



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**Методические указания**  
для выполнения лабораторной работы  
«Определение коэффициента теплопередачи  
отопительного прибора»  
по дисциплине

**«Отопление»**

Авторы  
Глазунова Е. К.,  
Федоровский В. Г.,  
Скорик Т. А.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Содержатся методические указания по выполнению лабораторной работы, дано теоретическое обоснование опыта, описан метод определения теплоотдачи отопительного прибора.

Практикум предназначен для студентов очной, заочной форм обучения направления 08.03.01 Строительство

## Авторы

К.Т.Н., доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Глазунова Е.К.,  
ст. преподаватель кафедры  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Федоровский В.Г.,  
К.Т.Н., доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Скорик Т.А.





## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>Теоретические основы .....</b>	<b>4</b>
<b>Порядок выполнения работы .....</b>	<b>8</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>10</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель работы** – изучение факторов, определяющих интенсивность теплопередачи от теплоносителя воздуху помещения и экспериментальное определение на лабораторном стенде коэффициента теплопередачи отопительного прибора.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Тепловой поток от теплоносителя воды передается в помещение через стенку отопительного прибора. Интенсивность теплопередачи от отопительного прибора в помещение характеризуют коэффициентом теплопередачи  $k_{пр, в}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C) который выражает плотность теплового потока на внешней поверхности стенки, отнесенную к разности температуры разделенных стенкой теплоносителя и воздуха отапливаемого помещения [1].

Коэффициент теплопередачи прибора  $k_{пр}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C) численно равен величине, обратной сопротивлению теплопередаче  $R_{пр}$  от теплоносителя через стенку прибора в помещение

$$k_{пр} = 1/R_{пр} \quad (1)$$

Величина  $R_{пр}$  складывается из сопротивления теплообмену  $R_{в}$  на внутренней поверхности стенки прибора, термического сопротивления стенки  $R_{ст}$  и сопротивления теплообмену  $R_{н}$  на внешней поверхности прибора

$$R_{пр} = R_{в} + R_{ст} + R_{н} \quad (2)$$

Процесс теплопереноса в помещение осуществляется: от теплоносителя к стенке прибора – конвекцией и теплопроводностью, через стенку – только теплопроводностью, а от стенки в помещение – конвекцией, радиацией и теплопроводностью. Из этих составляющих теплопередачи основной в большинстве случаев принимается конвекция. Причем коэффициент конвективного теплопереноса в слое воздуха помещения (снаружи) значительно меньше, чем в слое воды (внутри прибора). Сопротивление теплообмену на внешней поверхности  $R_{н}$  примерно в 4,5 раза превышает  $R_{в}$ .

## Отопление

Величина теплового потока от теплоносителя в вертикальных отопительных приборах в помещении определяется в основном интенсивностью теплообмена на внешней их поверхности и прежде всего теплообмена **конвективного**. Поэтому коэффициент теплопередачи отопительного прибора относят к единице площади внешней его поверхности и к разности температуры теплоносителя и температуры окружающего воздуха.

Коэффициент теплопередачи каждого вновь разрабатываемого отопительного прибора не рассчитывается аналитически, а устанавливается опытным путем, зная о наличии многих факторов, влияющих на  $k_{пр}$  и затрудняющих его вычисление расчетным путем.

Основными факторами, определяющими величину  $k$ , являются [1]:

- вид и конструктивные особенности, приданные типу прибора при его разработке;
- температурный напор при эксплуатации прибора.

Для гладкотрубных приборов характерны сравнительно высокие, для секционных радиаторов – средние, для конвекторов и ребристых труб – низкие значения коэффициента теплопередачи.

Вторым основным фактором, определяющим величину  $k$  в эксплуатационных условиях, является температурный напор  $\Delta t$ , т.е. разность между температурой теплоносителя  $t_{\tau}$  и температурой окружающего прибор воздуха  $t_{\text{в}}$

$$\Delta t = t_{\tau} - t_{\text{в}} \quad (3)$$

При этом наибольшему температурному напору соответствует наивысшее значение коэффициента теплопередачи.

В результате экспериментов получена зависимость для определения коэффициента теплопередачи для теплоносителя воды [1]

$$k = m \Delta t^n \bar{G}^p, \quad (4)$$

где  $m, n, p$  – экспериментальные показатели;

$\bar{G}$  – относительный расход теплоносителя, т.е. отно-

шение

фактического расхода к номинальному, принятому в размере

360 кг/ч;

$\Delta t$  – средний температурный напор, °С;

$$\Delta t = (t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}) / 2 - t_{\text{в}}, \quad (5)$$

$t_{\text{вх}}$  и  $t_{\text{вых}}$  – температура воды на входе и на выходе из прибора, °С;

Получаемые значения коэффициента теплопередачи при  $\Delta t = 70^\circ\text{C}$  и расходе воды 360 кг/ч при расчетном атмосферном давлении 1013,3 гПа называются **номинальными**.

Среди второстепенных факторов, влияющих на коэффициент теплопередачи приборов систем водяного отопления, отмечается расход воды  $G_{\text{пр}}$ , включенный в формулу (4). В зависимости от расхода воды изменяются скорость движения и режим течения воды в приборе, т.е. условия теплообмена на его внутренней поверхности. Кроме того, изменяется равномерность температурного поля на внешней поверхности прибора.

На равномерности температурного поля на внешней поверхности радиаторов отражается также характер циркуляции воды внутри прибора, связанный с местами ее подвода и отведения (вверху или внизу прибора), т.е. способ соединения радиаторов с теплопроводами.

