

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Институт энергетики
Кафедра теплоэнергетики

Допускаю к защите
Руководитель _____ Ощепков В.В.

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № 1
по курсу «Тепломассообмен»
Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом
цилиндрического слоя

Выполнил студент группы ПТЭб-17-1 _____ Трофимова М.А.
Шифр Подпись Фамилия И. О.

Проверил _____ Ощепков В.В.
Подпись Фамилия И. О.

Иркутск 2019г.

Цель работы: расширение знаний по теории теплопроводности при определении коэффициента теплопроводности материала методом стационарного режима и получение навыков проведения экспериментальных работ.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме [1,2].
2. Определить значения коэффициента теплопроводности материала при различных тепловых условиях.
3. Найти зависимость коэффициента теплопроводности материала от температуры.
4. Составить отчет по выполненной лабораторной работе.

Схема установки с обозначениями:

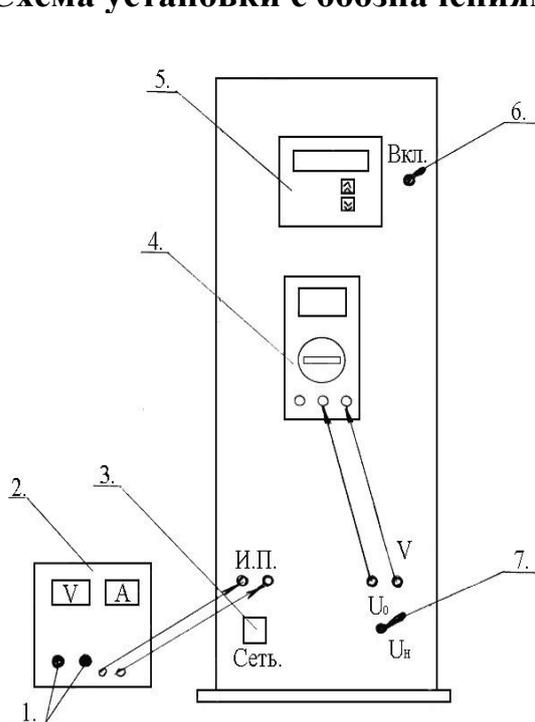


Рисунок 1.1 – Схема экспериментальной установки.

1 – регулировочные ручки, 2 – источник питания, 3 – выключатель электросети, 5 – измеритель температуры УКТ-38, 6 – выключатель УКТ-38, 7 – переключатель измерений напряжения на образцовом сопротивлении U_0 и на нагревателе U_n .

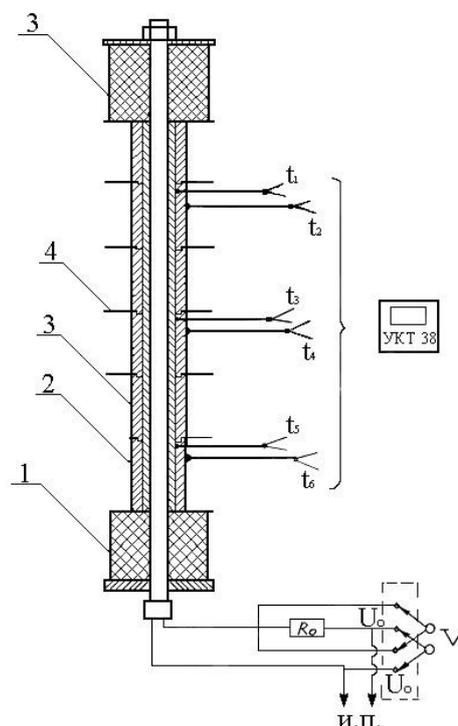


Рисунок 1.2 – Принципиальная схема рабочего участка.

1 – нагреватель, 2 – медная термостатирующая труба, 3 – исследуемые образцы, 4 – разделительные пластины, 5 – теплоизолирующие втулки из пенопласта.

Расчётные формулы:

Усредненная температура внутренней поверхности изоляционного слоя определяется по формуле:

$$t_{c1} = \frac{(t_1 + t_3 + t_5)}{3}.$$

Усредненная температура внешней поверхности изоляционного слоя определяется по формуле:

$$t_{c2} = \frac{(t_2 + t_4 + t_6)}{3}.$$

Тепловой поток через цилиндрическую поверхность в единицу времени можно определить по формуле:

$$Q = \frac{U_n U_0}{R_0} = I U_n,$$

где I – сила тока, проходящего через нагреватель; U_n – напряжение на нагревателе; U_0 – напряжение на образцовом сопротивлении; t_i – температура внутренней или внешней поверхности в трех сечениях цилиндрического слоя.

