – Рихмана.

Процесс переноса тепла на границе с поверхностью ткани может быть выражен законом Фурье [1]:

$$\delta Q = -\lambda \cdot dA \cdot \text{grad}t \cdot dt \quad (1)$$

где δQ – элементарное количество теплоты, (Вт); dA – элементарная площадка, расположенная на изотермической поверхности, (м^2); dt – промежуток времени, (с); $\text{grad}t$ – градиент температуры, (К/м); λ – коэффициент теплопроводности, (Вт/мК).

Минус в правой части показывает, что в направлении теплового потока температура убывает и $\text{grad}t$ является величиной отрицательной.

С другой стороны, это же количество тепла можно выразить уравнением Ньютона – Рихмана [1]

$$\delta Q = \alpha \cdot dA \cdot (t_{ж} - t_{ст}) \quad (2)$$

где $t_{ж}$ – температура жидкости или газа, ($^{\circ}\text{C}$); $t_{ст}$ – температура поверхности стенки, ($^{\circ}\text{C}$); α – коэффициент теплоотдачи, ($\text{Вт}/\text{м}^2\text{K}$).

Коэффициент теплоотдачи характеризует интенсивность теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой. Коэффициент теплоотдачи является функцией физических параметров среды, характера движения жидкости (газа), формы и размера тела.

Приравнивая уравнение (1) и (2) получим:

$$\alpha = -\left(\frac{\lambda}{\Delta t}\right) \cdot \left(\frac{\partial t}{\partial n}\right)_{n=0} \quad (3)$$

Дифференциальное уравнение (3) описывает процесс теплообмена на поверхности твердого тела.

Рассмотрим процесс теплопередачи через плоскую стенку. Этот процесс складывается из трех звеньев (рис.1).

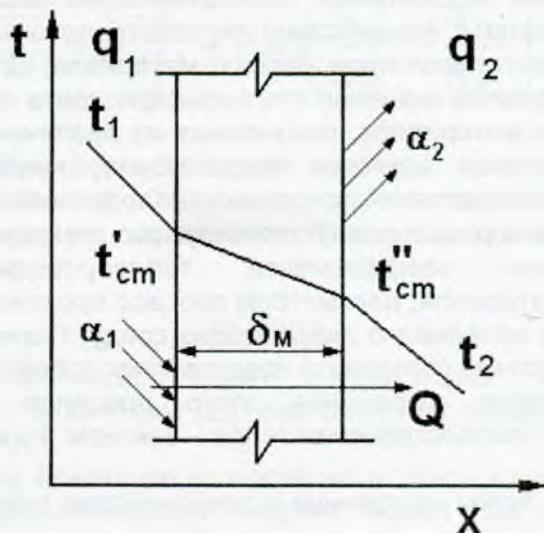


Рисунок 1 - Процесс теплопередачи через плоскую стенку

Первое звено – перенос теплоты конвекцией от горячего теплоносителя с температурой t_1 к стенке с температурой поверхности t'_{cm} . Второе звено – перенос теплоты теплопроводностью через стенку от температуры t'_{cm} к температуре t''_{cm} . Третье звено – перенос теплоты конвекцией от второй поверхности стенки с температурой t''_{cm} к холодному теплоносителю с температурой t_2 .

Количество теплоты, переданное горячим теплоносителем стенке путем конвективного теплообмена, определяется по уравнению Ньютона – Рихмана:

$$Q = \alpha_1 A \cdot (t_1 - t'_{cm1}) \quad (4)$$

Тепловой поток, переданный теплопроводностью через плоскую стенку, описывается уравнением:

$$Q = - \frac{\lambda_m}{\delta_m} (t'_{cm} - t''_{cm}) \quad (5)$$

где λ_m – коэффициент теплопроводности материала, (Вт/мК); δ_m – толщина материала, (м).

