

**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 № 3

ТЕПЛООТДАЧИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТРУБЫ ПРИ СВОБОДНОМ ДВИЖЕНИИ ВОЗДУХА

I. НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ

Задачей работы является закрепление знаний по теории теплоотдачи при свободном движении жидкости и получение навыков в проведении экспериментов.

В результате работы должен быть изучен конвективный теплообмен при свободном движении жидкости в большом объеме, а также получена зависимость коэффициента теплоотдачи от температурного напора.

К лабораторной работе следует приступить после проработки литературы:

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Гл.Х. М.: Энергия, 1981.

2. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. М.: Энергия, 1979.

Длительность работы -4 ч.

II. ЗАДАНИЕ

1. Определить значение среднего коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободном движении воздуха и установить его зависимость от температурного напора.

2. Обработать результаты опытов и представить их в обобщенном критериальном виде.

III. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Свободным называется движение жидкости, обусловленное разностью плотностей нагретых и холодных частиц.

В случае нагретой трубы, помещенной в воздухе, последний нагревается и плотность его уменьшается. В результате нагретые частицы воздуха поднимаются вверх, а на их место поступают холодные частицы.

Количество переносимого тепла будет тем больше, чем больше скорость движения воздуха, а она будет тем больше чем больше температурный напор между стенкой и окружающей средой. Следовательно, теплоотдача, в первую очередь, определяется разностью температур стенки и окружающей среды. Кроме того, интенсивность теплоотдачи зависит также от физических свойств среды, от формы, положения поверхности и ряда других факторов.

Коэффициент теплоотдачи определяется из закона Ньютона -Рихмана:

После проверки схемы преподавателем можно приступить к проведению опыта. Все измерения производятся при установившемся тепловом состоянии. Это состояние характеризуется неизменным показанием приборов во времени и устанавливается через 30-40 мин после включения установки или изменения режима ее работы. После того как тепловое состояние установится, необходимо для данного режима провести 3-4 записи показаний всех приборов через каждые 6-10 мин. Режим работы установки меняется не менее 4 раз. Включение установки и изменение режима ее работы производится преподавателем.

VI. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТА

Количество теплоты передаваемое опытной трубой окруженной воздухом путем конвекции, определяется из равенства

$$Q_k = Q - Q_l, \text{ Вт}, \quad (2)$$

Где $Q=I\Delta U$ -полное количество тепла, выделяющееся внутри трубы и передаваемое во внешнюю среду путем конвекции и лучеиспускания, Вт;

I - сила тока, А;

ΔU - падение напряжения, В;

Q_l - количество тепла, передаваемое трубой тепловым излучением, кВт

$$Q_l = C_{np} \left[\left(\frac{T_{c1}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{c2}}{100} \right)^4 \right] F, \text{ Вт}, \quad (3)$$

Где C_{np} - приведенный коэффициент излучения.

Поверхность окружающих тел во много раз больше, чем поверхность опытной трубы. Поэтому можно принять, что приведенный коэффициент излучения равен коэффициенту излучения опытной трубы.

$$C_{np} = C = 4,25, \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$$

T_{c1}, T_{c2} - абсолютные температуры опытной трубы и окружающих ее тел; T_{c2} принимается равной температуре окружающего воздуха.

В качестве расчетной температуры поверхности опытной трубы принимаются среднеарифметическая из замеров в восьми точках.

Определив из уравнения (1) значение a не менее чем для 4 режимов работы установки, строим график $\alpha=f(\Delta t)$ (4)

Графическая зависимость строго справедлива только лишь для исследуемой опытной трубы. Для распространения результатов экспериментов на другие трубы необходимо расчетные данные обобщить с помощью критериальной зависимости

$$Nu_{ж,d} = f(Gr \cdot Pr)$$

Где $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$ - критерии Нуссельта;

$Gr = \frac{g\beta\Delta t d^3}{\nu^2}$ - критерии Грасгофа;

$Pr = \frac{\nu}{a}$ - критерий Прандтля;

λ - коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/м К;

a - коэффициент температуропроводности воздуха, м²/с;

ν - коэффициент кинематической вязкости воздуха, м²/с;

Δt - температурный напор, °С;

$\beta = \frac{1}{t_{жс} + 273 K}$ коэффициент объемного расширения воздуха;

$g = 9,811$ - ускорение силы тяжести, м²/с.

Физические параметры (λ , Δ , ν , β , Pr) выбираются из прилож. 3 по температуре воздуха вдали от стенки трубы.

Полученные значения критериев подобия для каждого режима работы установки наносят на график в логарифмической системе координат (рис.5.2).

Уравнение полученной прямой имеет вид:

$$LgNu_{жс,d} = LgC + nLg(Gr \cdot Pr)_{жс,d} \quad (6)$$

Показатель степени n определяется тангенсом угла наклона прямой к оси абсцисс, а постоянная C находится из соотношения для любой точки прямой:

$$n = \operatorname{tg}\varphi$$

$$C = \frac{Nu_{жс,d}}{(Gr \cdot Pr)_{жс,d}^n}$$

VII. ОТЧЕТ ПО ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЕ.

Отчет по работе должен содержать:

- 1) краткое описание работы;
- 2) принципиальную схему установки;
- 3) протокол записи измерений;
- 4) расчет погрешности экспериментов;
- 5) графики зависимости коэффициента теплоотдачи от температурного напора и зависимости между критериями подобия.

Таблица 5.1

Физический свойства Сухово воздуха при $P=1,01 \cdot 10^5$ Па

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda \cdot 10^{-2}$ Вт/мК	$\alpha \cdot 10^{-6}$ м ² /с	$\nu \cdot 10^{-6}$ м ² /с	Pr
0	2,44	18,8	13,28	0,707
10	2,51	20,0	14,16	0,705
20	2,59	21,4	15,06	0,703
30	2,67	22,9	16,00	0,701
40	2,76	24,3	16,96	0,699
50	2,83	25,7	17,95	0,698
60	2,90	27,2	18,97	0,696
70	2,96	28,6	20,02	0,694
80	3,05	30,02	21,09	0,692
90	3,13	31,9	22,10	0,690
100	3,21	33,6	23,13	0,688
110	3,28	35,2	24,29	0,687
120	3,34	36,8	25,45	0,686
140	3,49	40,3	27,80	0,684
160	3,64	43,9	30,09	0,682

Таблица 5.3

Градуйровочная таблица мед-константовых термонар

$t, ^\circ\text{C}$	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
40	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

Таблица 5.2

Запись наблюдений и результатов опытов

№	Сила тока I, А	Напряжение, ΔU , В	t ₁		t ₂		t ₃		t ₄		t ₅		t ₆		t ₇		t ₈		Ср. темп. Стенки t _c , °С	Темп. Воздуха t _ж , °С	Темп напор	Q _k	Q _k	α		