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln(d_2/d_1)}{2\pi(t_{c1} - t_{c2})L}$$

- теплопроводность исследуемого материала, $Вт/(м \cdot К)$.

d_1, d_2 – внутренний и наружный диаметры цилиндрического слоя м;

L – длина изоляционного слоя (длина трубы), м.

$$t = \frac{t_{c1} + t_{c2}}{2}$$

- средняя температура, °С.

Таблицы измерений:

Длина рабочего участка: $L = 0,36$ м

Внутренний диаметр образца: $d_1 = 0,024$ м

Внешний диаметр образца: $d_2 = 0,036$ м

Величина образцового сопротивления: $R_0 = 1$ Ом.

Таблица 1-Таблица результатов измерений

Режим	Время, мин	U_n , В	U_0 , В	I, А	Температура, °С							
					Внутренняя поверхность				Внешняя поверхность			
					t_1	t_3	t_5	t_{c1}	t_2	t_4	t_6	t_{c2}
1	0	20,6	0,4	0,4	42,5	41,4	42,6	42,2	40,1	38,8	40,4	39,8
	5				42,8	41,3	42,9	42,3	40,4	39,0	40,7	40,03
	10				43,1	42,0	43,3	42,8	40,6	39,3	41,0	40,3
2	0	30,4	0,6	0,6	29,7	30,3	30,4	30,1	27,6	27,8	27,9	27,8
	10				36,3	36,8	36,8	36,6	33,7	33,7	34,0	33,8
	20				42,5	42,3	42,6	42,5	39,1	38,5	39,5	39,03

	30				46, 7	46,4	46, 6	46,6	42, 8	42, 1	43, 0	42,6
	40				50	49,5	49, 7	49,7	45, 8	45, 0	45, 7	45,5
	50				52, 8	52,4	52, 3	52,5	48, 5	47, 7	47, 9	48,0
	60				55, 1	54,7	54, 5	54,8	50, 6	49, 8	49, 9	50,1

Таблица 2- таблица расчетов

Режим	Q	t _{c1}	t _{c2}	t	λ
1	8,24	42,4	40,0	41,2	0.615
2	18,24	44,7	40,9	42,8	0.861

Вычисления:

Режим №1

$$Q = \frac{20,6 \cdot 0,4}{1} = 8,24 \text{ Вт}$$

$$I = \frac{U_0}{R_0} = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ А}$$

$$t = \frac{t_{c1} + t_{c2}}{2} = \frac{42,4 + 40,0}{2} = 41,2^\circ\text{C}$$

$$\lambda = \frac{8,24 \cdot \ln \frac{0,036}{0,024}}{2 \cdot \pi \cdot (42,4 - 40,0) \cdot 0,36} = 0,615 \text{ Вт/мК}$$

Режим №2

$$Q = \frac{30,4 \cdot 0,6}{1} = 18,24 \text{ Вт}$$

$$I = \frac{U_0}{R_0} = \frac{0,6}{1} = 0,6 \text{ А}$$

$$t = \frac{t_{c1} + t_{c2}}{2} = \frac{44,7 + 40,9}{2} = 42,8^\circ\text{C}$$

$$\lambda = \frac{18,24 \cdot \ln \frac{0,036}{0,024}}{2 \cdot \pi \cdot (44,7 - 40,9) \cdot 0,36} = 0,861 \text{ Вт/мК}$$

Вывод:

Был проведён опыт по лабораторной работе №1 «Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя» целью, которой являлось расширение знаний по теории теплопроводности при определении коэффициента теплопроводности материала методом стационарного режима и получение навыков проведения экспериментальных работ. Я определил значения коэффициента теплопроводности материала при различных тепловых условиях, где при режиме №1 $\lambda = 0,615 \text{ Вт/мК}$, а при режиме №2 $\lambda = 0,861 \text{ Вт/мК}$ – это

обуславливается тем, что при высокой температуре коэффициент теплопроводности больше.

Установлено, что λ возрастает при повышении t . Экспериментальные значения превышают табличные данные.