

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Отопление

Методические указания к лабораторным работам

Составитель О. Е. Коврина

Волгоград ВолгГАСУ 2015



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2015

УДК 697.1(076.5)
ББК 38.762.1я73
О-855

Отопление [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т; сост. О. Е. Коврина. — Электронные текстовые данные (200 Кбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Изложены цель и порядок проведения лабораторных работ по курсу «Отопление». Методические указания направлены на закрепление теоретических знаний студентов, развитие навыков экспериментирования, приобретение практических основ специальности.

Для студентов-бакалавров профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения.

УДК 697.1(076.5)
ББК 38.762.1я73

Содержание

Лабораторная работа № 1

Определение остаточной теплоотдачи горизонтальных радиаторных узлов систем отопления4

Лабораторная работа № 2

Определение коэффициента затекания воды в вертикальных радиаторных узлах9

Лабораторная работа № 3

Определение коэффициента теплопередачи отопительного прибора15

Лабораторная работа № 4

Регулирование теплоотдачи конвектора «Универсал-ТБ»19

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ТЕПЛОТДАЧИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РАДИАТОРНЫХ УЗЛОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

1.1 Цель работы

Определить остаточную теплоотдачу горизонтального узла при различных расходах теплоносителя.

1.2 Содержание работы

При установившемся тепловом режиме произвести измерения температур воды до радиаторного узла t_1 , после радиаторного узла t_2 , на входе в отопительный прибор t_4 и на выходе из прибора t_3 , а также температуры внутреннего воздуха в помещении t_v . С помощью мерного бака (5) замерить расход воды. Вычислить значения полной и остаточной теплоотдачи прибора при разных расходах воды и оценить качество испытываемого радиаторного узла.

1.3 Теоретическая часть

Для измерения теплоотдачи горизонтального радиаторного узла на замыкающем участке устанавливают запорный кран любого вида, например, шаровый (4). При его полном закрытии вся вода проходит через при-

бор. Для уменьшения теплоотдачи отопительного прибора необходимо частично или полностью открыть кран и тогда часть воды пойдет мимо прибора по замыкающему участку. Однако в некоторых случаях даже при полном открытии крана на замыкающем участке теплоотдача прибора может остаться значительной. Дело в том, что заполнению воды в прибор при открытом шаровом кране противодействует или способствует естественное циркуляционное давление, которое тем выше, чем выше температура на входе в прибор.

Эффективность регулирования теплоотдачи прибора определяется величиной остаточной теплоотдачи узла. Под *остаточной теплоотдачей* понимают теплоотдачу прибора и подводящих теплопроводов при полном открытии крана (4), отнесенную к теплоотдаче тех же теплопроводов и прибора при закрытом положении крана (4). Чем меньше остаточная теплоотдача, тем узел лучше. Согласно нормам она должна быть не более 40–50%. Величина остаточной теплоотдачи зависит от многих факторов: соотношения длин подводов и замыкающего участка и их диаметров; величины расхода (G); температурного напора (Δt_{cp}); схемы узла; размера прибора; схемы питания и др.

Теплоотдача радиаторного узла определяется по формуле:

$$Q = \frac{cG(t_1 - t_2)}{3.6}, \text{ Вт} \quad (1.1)$$

где: c – массовая теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/кг $^{\circ}$ С; t_1, t_2 – температуры теплоносителя до и после радиаторного узла, $^{\circ}$ С; G – расход теплоносителя кг/ч:

$$G = \frac{3600 \cdot V \cdot \rho}{\tau}, \quad (1.2)$$

где: V – объем мерного бака, равный 4,7 л ; ρ - плотность воды, равная 0,985кг/л; τ - время заполнения бака, сек. ;

Остаточную теплоотдачу радиаторного узла определяют по формуле:

$$Q_{ост} = \frac{Q_{откр} \cdot \Delta t_{ср}^{закр}}{Q_{закр} \cdot \Delta t_{ср}^{откр}} \cdot 100 \% , \quad (1.3)$$

где : где $Q_{откр}, \Delta t_{ср}^{откр}$ - теплоотдача радиаторного узла и температурный напор при открытом кране (4); $Q_{закр}, \Delta t_{ср}^{закр}$ - теплоотдача радиаторного узла и температурный напор при закрытом кране (4); $\Delta t_{ср}^{закр}, \Delta t_{ср}^{откр}$ - средний температурный напор при закрытом и открытом кране (4).

