



УДК 536.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ ПЛОСКОГО СЛОЯ**Миронова Анастасия Дмитриевна**

студентка

научный руководитель: **Медяков Андрей Андреевич**

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола

Аннотация: Испытана экспериментальная установка для исследования коэффициентов теплопроводности методом плоского слоя. Приведено описание экспериментальной установки. На экспериментальной установке исследован коэффициент теплопроводности фторопласта для установившегося процесса теплообмена. Проведена статистическая обработка результатов экспериментальных исследований.

Ключевые слова: теплопроводность, коэффициент теплопроводности, метод плоского слоя, тепловой поток, плоская и цилиндрическая стенки, градиент температуры.

Цель: Ознакомить читателей с методом измерения теплопроводности на примере фторопласта.

Введение: Сущность реализованного метода определения теплопроводности, получившего название метода плоского слоя, состоит в том, что исследуемый материал выполняется в форме пластины цилиндрической формы и помещается между нагревательным элементом и холодильником.

Установка ТП-001 выполнена с двумя исследуемыми образцами и двумя холодильниками. Исследуемые образцы - одинаковые фторопластовые пластины диаметром 140 мм и толщиной 5 мм. Электрический нагреватель цилиндрической формы с таким же диаметром изготовлен из латуни. В металлический холодильник, выполненный в форме цилиндра с диаметром, равным диаметру образца, подается холодная вода из водопровода.

В рабочем элементе установки создается направленный перпендикулярно образцам тепловой поток. Для уменьшения потерь теплоты в окружающую среду боковая поверхность рабочего элемента установки покрыта теплоизоляцией. При обработке результатов тепловые потери приняты равными 15% от теплового потока.

Напряжение, подаваемое на нагревательный элемент, регулируется при помощи автотрансформатора. Мощность тока определяется по показаниям вольтметра и амперметра. Задаваемые в опытах значения силы тока приведены в табл.1.

Для измерения градиента температуры в исследуемом образце используется комплект, состоящий из трёх термоэлектрических термометров (термопар), переключателя точек



измерения и вторичного прибора. Средняя температура нагреваемой поверхности образца определяется как среднее арифметическое температур в центре и с краю нагреваемой поверхности.

$$t_n = \frac{t_2 + t_3}{2}, ^\circ\text{C},$$

где t_2, t_3 - температуры нагреваемой поверхности образца. Температура охлаждаемой поверхности t_x принимается равной t_6 .

Средняя температура образца

Температура охлаждаемой поверхности измеряется одной термопарой, установленной в центре образца. В качестве вторичного прибора применяется микропроцессорный измеритель ТРМ1 класса точности 0,5.

Поскольку тепловой поток от нагревательного элемента равномерно распределяется в две противоположные стороны, то при расчёте коэффициента теплопроводности необходимо использовать половину полного теплового потока.

Тепловой поток через исследуемый образец

$$Q = U \cdot \frac{I}{2}, \text{ Вт.}$$

Тепловые потери в окружающую среду принимаются равными 15% теплового потока Q .

Коэффициент формы образца

$$\varphi = \frac{\delta}{\frac{\pi d^2}{4}}, \quad \frac{1}{\text{м}}.$$

Коэффициент теплопроводности с учетом тепловых потерь вычисляется на основании выражения закона Фурье, записанного для плоского слоя.

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (T_1 - T_2) \cdot F,$$

где F - площадь боковой поверхности исследуемого образца.

Коэффициент теплопроводности исследуемого образца

$$\lambda = \frac{\left(\frac{U \cdot I}{2} - Q_n\right) \cdot \varphi}{t_n - t_x}, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

Таблица 1. Результаты измерений и расчетов

№	Наименование параметра	Обозн.	Размерн.	Значение параметров в опытах				
				№1	№2	№3	№4	№5



1	Диаметр образца	d	м	0,14				
2	Толщина образца	δ	м	0,005				
3	Сила тока	I	A	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
4	Напряжение	U	B	49,3	51,9	56,8	68,8	69,8
5	Температура	t_2	°C	47	53,4	61,1	67,5	77,8
6	Температура	t_3	°C	46,6	52,9	60,4	67,6	77,3
7	Средняя температура нагреваемой поверхности	t_n	°C	46,8	53,1	60,7	67,5	77,5
8	Температура охлаждаемой поверхности	$t_x = t_6$	°C	10,4	11,0	11,8	12,3	12,9
9	Средняя температура образца	t_{cp}	°C	28,6	32,0	36,2	39,9	45,2
10	Тепловой поток	Q	Вт	25,8	31,1	36,9	48,2	52,3
11	Поправка на теплотери	$Q_{п}$	Вт	3,9	4,7	5,5	7,2	7,8
12	Коэффициент формы	φ	m^{-1}	0,32				
13	Коэффициент теплопроводности	λ	Вт/(м*К)	0,20	0,20	0,21	0,24	0,22
14	Ср. коэффициент теплопроводности	λ_{cp}	Вт/(м*К)	0,21				

Вывод: Рассчитаны средние температуры нагреваемой поверхности, средние температуры образца, тепловой поток, поправка на теплотери, коэффициент формы, коэффициент теплопроводности. Результаты экспериментальных исследований коэффициента теплопроводности фторопласта показали, что они ($\lambda \approx 0,21$ Вт/(м*К)) отличаются (в меньшую сторону) от табличных значений ($(\lambda \approx 0,25$ Вт/(м*К)).

Список литературы:

1. Теплопередача [Текст]: лаб. практикум / В. А. Хлебников, А. В. Маряшев. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 79 с.
2. Тепломассообмен [Текст]: [учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Теплоэнергетика"] / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. - [Изд. перераб. и доп.]. - Москва: Изд. дом МЭИ, 2011. – 558с.
3. Теория тепломассообмена [Текст]: учебник для студ-ов машиностроит. спец. техн. ун-тов и вузов / [С.И.Исаев, И.А.Кожин, В.И.Кофанов и др.]; Под ред.А.И.Леонтьева. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. - 683 с.
4. Физика работы ПТФЭ-ФОРУМ®. Часть 3. Что такое ПТФЭ? // DRIVE2.RU URL: <https://www.drive2.ru/o/b/502877586955698703/#:~:text=..> (дата обращения: 24.11.2021).