

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский Горный Университет»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №17

ПО ФИЗИКЕ

**НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГАЗА
МЕТОДОМ НАГРЕТОЙ НИТИ**

Автор: студент группы

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О)

ПРОВЕРИЛ: доцент

(должность)

(подпись)

Прошкин С.С.

(Ф.И.О)

Санкт-Петербург

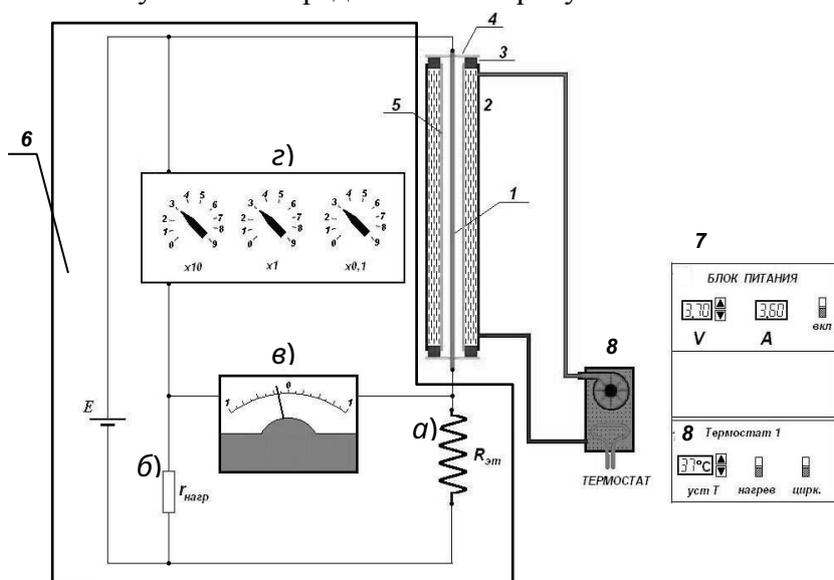
2019

Цель работы: определить коэффициент теплопроводности воздуха при атмосферном давлении и разных температурах по теплоотдаче нагреваемой током нити в цилиндрическом сосуде.

Явление, изучаемое в работе: теплообмен и теплопередача

Экспериментальная установка.

Схема установки представлена на рисунке ниже:



Проволока 5 натянута между упорами 3-4 внутри трубки 2. Трубка имеет двойные стенки, между которыми циркулирует вода с заданной температурой. Температура стенок трубки поддерживается термостатом 8, который управляется с пульта 8 – управления термостата. Нить нагревается электрическим током, ее температура определяется по изменению электрического сопротивления. Нить 5

включена в схему измерительного моста Уитстона (6), состоящего из магазина сопротивлений (б), гальванометра (з), нагрузочного (б) и эталонного сопротивлений (а). Параметры моста подобраны таким образом, что при балансе моста сопротивление магазина сопротивлений в 10 раз больше сопротивления нити. Вся схема подключена к источнику питания E, параметры которого задаются с пульта 7.

Технические характеристики установки:

- диаметр проволоки (1) 0,1 мм;
- внутренний диаметр цилиндра (5) 8 мм;
- длина проволоки (1) 0,5 м;
- материал проволоки вольфрам;
- коэффициент температурного сопротивления $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$
- величина $R_{эт}$ 3,5 Ом;
- величина r_n 35 Ом.

Основные расчетные формулы:

$$T_r - T_R = \frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot \chi} \cdot \ln \frac{r_y}{r} \Rightarrow \chi = \frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot (T_r - T_R)} \cdot \ln \frac{r_y}{r}$$

$I = \frac{U}{R}$ -закон Ома для участка цепи

$$Q = R \cdot \left(\frac{10}{11} \cdot I \right)^2$$

$$T_r = T_{окр} + \frac{R - R_0}{R_0 \cdot \alpha}$$

$$T_{CP} = \frac{T_r + T_R}{2}$$

Исходные данные:

- $U = 1\text{В}$
- $T = T_R = 20^\circ\text{C} = 293\text{К}$
- $R_0 = 42\ \text{Ом}$
- $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\ \text{град}^{-1}$
-

Формулы погрешности косвенных измерений

$$\chi = \sqrt{\left(\frac{\partial \chi^{\square}}{\partial I^{\square}} * I^{\square} \right)^2 + \left(\frac{\partial \chi^{\square}}{\partial R^{\square}} * R^{\square} \right)^2 + \left(\frac{\partial \chi^{\square}}{\partial T_R^{\square}} * T^{\square} \right)^2}$$