Температурный напор определяется из выражения:

$$\Delta t_{ср} = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_г . \quad (1.4)$$

1.4 Лабораторная установка

Для определения остаточной теплоотдачи горизонтального узла с подоконной разводкой смонтирована разомкнутая схема:

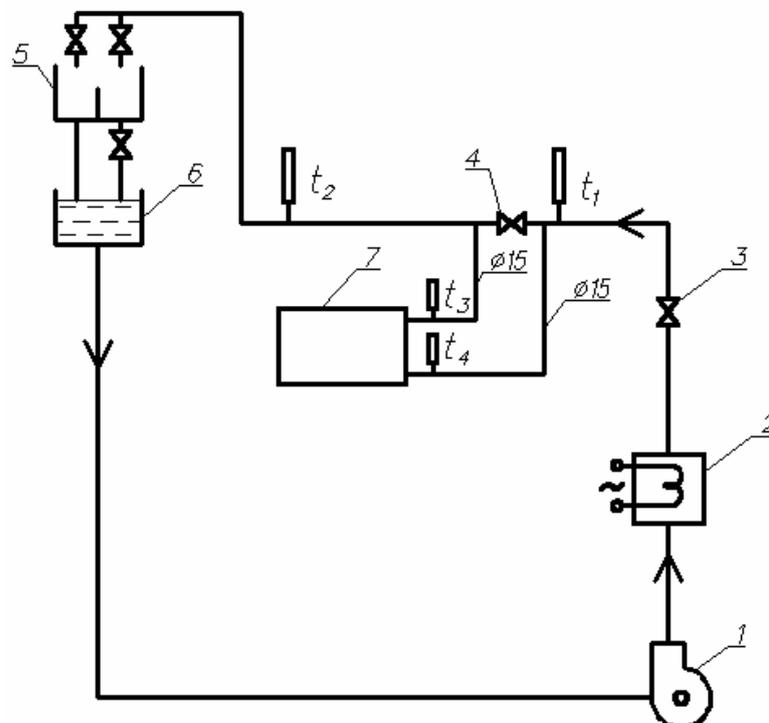


Рис. 1 Схема установки

Из котла (2) под действием насоса (1) горячая вода подается в радиатор по схеме *снизу-вверх*. Охлажденная вода поступает в мерный бак (5). Регулирование расхода теплоносителя производится вентилем (3). Из мерного бака вода поступает в сборный бак (6), а затем возвращается в котел. Для регулирования теплоотдачи прибора на замыкающем участке смонтирован шаровый кран (4). На трубопроводе до и после замыкающего участка и на подводках установлены термометры.

1.5. Методика проведения работы

Испытания проводятся при установившемся стационарном режиме в два этапа.

1-й этап. При закрытом кране (4) открыть вентиль (3) для подачи теплоносителя – воды в радиатор на столько, чтобы перепад температуры в нем был не меньше 2°C . Чем больше этот перепад, тем меньше погрешность испытаний.

Замерить мерным баком расход воды (см. Лаб. работу №4). В течение опыта расход должен быть постоянным. Выполнить замеры температур t_1 , t_2 , t_3 , t_4 и температуры воздуха в помещении $t_{\text{в}}$. Температуру воздуха в лаборатории $t_{\text{в}}$, измеряют помещая термометр на расстоянии 2 м от фронта прибора, на уровне 1.5 м от пола.

Повторить замеры 3 раза через каждые 10 минут. Данные замеров следует занести в протокол 1.1.

2-й этап. Открыть полностью кран (4) и после установления стационарного режима (не менее 15 минут) также через каждые 10 мин. 3 раза выполнить замеры температур t_1 , t_2 , t_3 , t_4 и $t_{\text{в}}$.

По формуле (1.2) определить расход теплоносителя в узле.

По формуле (1.1) вычислить теплоотдачу радиатора при открытом и закрытом шаровом кране (4).

По формуле (1.4) подсчитать температурный напор.

По формуле (1.3) определить остаточную теплоотдачу горизонтального радиаторного узла.

Данные наблюдений и результаты расчетов также заносятся в протокол 1.1

Протокол 1.1

Температура воды, °С				Температура воздуха, °С	Расход воды, кг/час	Δt_{cp} , °С	Теплоотдача Q , Вт	Остаточная теплоотдача \bar{Q} , %
t_1	t_2	t_3	t_4					

1.6 Содержание отчета

Указать цель работы, зарисовать схему установки, привести таблицу замеров, расчеты.