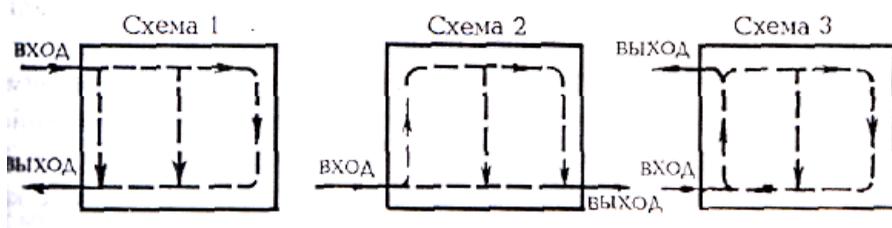


Рисунок 1 – Основные схемы присоединения радиаторов к теплопроводам систем отопления

Наиболее равномерной и высокой температура поверхности радиаторов получается при схеме «сверху-вниз», по-

## Отопление

этому значение коэффициента теплопередачи выше, чем при движении воды «снизу-вниз» и особенно «снизу-вверх».

На коэффициент теплопередачи также влияют следующие второстепенные факторы:

- скорость движения воздуха у внешней поверхности прибора. При установке прибора у внутреннего ограждения  $k_{пр.}$  повышается за счет усиления циркуляции воздуха в помещении;

- конструкция ограждения прибора. Коэффициент теплопередачи уменьшается при переносе свободно установленного прибора в нишу стены. Декоративное ограждение прибора, выполненное без учета теплотехнических требований, может значительно уменьшить  $k_{пр.}$ ;

- расчетное значение атмосферного давления. При пониженном давлении по сравнению с номинальным коэффициент теплопередачи также понижается вследствие уменьшения плотности воздуха

- качество обработки внешней поверхности, загрязненность внутренней поверхности, наличие воздуха в приборах и другие эксплуатационные факторы.

- окраска прибора. Состав и цвет краски могут несколько изменять коэффициент теплопередачи. Краски, обладающие высокой излучательной способностью, увеличивают теплоотдачу прибора и наоборот.

Зная коэффициент теплопередачи прибора, количество отдаваемой теплоты  $Q_{пр.}$ , Вт, можно определить по формуле

$$Q_{пр.} = k_{пр.} \cdot A_{пр.} \cdot (t_{г} - t_{в}), \quad (6)$$

где  $A_{пр.}$  – площадь поверхности прибора,  $m^2$ ; ( $1,59 m^2$  – стальной панельный радиатор;  $1,74 m^2$  – биметаллический секционный радиатор)

$t_{г}$  – средняя температура теплоносителя в приборе,  $^{\circ}C$ , которая для теплоносителя вода определяется по формуле

$$t_{г} = (t_{вх} + t_{вых})/2 \quad (7)$$

Из формулы (6) коэффициент теплопередачи

$$k_{пр.} = Q_{пр.} / A_{пр.} \cdot (t_{г} - t_{в}) \quad (8)$$

Действительная теплоотдача отопительного прибора  $Q_{пр.}$ , Вт,

определяемая экспериментально, рассчитывается по формуле

$$Q_{пр} = G \cdot c \cdot (t_{вх} - t_{вых}), \quad (9)$$

где  $G$  – расход теплоносителя, кг/с;

$c$  – массовая теплоёмкость воды,  $c = 4187$  Дж/(кг °С);

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 На лабораторном стенде [2] выбрать для испытания один радиатор биметаллический 6-секционный РБС «Сантехпром-БМ»-РБС 300 и один радиатор панельный VOGEL&NOOT- PROFIL ( $h=300$  мм;  $l=520$  мм), для чего обеспечить контуры циркуляции через них с помощью радиаторных терморегуляторов. Питание приборов осуществляется «сверху-вниз».

2 Определить расход теплоносителя  $G$ , кг/с, с помощью теплосчетчиков (поз.42, 43 для приборов стояков 1 и 2 и поз.44, 45 для приборов стояков 3, 4), измеряя при этом температуру на входе в прибор  $t_{вх}$  и на выходе из него  $t_{вых}$ .

Перед снятием замеров необходимо добиться стационарного режима работы отопительных приборов. Колебания температуры не должны превышать  $\pm 0,2$  °С, расход теплоносителя  $\pm 2\%$ . Температура воздуха в помещении  $t_{в}$  замеряется на расстоянии не ближе чем 2 м от наружной стены и приборов и высоте 1,5 м от пола.

3 По формуле (8) определить теплоотдачу отопительного прибора  $Q_{пр}$ , Вт.

4 Коэффициент теплопередачи рассчитать по формуле (7).

5 Далее произвести аналогичные замеры, изменяя расходы теплоносителя в сторону увеличения.

6 Данные измерений и результаты их обработки свести в таблицу .

7 Сделать выводы.

Таблица – Результаты измерений и расчетов

## Отопление

№№	Тип прибора	$t_{вх}, ^\circ\text{C}$	$t_{вых}, ^\circ\text{C}$	$t_t, ^\circ\text{C}$	$G, \text{кг/с}$	$Q_{пр}, \text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Радиатор панельный VOGEL&NO OT-PROFIL (h=300 мм; l=520 мм).						
2							
3							
1	Радиатор биметаллический секционный РБС «Сантехпром-БМ» - РБС 300						
2							
3							

Результаты измерений и расчетов

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 576 с.
2. Методические указания для выполнения лабораторной работы «Изучение основных элементов систем отопления, контрольно-измерительной и регулирующей арматуры» – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2018. – 16 с.