Таблицы с расчетами:

Таблица №1

Физ. величина	T_R	U	I	R
Ед. измерений	<i>K</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>Ом</i>
Номер опыта				
1	293	1	0,15	38,8
2		3	0,42	43,5
3		5	0,64	51,5
4		7	0,8	61,4
5		9	0,92	72,1

Таблица №2

Физ. величина	T_R	U	I	R	Q	T_f	T_{cp}	χ
Ед. измерений	$^{\circ}C$	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>Ом</i>	<i>Bm</i>	<i>K</i>	<i>K</i>	$\frac{Bm}{M \cdot K}$
Номер опыта								
1	20	1	0,15	38,8	0,72	276,44	284,72	-0,061
		3	0,42	43,5	6,34	300,76	296,88	0,114
		5	0,64	51,5	17,43	342,17	317,59	0,494
		7	0,8	61,4	32,48	393,41	343,21	0,451
		9	0,92	72,1	50,43	448,8	370,9	0,451
		11	1,03	83	72,77	505,22	399,11	0,478
		13	1,11	93,8	95,51	561,12	427,06	0,497
2	40	1	0,14	41,5	0,67	290,41	301,71	-0,041
		3	0,41	46,4	6,45	315,77	314,39	0,325
		5	0,62	54,1	17,19	355,63	334,32	0,562
		7	0,78	63,6	31,98	404,8	358,9	0,486
		9	0,91	73,9	50,58	458,11	385,56	0,486
		11	1,01	84,6	71,32	513,5	413,25	0,496
		13	1,1	95,2	95,2	568,36	440,68	0,52
3	60	1	0,14	42,3	0,69	294,55	313,78	-0,025
		3	0,4	47	6,21	318,88	325,94	-0,613
		5	0,61	55,3	17,01	361,84	347,42	0,823
		7	0,77	64,7	31,7	410,49	371,75	0,571
		9	0,9	75,1	50,27	464,33	398,67	0,534
		11	1	85,7	70,83	519,19	426,1	0,531
		13	1,09	96,3	94,56	574,06	453,53	0,547
4	80	1	0,14	45,2	0,73	309,56	331,28	-0,023
		3	0,39	49,8	6,26	333,57	333,57	-0,449
		5	0,59	57,5	16,54	373,23	373,23	0,114
		7	0,76	66,8	31,89	421,36	421,36	0,651
		9	0,88	76,9	49,22	473,64	473,64	0,569

		11	0,99	87,3	70,71	527,47	527,47	0,565
		13	1,08	97,7	94,18	581,3	581,3	0,575

Примеры вычислений

$$Q = R \cdot \left(\frac{10}{11} \cdot I \right)^2 = 84,6 * \left(\frac{10}{11} * 1,01 \right) = 71,32 \text{ (Вт)}$$

$$T_r = T_{окр} + \frac{R - R_0}{R_0 \cdot \alpha} = 293 + \frac{84,6 - 42}{42 * 4,6 * 10^{-3}} = 513,5 \text{ (К)}$$

$$T_{CP} = \frac{T_r + T_R}{2} = \frac{51,5 + 293}{2} = 413,25 \text{ (К)}$$

$$\chi = \frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot (T_r - T_R)} \cdot \ln \frac{r_в}{r}$$

$$\chi = \frac{71,32}{2 * 3,14 * 0,5 * (513,5 - 293)} * \ln \left(\frac{0,004}{0,00005} \right) = 0,496 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{град}} \right)$$

$$\chi = \sqrt{\left(\frac{\partial \chi}{\partial I} * I \right)^2 + \left(\frac{\partial \chi}{\partial R} * R \right)^2 + \left(\frac{\partial \chi}{\partial T_R} * T \right)^2} = \sqrt{(1,58 * 10^{-1})^2 + (2,99 * 10^{-1})^2 + (8,15 * 10^{-1})^2} = 0,004$$

$$\varepsilon = \frac{\chi}{\bar{\chi}} * 100\% = \frac{0,004}{0,496} * 100\% = 0,8\%$$

Экспериментальные данные	Теоретические данные
$\bar{\chi} = 0,4960,004 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{град}} \right)$	$\chi = 0,5 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{град}} \right)$

Окончательный результат: $0,4960,004 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{град}} \right)$

Вывод: проведя эксперименты, мы определили коэффициент теплопроводности газа. И судя по маленькой погрешности, результат оказался близок к теоретическому значению