1.7 Правила по технике безопасности

- 1) Соблюдать меры предосторожности при замере расхода горячей воды с помощью мерного бака.
- 2) О замеченных неисправностях сообщить преподавателю.

1.8 Контрольные вопросы

- 1) Что понимается под остаточной теплоотдачей радиаторного узла?
- 2) От чего зависит размер остаточной теплоотдачи радиаторного узла?

1.9 Рекомендуемая литература

Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов.- М.: Изд. АСВ, 2008.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТЕКАНИЯ ВОДЫ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАДИАТОРНЫХ УЗЛАХ

2.1 Цель работы

Определение коэффициента затекания воды в радиатор стояка однотрубной системы отопления при присоединении радиатора к трубопроводам по схемам «сверху вниз» и «снизу вверх».

2.2 Содержание работы

При установившемся тепловом режиме произвести измерения температур воды, поступающей в радиатор t_r , охлажденной в радиаторе t_k и смеси $t_{см}$ (слияние потоков из замыкающего участка и уходящего из прибора). Замерить расход воды через радиаторный узел и определить скорость движения воды в подводящей ветви трубопровода. Вычислить значения коэффициентов затекания воды в радиатор по фактическим замерам и сравнить их с табличными значениями, объяснить причины расхождения.

2.3 Теоретическая часть

Отношение количества воды, поступающей в прибор $G_{пр}$ к общему количеству воды, протекающей по стояку $G_{ст}$, называют коэффициентом затекания:

$$\alpha = G_{пр}/G_{ст} \quad (2.1)$$

Коэффициент затекания α зависит от конструкции радиаторного узла, комбинации диаметров стояка, замыкающего участка и подводок, тепловой нагрузки отопительного прибора и расхода воды в подводящей ветви трубопровода.

Теплоотдачу отопительного прибора, Вт, можно определить по формулам:

$$Q = G_{\text{тр}} \cdot c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{см}}), \quad (2.2)$$

$$Q = G_{\text{пр}} \cdot c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{к}}), \quad (2.3)$$

где Q – теплоотдача прибора, Вт; $G_{\text{тр}}$ – количество воды, протекающей через подводящую ветвь трубопровода, кг/с; $G_{\text{пр}}$ – количество воды, протекающей через прибор, кг/с; c – массовая теплоемкость, равная $4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг $^{\circ}$ С; $t_{\text{г}}$ – температура воды, поступающей в прибор, $^{\circ}$ С; $t_{\text{к}}$ – температура воды, выходящей из прибора, $^{\circ}$ С; $t_{\text{см}}$ – температура воды на участке обратного трубопровода после замыкающего участка, $^{\circ}$ С.

Решая совместно уравнения (2.2) и (2.3), получим

$$G_{\text{пр}}/G_{\text{тр}} = \alpha = (t_{\text{г}} - t_{\text{см}})/(t_{\text{г}} - t_{\text{к}}) \quad (2.4)$$

Из формулы (2.4) следует, что коэффициент затекания можно определить путем измерения при установившемся режиме температур $t_{\text{г}}$, $t_{\text{к}}$ и $t_{\text{см}}$. Количество воды, прошедшей по замыкающему участку, определяется по формуле:

$$G_{\text{зам.уч}} = G_{\text{ст}} - G_{\text{пр}} \quad (2.5)$$

Скорость движения воды в подводящих трубопроводах \mathcal{G} , м/с, вычисляются по формуле:

$$\mathcal{G} = G_{\text{тр}}/\rho \cdot f, \quad (2.6)$$

где ρ – плотность воды, равная 985 кг/м 3 ; f – площадь поперечного сечения трубы (для трубы условным диаметром 20 мм $f = 0,00035$ м 2).

2.4. Лабораторная установка

Для определения коэффициента затекания воды в вертикальный радиаторный узел смонтирована разомкнутая схема (рис.2):

