

## Лабораторная работа

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

**Цель работы:** определение коэффициента теплопередачи и показателя теплового напряжения металла трех типов отопительных приборов и их сравнительная оценка; исследование влияния гидравлических сопротивлений замыкающего участка и подводок к отопительным приборам.

#### 1. Теоретические положения

Коэффициент теплопередачи  $k$  характеризует интенсивность переноса теплоты от теплоносителя в отапливаемое помещение. Коэффициент теплопередачи определяют совместным решением уравнения теплового баланса и уравнения теплопередачи.

Уравнение теплового баланса:

$$Q = c \cdot G(t_r - t_o) \quad (1)$$

где  $c$  – удельная массовая теплоемкость воды, равная  $c = 4187$  Дж/кг·К;

$G$  – количество теплоносителя, проходящего через отопительный прибор, кг/с;

$t_r, t_o$  – соответственно температура воды на входе и выходе из отопительного прибора, °С;

Уравнение теплопередачи:

$$Q = kF(t_{cp} - t_B) \quad (2)$$

где  $F$  – площадь теплоотдающей поверхности отопительного прибора, м<sup>2</sup>;

$t_{cp}$  – средняя температура воды в отопительном приборе, °С;

$t_B$  – температура воздуха в помещении, °С.

$$t_{cp} = 0,5(t_r + t_o) \quad (3)$$

Из уравнений (1) и (2) коэффициент теплопередачи отопительного прибора определяется:

$$k = \frac{cG(t_r - t_o)}{F\left(\frac{(t_r + t_o)}{2} - t_B\right)} \quad (4)$$

Важным показателем теплотехнической эффективности отопительного прибора является величина удельного теплового потока:

$$q_{\text{ПП}} = k \cdot \Delta t_{cp} \quad (5)$$

Здесь:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_r + t_o)}{2} - t_B \quad (6)$$

Одной из экономических характеристик отопительного прибора является показатель теплового напряжения металла прибора:

$$\sigma = \frac{Q}{\Delta t_{cp} \cdot m} \quad (7)$$

где  $m$  – масса отопительного прибора, кг.

Чем больше  $\sigma$ , тем меньше расходуется металла на отопительный прибор.

Расход воды через прибор однотрубной системы отопления равен:

$$G_{ПР} = K_3 \cdot G_{СТ} \quad (8)$$

где  $K_3$  – коэффициент затекания теплоносителя в прибор;

$G_{СТ}$  – расход воды, протекающей по стояку, кг/с.

Коэффициент затекания  $K_3$  зависит от сопротивлений элементов приборного узла. На него оказывают влияние способ присоединения отопительных приборов к стояку; расположение замыкающего участка (осевой или смещенный); естественное давление в малом циркуляционном кольце, образованном отопительным прибором с ответвлениями к нему и замыкающим участком.

Коэффициент затекания  $K_3$  определяет экономичность и эффективность работы системы отопления. Чем выше этот коэффициент, тем экономичнее система.

## 2. Порядок проведения работы

### 2.1. Определение коэффициента теплопередачи и показателя теплового напряжения металла

Схема стенда для испытания отопительных приборов приведена на рис. 1.