Тепловой поток, переданный от второй поверхности стенки к холодному теплоносителю, определяется как:

$$Q = \alpha_2 A (t''_{cm} - t_2) \quad (6)$$

Решая совместно уравнения (4), (5), (6), получим, через плотность теплового потока q , следующее уравнение теплопередачи через плоскую стенку:

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (7)$$

В уравнение (7) величина

$$\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_2}} = K \quad (8)$$

называется коэффициентом теплопередачи. Тогда уравнение (7) удобно записать в виде:

$$q = \kappa \cdot (t_1 - t_2) \quad (9)$$

Для решения различных задач теплопередачи через плоскую стенку в уравнениях свободной конвекции необходимо определить коэффициенты α_1 и α_2 по дифференциальному уравнению (3). Коэффициент теплоотдачи α , в общем случае, определяется экспериментально с помощью критерия Нуссельта [1]:

$$N_u = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda_{\text{возд}}} \quad (10)$$

где $l = h$ - определяющий размер (высота камеры сушильной установки, диаметр трубы, и т.д.)

При свободном движении теплового потока, т.е. когда вынужденная конвекция отсутствует, число Нуссельта (N_u), характеризующее интенсивность теплообмена на границе твердое тело – жидкость (газ), определяется как:

$$N_u = f(Gr, Pr) \quad (11)$$

где Gr – критерий Гросгофа, являющийся мерой отношения подъемной силы, возникающей вследствие разности плотностей жидкости (газа) к силе вязкого трения

$$Gr = \frac{\beta \cdot g \cdot h^3 \cdot \Delta t}{\nu^2} \quad (12)$$

Pr – критерий Прандтля, характеризующий механизм и способность распространения теплоты в жидкости (газе)

$$Pr = \frac{\gamma}{a} \quad (13)$$

Где γ - кинематический коэффициент вязкости воздуха, ($\text{м}^2/\text{с}$); a - коэффициент температуропроводности, ($\text{м}^2/\text{с}$)

Для воздуха можно принять $Pr = 0.71$ [2]

Тогда уравнение (11), применительно к вертикальной стене и воздуху, примет вид [2]:

$$N_u = 0,46 Gr^{0,25} \quad (14)$$

Исходя из уравнений (10) и (11) получим следующее выражение:

$$\frac{\alpha_1 \cdot l}{\lambda_{\text{возд}}} = 0,46 \left(\frac{\beta \cdot g \cdot l^3 \Delta t}{\nu^2} \right)^{0,25} \quad (15)$$

Где β - коэффициент объемного расширения, который равен

$$\beta = \frac{1}{t_{\text{излуч}}} = \frac{1}{800} \text{ (}^\circ\text{C)}; g - \text{ускорение свободного падения, } g = 9.81 \text{ (м/с}^2\text{); } h = l$$

- определяющий размер, равный 0,07 (м); Δt - разность температур между

излучателем и средой ($^\circ\text{C}$); $\Delta t = t_{\text{излуч}} - t_1$; γ - кинематический

коэффициент вязкости воздуха, $\gamma = 134,8 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2 / \text{с})$; при $t_{\text{излуч}} = 800$ ($^{\circ}\text{C}$); $\lambda_{\text{возд}}$ - коэффициент теплопроводности воздуха, $\lambda_{\text{возд}} = 7,18 \cdot 10^{-2}$ (Вт/м град), при $t_{\text{излуч}} = 800$ ($^{\circ}\text{C}$).

Тогда из уравнения (15) получим:

$$\alpha_1 = 0,46 \left(\frac{\beta \cdot g \cdot h^3 \cdot \Delta t}{\gamma^2} \right)^{0,25} \cdot \frac{\lambda_{\text{возд}}}{h} \quad (16)$$

Уравнение (9) для системы: излучатель – среда ($t_{\text{излуч}} - t_1$), запишется:

$$q = \alpha_1 \cdot \Delta t, \text{ или } q = 0,46 \cdot \left(\frac{\beta \cdot g \cdot h^3 \cdot \Delta t}{\gamma^2} \right)^{0,25} \frac{\lambda_{\text{возд}}}{h} \cdot \Delta t \quad (17)$$

Из уравнения (17) определяем Δt с помощью программного математического пакета MAPLE 6. Рассчитываем t_1 как разность $t_{\text{излуч}}$ и Δt . Для исследуемого материала, который рассматривается как однородная плоская стенка, уравнение (7) примет вид:

$$q_1 - q_2 = \frac{(t_1 - t_2) \cdot \lambda_m}{\delta_m} \quad (18)$$

где q_1 – входящий тепловой поток, (Вт); q_2 – тепловой поток, на внутренней поверхности материала, (Вт); t_1 – температура на внешней стороне материала, ($^{\circ}\text{C}$); t_2 – температура на внутренней стороне материала, ($^{\circ}\text{C}$).