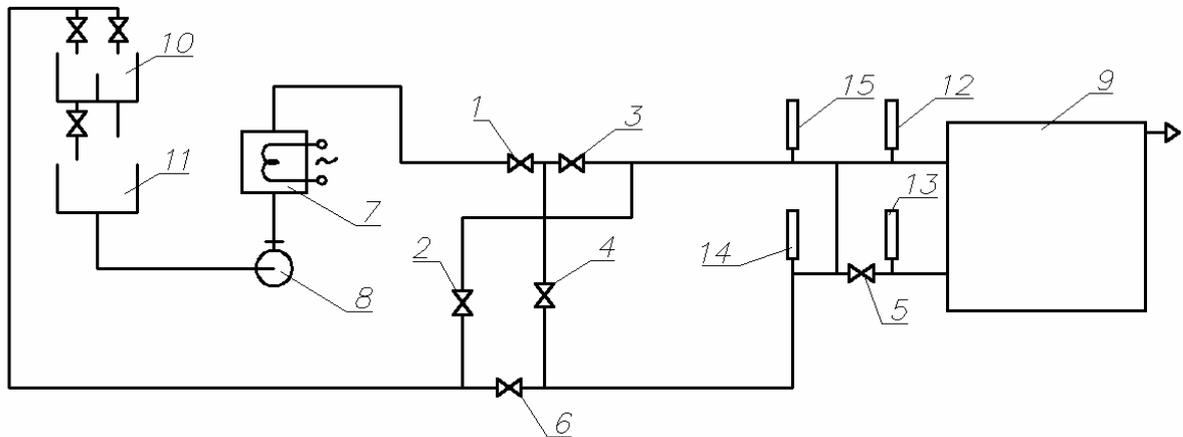


Рис. 2 Схема установки

Лабораторная работа выполняется в два этапа: сначала при присоединении радиатора к подводящим трубопроводам по схеме «сверху-вниз», а затем по схеме «снизу-вверх».

1-й этап. Под действием насоса (8) горячая вода из котла (7) поступает в радиатор (9) по схеме «сверху-вниз». При этом вентили (1, 3, 5 и 6) открыты, а вентили (2) и (4) закрыты. Охлажденная вода поступает в мерный бак (10). Расход воды через радиаторный узел регулируется вентилем (5). Из сборного бака (11) вода насосом возвращается в котел. Температуру воды, поступающей в радиатор t_r , уходящей из радиатора t_k и температуру смеси $t_{см}$ измеряют соответственно термометрами (12, 13, 14).

2-й этап. Под действием насоса (8) горячая вода из котла (7) поступает в радиатор 9 по схеме «снизу-вверх». При этом вентили (1, 4, 5 и 2) открыты, а вентили (3) и (6) закрыты. Охлажденная вода поступает в мерный бак (10). Расход воды через радиаторный узел регулируется вентилем (5). Из сборного бака (11) вода насосом возвращается в котел. Температуру воды,

поступающей в радиатор t_{Γ} , уходящей из радиатора t_{κ} и температуру смеси $t_{\text{см}}$ замеряют соответственно термометрами (14, 12, 15) со шкалой .

2.5 Методика проведения работы и обработка результатов

Все измерения производят при установившихся температурах и расходах воды. Расход воды через радиаторный узел устанавливают вентилем 1 из расчета, чтобы перепад температуры воды в радиаторе был не меньше 2°C .

Показателем установившегося режима являются колебания температур горячей воды t_{Γ} и обратной воды t_{κ} в пределах $0,1^{\circ}\text{C}$ и расхода воды в пределах 1%.

Температуру воздуха в лаборатории $t_{\text{в}}$, измеряют жидкостным термометром, помещая его на расстоянии 2 м от фронта прибора, на уровне 1.5 м от пола.

Температура воды t_{κ} , t_{Γ} и $t_{\text{см}}$ измеряются не менее 5 раз в течение 15 минут. Одновременно замеряют расход воды, проходящей через радиаторный узел, мерным баком и секундомером (см. Лаб. работу №4).

Расчетный расход воды, кг/с, вычисляют по формуле:

$$G = \frac{V \cdot \rho}{\tau}, \quad (2.7)$$

где V - объем мерного отсека , равный 4,6 л; ρ - плотность воды, равная 0,985 кг/л; τ - время заполнения бака, сек.

Данные измерений и результаты их обработки заносят в протокол
2.1

По результатам 5 опытов находят средние значения измеряемых величин.

По формуле (2.4) по средним значениям измеряемых величин определяют коэффициент затекания воды в отопительный прибор.

По формуле (2.6) определяют скорость движения воды в стояке.

Из формулы (2.4) находят количество воды, поступающей в прибор.

По формуле (2.5) определяют количество воды, прошедшей по замыкающему участку.

