

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время на рынке тканей много новых многослойных материалов с различными свойствами. При выборе текстильных материалов для конкретных целей следует руководствоваться комплексной оценкой всех свойств согласно его назначению, технологией изготовления и пр. В некоторых случаях необходимо оценивать теплофизические характеристики материалов.

Основными теплофизическими показателями являются: коэффициент теплопроводности и температуропроводности.

Согласно предположению Фурье, количество теплоты dQ , проходящее через элемент изотермической поверхности dS за промежуток времени df , прямо пропорционально градиенту температуры, т. е.

$$dQ = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} dS d\tau$$

где λ – коэффициент пропорциональности, именуемый коэффициентом теплопроводности;

dn – приращение длины распространения градиента температуры, направленного по нормали к изотермическим поверхностям.

Если принять градиент температуры и скорость теплового потока величиной постоянной, то можно записать:

$$\frac{Q}{S\tau} = \lambda \frac{T_1 - T_2}{x_2 - x_1}$$

где x_1, x_2 – приращение длины распространения градиента температуры по нормали.

Таким образом, коэффициент теплопроводности равен количеству тепла, протекающего в единицу времени через единицу поверхности, при перепаде температуры на единицу длины нормали, равном одному градусу (Вт/м·град).

Общий принцип измерения коэффициента теплопроводности со-

стоит в определении теплового потока Q , проходящего через опытный образец заданных размеров, и перепада температур $T_1 - T_2$ на обеих его изотермических поверхностях

$$\lambda = \frac{Q}{T_1 - T_2} K$$

где K – Коэффициент формы исследуемого материала.

Коэффициент температуропроводности a является основным тепловым параметром для процессов теплопроводности при неустановившемся во времени режиме. В этом случае наряду с коэффициентом теплопроводности на распределение температуры в теле существенное влияние оказывают удельная теплоемкость и плотность, которые связаны между собой соотношением

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}$$

где c – удельная теплоемкость, Дж/(кг·К);

ρ – плотность тела, кг/м³;

Весь процесс нагревания можно разделить на три стадии.

Первая стадия неупорядоченного режима характеризуется тем, что здесь большую роль играет начальное распределение температуры. Всякая неравномерность в начальном распределении отражается на распределении температуры в следующие моменты времени.

Вторая стадия называется регулярным режимом. Зависимость изменения температуры во времени описывается простой экспонентой. Распределение температуры внутри тела не зависит от начального распределения.

Третья стадия соответствует стационарному состоянию, при котором температура во всех точках тела равна температуре окружающей среды.

Теория теплопроводности на второй стадии процесса позволяет построить методики исследования как для отдельных тепловых свойств, так и для их комплексов. Решения для второй стадии теплопроводности имеют различный вид в зависимости от вида граничных условий. Граничные условия характеризуют различные условия нагревания. При нагревании тела в условиях постоянной температуры среды ($t_c = \text{const}$) зависимость температурного поля описывается уравнением:

$$\vartheta = AUe^{\frac{-a\varepsilon_n^2 \tau}{l^2}} = AUe^{-m\tau}$$

A_n – постоянная, определяемая из начальных условий;

U – функция координат;

m – темп охлаждения.

В координатах $\ln(t-t_c)=f(\tau)$ функция описывается прямой линией (рисунок 1). Такой режим нагревания (охлаждения) носит название регулярного режима *первого рода*.

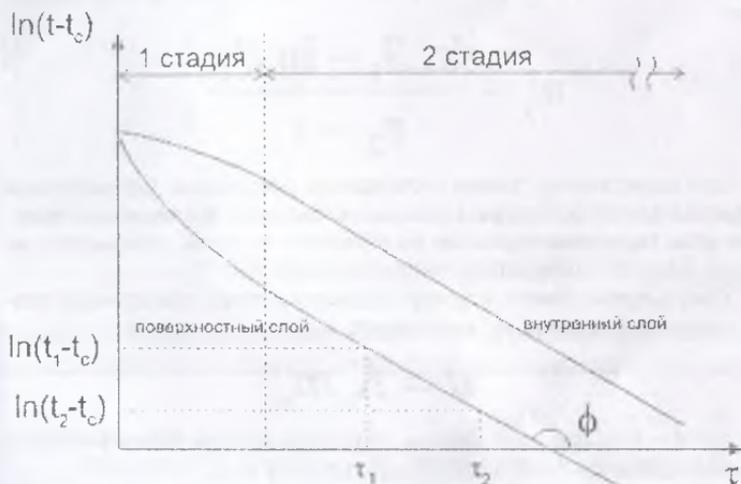


Рисунок 1 – Стадии регулярного режима

На рисунке 1 приведены графики величин $\ln(t-t_c)$ как функции - для поверхности и центра тела. Из рисунка видно, что в стадии регулярного режима эти графики имеют вид прямой. Если в начальный момент времени температура во всех точках одинакова и равна T_0 , то кривые должны исходить из одной точки.