Из уравнения (18) определяем коэффициент теплопроводности нового огнетермостойкого материала по формуле:

$$\lambda_m = \frac{(q_1 - q_2) \cdot \delta_m}{t_1 - t_2}, (\text{Вт} / \text{м} \cdot \text{К}); \quad (19)$$

Коэффициент теплопроводности нового огнетермостойкого материала составил 0,0173 (Вт/мК)

Для апробации предлагаемой методики аналогичные исследования проводились на уже известной ткани из пряжи «арселон». Сравнение полученных данных показало высокую сходимость результатов. Нормативный коэффициент теплопроводности для ткани из пряжи «арселон» составляет 0,042 Вт/мК. Коэффициент теплопроводности для этой ткани, рассчитанный по предлагаемой методике – 0,0398 Вт/мК. Относительная погрешность составила 5%.

ВЫВОДЫ

1. Разработана научно-обоснованная методика определения коэффициента теплопроводности текстильных материалов, сочетающая в себе теоретические и экспериментальные исследования.
2. Установлено, что предлагаемая методика дает высокую сходимость результатов определения коэффициента теплопроводности, как одной из основных теплофизических характеристик, для различных видов материалов.
3. Предложенная методика позволяет оперативно определять коэффициент теплопроводности как существующих, так и вновь разработанных материалов.

Список используемых источников

1. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача : учебное пособие для неэлектрических специальностей вузов. – Москва : Высшая школа, 1975. – 496 с.

SUMMARY

The methods of determination of textile materials heat-conductivity coefficient, which are based on application of similarity criteria in the conditions of free convective heat transfer and include theoretical and experimental investigations, are presented in the given article. The offered methods allow efficient determination of textile materials heat-conductivity coefficient.

УДК.677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОЛИЭФИРНО-ВИСКОЗНОЙ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННОЙ НИТИ

Е.М. Лобацкая, Г.В. Казарновская

Решение проблемы совершенствования ассортимента шелковых тканей, которые бы пользовались спросом, требует разработки и внедрения в производство новых видов химических нитей и волокон, их модификации, а так же разработки новых видов комбинированных нитей, обладающих набором специфических свойств, характерных для разных видов сырья.

Набор свойств тканей во многом определяется свойствами и структурой нитей основы и утка, используемых для их выработки.

Для расширения ассортимента на ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей», было предложено использовать в основе портьерных тканей традиционные комплексные вискозные нити, а в утке - пневмотекстурированные комбинированные полиэфирно-вискозные нити.

С этой целью на модернизированной машине ПТМ – 225 были наработаны двухкомпонентные полиэфирно-вискозные комбинированные нити на базовом аэродинамическом устройстве [1] и устройстве с усовершенствованной транспортирующей камерой. Для использования в производстве декоративных тканей полученные нити предлагается перерабатывать как одиночными, так и в два сложения с круткой 200 кручений на метр в направлении S для выравнивания физико-механических характеристик по длине.

В результате были наработаны четыре варианта пневмотекстурированных нитей:

Вариант 1, вариант 3 - ПТ нити, полученные на базовом аэродинамическом устройстве одиночная и крученая, соответственно;

Вариант 2, вариант 4 - ПТ нити, полученные на аэродинамическом устройстве с усовершенствованной транспортирующей камерой одиночная и крученая соответственно.

Так как двухкомпонентные пневмотекстурированные нити, полученные на АУ с усовершенствованной ТК, ранее не перерабатывались в текстильной промышленности, то с целью изучения и прогнозирования их пригодности для выработки декоративных тканей и сравнения с базовым вариантом были проведены углубленные исследования их структуры и физико-механических свойств.

При проведении исследований структуры и свойств полиэфирно-вискозных пневмотекстурированных нитей использованы как стандартные общепринятые методики, так и специальные, применяемые для испытания эффектных нитей.

При исследовании нитей были проведены испытания:

- разрывной нагрузки,
- разрывного удлинения,
- линейной плотности,
- размеров поперечного сечения нитей,