

**Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан**

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Факультет Инженерного сервиса

Ю.К.Рашидов

**Кафедра: «Проектирование, строительство и эксплуатация
инженерных коммуникаций»**

**Методические указания для проведения лабораторных работ
по предмету: Тепломассообмен**

Ташкент 2008 г.

Лабораторная работа № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЦИЛИНДРА

Целью работы является углубление знаний по теории теплопроводности и экспериментальное определение одним из методов коэффициента теплопроводности изоляционных материалов.

В результате работы должны быть усвоены:

- 1) физическая сущность процесса теплопроводности;
- 2) содержание закона Фурье и его приложение к телам простой геометрической формы;
- 3) понятие о коэффициенте теплопроводности и одном из методов его определения.

К выполнению лабораторной работы разрешается приступить после предварительной проработки следующей литературы:

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С., Теплопередача. Гл. 1 § 2.2 М.: Энергия, 1975.
2. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. Гл. 1 § 2-4 М.: Энергия 1979.

Продолжительность лабораторного занятия - 4 часа.

I. ЗАДАНИЕ

1. Найти значение коэффициента теплопроводности исследуемого материала при различных температурах.
2. Составить отчет по выполненной работе.

II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Явление теплопроводности представляет собой процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении частиц тела или отдельных тел, имеющих различные температуры. Теплопроводность обусловлена движением микрочастиц вещества.

По закону Фурье тепловой поток dQ , проходящий через элемент изотермической поверхности dF , за время $d\tau$, пропорционален градиенту температуры

$$dQ = -\lambda dt/dn dF d\tau \quad (1)$$

Проинтегрировав это уравнение для цилиндрического слоя, получим:

$$Q = \frac{2\pi\lambda\ell(t_1 - t_2)}{\ln d_2 / d_1} \quad (2)$$

где ℓ - длина цилиндрического слоя, м; d_1 и d_2 - внутренний и наружный диаметры цилиндрического слоя, м; t_1 и t_2 - среднеарифметические температуры

внутреннего и наружного слоя изоляции;

Q - количества тепла, которое проходит в единицу времени, Вт;

λ - коэффициент теплопроводности изоляционных материалов, Вт/мК. Для различных веществ коэффициент теплопроводности различен и для каждого из них зависит от структуры, объемного веса, влажности, давления и температуры.

III. ОПИСАНИЕ ОПЫТНОЙ УСТАНОВКИ

Установка (рис.4.1) состоит из трубы 1 длиной $l = 1,49$ м, цилиндрического слоя изоляции внутренним диаметром $d=34$ мм наружным $d_2=60$ мм. Внутри трубы заложен электрический нагреватель 6. Сила тока регулируется лабораторным трансформатором 2, а расходуемая мощность определяется по показаниям вольтметра и амперметра. Температуры исследуемого материала измеряются шестью медь-константовыми термопарами, горячие спаи которых заложены на внутренней и наружной поверхностях изоляционного слоя, по 3 в каждом слое.

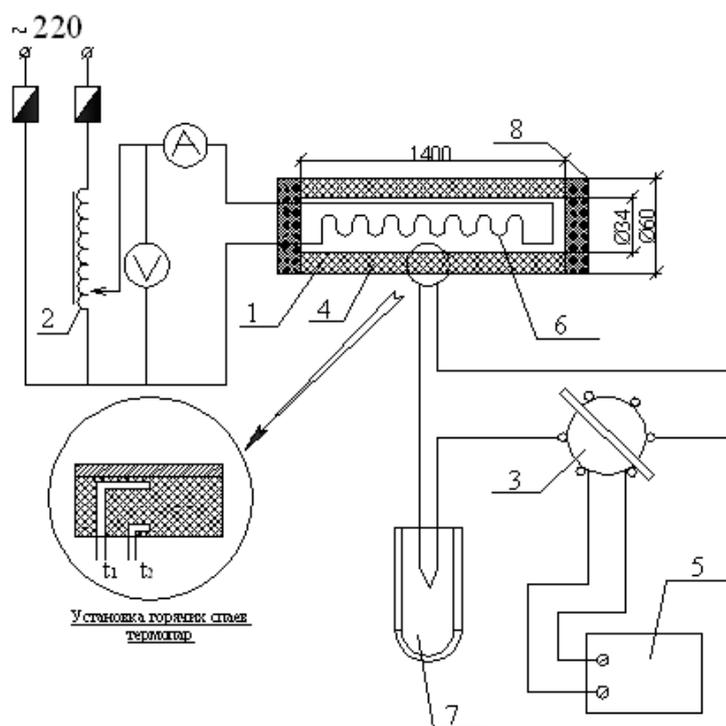


Рис.4.1

Холодные спаи термопар помещены в сосуд с тающим льдом 7. Термопары через переключатель 3 подсоединяют к потенциометру 5. Для пересчета термо-ЭДС, измеряемой потенциометром, в градусы приводится приложение 2.

Для достижения одномерного теплового потока длина трубы взята значительно больше, чем ее диаметр, торцы трубы защищены тепловой изоляцией 8 и электрический нагреватель равномерно распределен по длине трубы.