Регуляризация кинетики нагревания тела происходит не только по температурным полям, но и по потокам тепла. Поэтому нет необходимости различать регулярные режимы нагревания первого и второго родов. Следовательно, скорость нагревания тела - прямо пропорциональна разности между температурой среды и средней температурой тела.

Относительная скорость изменения температуры при переходе от одной точки тела к другой остается постоянной. Поэтому если закон регулярного режима графически представить в логарифмических координатах относительной температуры, то изменение температуры со временем для различных точек тела выразится системой параллельных линий:

$$\ln \mathcal{G} = \ln(AU) - m$$

Темп охлаждения характеризует угловой коэффициент этих параллельных линий, что позволяет получить следующую зависимость для практического способа определения величины темпа охлаждения:

$$m = \frac{\ln \mathcal{G}_1 - \ln \mathcal{G}_2}{\tau_2 - \tau_1}$$

Для определения темпа охлаждения достаточно ограничиться заделкой одной термопары в произвольном месте исследуемого тела. При этом тарировка термомпар не обязательна, если зависимость их термо-э.д.с. от температуры является линейной.

Коэффициент температуропроводности плохих проводников тепла можно определить из выражения:

$$a = K m_{\infty}$$

где K — коэффициент формы, характеризующий геометрическую форму и размеры тела.

Определить границу завершения второй стадии регулярного режима непосредственно невозможно, однако, учитывая что на второй стадии закон изменения температуры должен описываться экспоненциально, можно в заданном диапазоне и с конечным числом температурных значений путем перебора найти экспоненциальную модель, которая имела бы минимальное отклонение от опытных данных и по ней рассчитать требуемый показатель.

Предпочтение должно отдаваться моделям, построенным с наименьшим значением дисперсии S . Из анализа дисперсий можно задать границу начала температурного режима второго рода.

На рисунке 2 представлены расчетные значения отклонений экспоненциальных моделей от опытных данных для трехслойного

пакета текстильных материалов. Начиная с 19 диапазона отклонения минимальны. Диапазоны выборок непосредственно связаны с конкретными значениями температур и временами нагревания (охлаждения). Поэтому данные, находящиеся за пределами данного диапазона могут использоваться для расчета коэффициента температуропроводности.

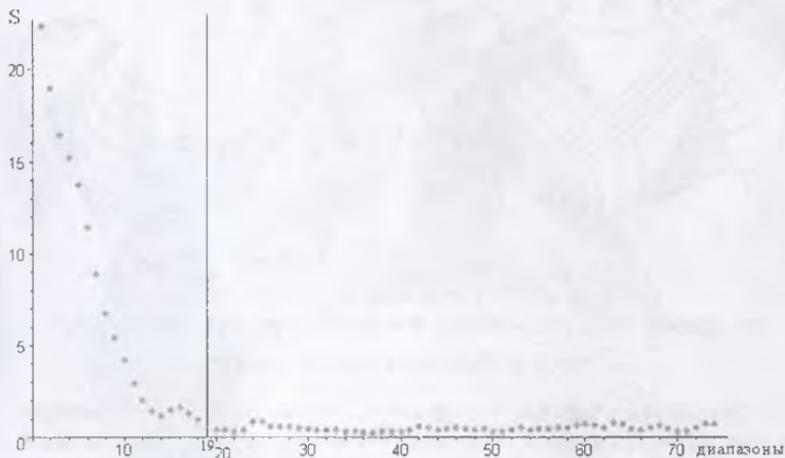


Рисунок 2 – Величины отклонений моделей от опытных данных

Тхорева И.М., Воронов А.М., Шелепова Н.Л., Романчук О.М.

РАСЧЕТ УСИЛИЙ ОБОЛОЧКИ НА СЕРДЦЕ

Механическая деятельность сердца представляет из себя согласованный процесс, неразрывно связанный с конструктивными особенностями камер сердца и свойствам миокарда. В сердце, как в сплошной механической среде, развитие патологического процесса приводит к структурной и функциональной перестройке, прежде всего желудочков сердца [1]. Структурная перестройка занимает продолжительное время и сопровождается реорганизацией конструктивных особенностей камер сердца – увеличением объема, изменением формы и толщины стенки. Нарушение морфологии желудочков