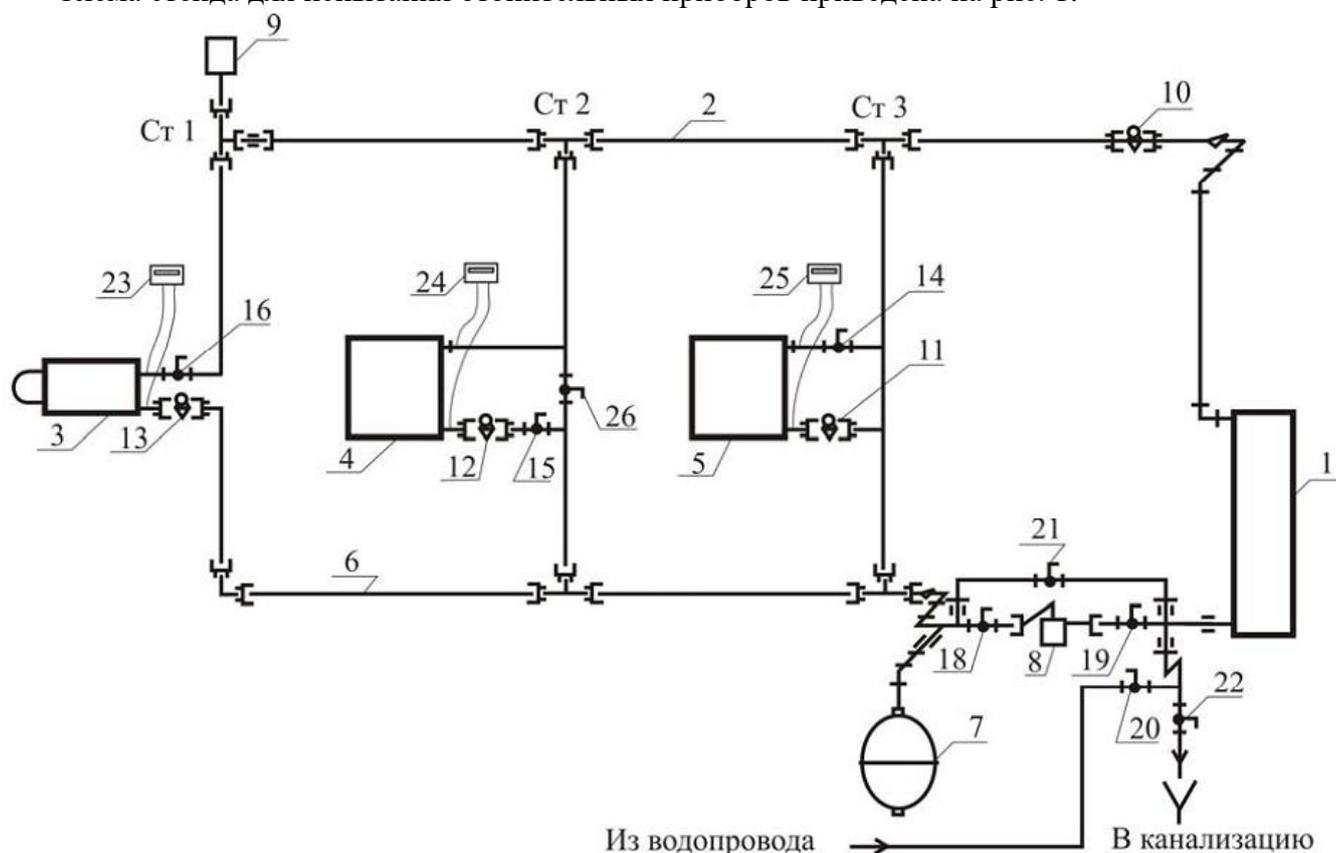


Рис. 1. Схема лабораторной установки

Первоначально система отопления заполняется холодной водой при следующем положении запорно-регулирующей арматуры: шаровые краны 14, 15, 16, 18, 19, 20 – открыты, а 21, 22 – закрыты.

Воздух удаляется из системы с помощью автоматического воздухоотводчика 9.

Заполнив систему теплоносителем, включают генератор тепла 1 и циркуляционный насос 8. Горячая вода по подающему магистральному теплопроводу 2 поступает в отопительные приборы: низкий конвектор «Уют» 3, секционный радиатор «Calidor Super» 4, высокий конвектор - стальной панельный радиатор «Radson» 5. Проходя отопительные приборы, горячая вода отдает часть теплоты воздуху помещения.

Охлажденная вода из приборов движется по обратному магистральному теплопроводу 6 в электроркотел 1.

Значения температур воды на входе  $t_{г}$  и выходе  $t_{о}$  из приборов фиксируются с помощью датчиков 23, 24, 25. Расход теплоносителя через отопительные приборы  $G$  определяется по показаниям счетчиков 11, 12, 13.

Постоянство расхода воды в системе отопления обеспечивается неизменным уровнем воды в закрытом расширительном баке 7.

Температуру воздуха в помещении измеряют термометром на расстоянии 2 м от фронта отопительного прибора и на уровне 1,5 м от пола.

Определив экспериментальные значения  $t_{г}$ ,  $t_{о}$ ,  $G$ , по формулам (4), (5) и (7), рассчитывают, соответственно, коэффициент теплопередачи  $k$ , плотность теплового потока  $q_{ПР}$  и тепловую напряженность металла  $\sigma$  для каждого типа отопительного прибора.

Измерения проводятся при 3-4 значениях расхода воды через приборы, который устанавливается регулирующими клапанами 13, 14, 15 и 3-4-х значениях температуры горячей воды в системе, величина которой устанавливается на пульте управления электроркотла.

Результаты измерений и вычислений заносятся в табл. 1 и представляются в виде графиков:

$$k = f_1(G, t_{CP}), q_{ПР} = f_2(G, t_{CP}).$$

Таблица 1

№ опыта	Тип отопительного прибора	$F_2$ , м <sup>2</sup>	$M$ , кг	$t_{в}$ , °C	$t_{о}$ , °C	$G$ , кг/с	$k$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$q_{ПР}$ , Вт/м <sup>2</sup>	$m$ , Вт/К·кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

По данным таблицы 1 дается сравнительная оценка характеристик исследованных типов отопительных приборов.

## 2.2. Определение коэффициента затекания теплоносителя в отопительный прибор

Опыт проводится на установке, схема и описание которой приведены на рис. 1. Расход теплоносителя  $G_{ПР}$  через отопительный прибор 4 определяется по показаниям счетчика 12. Для определения расхода теплоносителя через стояк № 2 необходимо из показаний счетчика 10 ( $G_{10}$ ) вычесть показания счетчиков 11 ( $G_{11}$ ) и 13 ( $G_{13}$ ) при закрытом шаровом кране 23. Эксперимент проводится при разных расходах воды через прибор, который устанавливается с помощью шарового крана 15.

Результаты замеров и расчетов сводятся в табл. 2 и представляются в виде графической зависимости коэффициента затекания от скорости воды в стояке  $K_3 = f_3(v)$ .

Таблица 2

Номер опыта	$G_{ПР}$ , кг/с	$G_{10}$ , кг/с	$G_{11}$ , кг/с	$G_{13}$ , кг/с	$G_{СБ}$ , кг/с	$K_3$	$v$ , м/с

### 3. Контрольные вопросы

- 1) Какие факторы влияют на теплоотдачу отопительного прибора?
- 2) Укажите отличительное достоинство каждого вида отопительных приборов.
- 3) Каков физический смысл показателя теплового напряжения металла прибора?
- 4) Что характеризует коэффициент затекания?
- 5) Какие факторы оказывают влияние на величину коэффициента затекания?
- 6) Как зависит коэффициент затекания от режима движения воды?