Таблица 4.1

Запись наблюдений и результатов опытов.

N режима	N замера	\mathfrak{I}_1 А	Δt В	Q Вт	t_1						t_1 $^{\circ}\text{C}$	t_2						t_2 $^{\circ}\text{C}$	Δt $^{\circ}\text{C}$	λ Вт м К
					t_1^I		t_1^{II}		t_1^{III}			t_2^I		t_2^{II}		t_2^{III}				
					МВ	$^{\circ}\text{C}$	МВ	$^{\circ}\text{C}$	МВ	$^{\circ}\text{C}$		МВ	$^{\circ}\text{C}$	МВ	$^{\circ}\text{C}$	МВ	$^{\circ}\text{C}$			
	1. 2. 3.																			
	Средний																			
	1. 2. 3.																			
	Средний																			
	1. 2. 3.																			
	Средний																			
	1. 2. 3.																			
	Средний																			

Таблица 4.2

Градуировочная таблица мед - константовых термопар.

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54
4	1,58	1,62	1,66	1,70	1,74	1,78	1,81	1,85	1,89	1,93
50	1,97	2,01	2,05	2,09	2,13	2,17	2,22	2,27	2,32	2,36
60	2,41	2,46	2,51	2,56	2,61	2,66	2,71	2,76	2,80	2,85
70	2,90	2,95	2,00	3,05	3,10	3,14	3,19	3,24	3,29	3,34
80	3,39	3,44	3,49	3,54	3,58	3,63	3,68	3,73	3,78	3,83
90	3,88	3,93	3,97	4,02	4,07	4,12	4,17	4,22	4,26	4,31
100	4,36	4,41	4,46	4,51	4,56	4,60	4,65	4,70	4,75	4,80
110	4,85	4,90	4,94	4,99	5,04	5,09	5,14	5,19	5,23	5,28
120	5,33	5,38	5,43	5,48	5,52	5,57	5,62	5,67	5,72	5,77

IV. ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТОВ И ОБРАБОТКА ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

После изучения описания и ознакомления с опытной установкой необходимо заготовить форму табл. 2 для записи наблюдений, проверить правильность включения измерительных приборов и наличие льда в сосуде с холодными спаями терморпар. После проверки схемы преподавателем можно включить установку и приступить к проведению опытов. Через каждые 10-15 мин. производить запись в таблицу всех показаний измерительных приборов до наступления установившегося теплового состояния системы. Следующий опыт производится при другом температурном режиме: для этого нужно изменить силу тока, питающего нагреватель.

Включение и выключение электрического питания, равно как и изменения режима работы установки, производится в присутствии преподавателя. Для обработки результатов нужно использовать лишь данные, полученные при установившемся тепловом состоянии системы. Обычно берут средние значения последних трех записей. Коэффициент теплопроводности исследуемого материала вычисляется из уравнения (2):

$$\lambda = \frac{Qlnd_2 / d_1}{2\pi l(t_1 - t_2)}, \quad \text{Вт/м К. (3)}$$

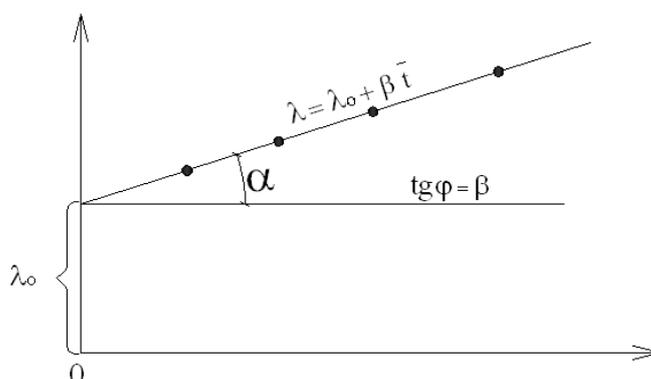
Количество тепла Q определяется по мощности, потребляемой электрическим нагревателем:

$$Q = I \Delta U, \quad \text{Вт, (4)}$$

где I - сила тока в нагревателе, А;

ΔU - падение напряжения в нагревателе; W . Значение коэффициента теплопроводности относят к средней температуре исследуемого материала

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2}, \quad ^\circ\text{C} \quad (5)$$



Получив значение λ при трех-четырех температурах, необходимо построить график зависимости коэффициента теплопроводности от средней температуры исследуемого материала (рис.2). Известно, что прямая зависимости коэффициента теплопроводности изоляционных материалов описывается уравнением

$$\lambda = \lambda_0 + \nu t, \quad \text{Вт/мК} . \quad (6)$$

Из построенного графика необходимо определить λ_0 - коэффициент теплопроводности исследуемого материала при 0°C и коэффициент ν .

V. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Отчет по работе должен содержать:

- 1) краткое описание работы;
- 2) принципиальную схему установки;
- 3) таблицу записей показаний измерительных приборов и результатов их обработки;
- 4) график зависимости коэффициента теплопроводности от температуры и найденные значения λ_0 и ν .