Протокол 2.1

Номеризмерения	Температура, °С			Продолжительность замера τ , с	$G_{ст}$, кг/с	Коэффициент затекания $\alpha_{факт}$	Скорость воды в тр-де ϑ , м/с	$G_{пр}$, кг/с	$G_{з.у.}$, кг/с
	$t_{г}$	$t_{к}$	$t_{см}$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
2									
3									
4									
5									

По результатам 5-ти опытов находят средние значения измеряемых величин.

По формуле (2.4) по средним значениям измеряемых величин определяют коэффициент затекания воды в отопительный прибор.

По формуле (2.6) определяют скорость движения воды в стояке.

Из формулы (2.4) находят количество воды, поступающей в прибор.

По формуле (2.5) определяют количество воды, прошедшей по замыкающему участку.

Изменяют расход воды в приборе прикрытием регулирующего вентиля (5), выжидают установления стационарного режима не менее 15 минут и повторяют все замеры.

Величину коэффициента затекания, полученного по результатам опытов, сравнивают с табличными значениями, приведенными ниже:

Условный диаметр трубы, мм	Значения $\alpha_{\text{табл}}$ при скорости движения воды в стояке, м/с			
	0,1 и менее	0,2	0,3	0,4
20	0,65	0,6	0,54	0,52

Находят величину расхождения между фактическими и табличными значениями коэффициентов затекания. Проводят анализ полученных результатов.

Второй этап испытаний проводится на следующем занятии в той же последовательности после переключения вентилей и установления стационарного режима. Данные измерений и результаты их обработки заносят в протокол 2.2.

2.6 Содержание отчета

Указать цель работы, зарисовать схему установки, привести все расчеты по формулам и таблицу замеров.

2.7 Правила по технике безопасности

- 1) Соблюдать меры предосторожности при замере расхода горячей воды с помощью мерного бака.
- 2) О замеченных неисправностях сообщить преподавателю.

2.8 Контрольные вопросы

- 1) Что называется коэффициентом затекания воды в нагревательный прибор?
- 2) От каких факторов зависит величина коэффициента затекания?
- 3) Как зависит коэффициент затекания от скорости движения воды в стояке?
- 4) Как определить расход воды, проходящей по замыкающему участку?
- 5) Как влияет схема подсоединения радиатора к трубопроводам на его теплоотдачу?

2.9 Рекомендуемая литература

Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов.- М.: Изд. АСВ, 2008.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

3.1 Цель работы

Определить коэффициент теплопередачи нестандартного биметаллического конвектора КБО при различной температуре теплоносителя.

3.2 Содержание работы

При установившемся тепловом режиме произвести измерения температур горячей воды t_r , охлажденной воды t_o и воздуха в помещении t_b . Замерить расход воды через отопительный прибор и вычислить коэффициент теплопередачи прибора по фактическим замерам.

3.3 Теоретическая часть

Теплотехнические качества отопительного прибора оцениваются значениями его коэффициента теплопередачи, т.е. теплового потока, проходящего через 1 м^2 поверхности нагрева прибора при разности средней температуры теплоносителя и температуры воздуха помещения в $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Коэффициент теплопередачи прибора, $\text{Вт/м}^2\text{ }^\circ\text{C}$, определяется по формуле:

$$k = \frac{G \cdot c(t_{\Gamma} - t_{O})}{F \left(\frac{t_{\Gamma} + t_{O}}{2} - t_{\epsilon} \right)}, \quad (3.1)$$

где G – расход воды проходящей через прибор, кг/с; $t_{\Gamma}, t_{O}, t_{\epsilon}$ – средние температуры горячей и охлажденной воды и воздуха в помещении, °С; c – удельная массовая теплоемкость воды при средней температуре теплоносителя в приборе, равная $4.19 \cdot 10^3$ Дж/кг°С; F – поверхность нагрева испытуемого прибора, м².

Испытываемый конвектор КБО-20 состоит из двадцати ребренных алюминиевых секций с общей поверхностью нагрева $F=2,16$ м².

3.4 Лабораторная установка

Установка для определения коэффициента теплопередачи конвектора КБО-20 состоит из испытательного стенда и системы питания прибора горячей водой (рис.3).

Из котла (1) под действием насоса (2) вода подается в конвектор (5) по схеме «снизу вверх». Охлажденная вода вытекает в мерный бак (4). Регулирование расхода теплоносителя производится вентилем (6) установленным на подающей подводке прибора.. Вентиль (7) полностью открыт, а вентиль (8) закрыт. Из сборного бака (3) вода насосом возвращается в котел. Температуру воды, поступающей в прибор и вытекающей из прибора, измеряют термометрами (9) и (10).

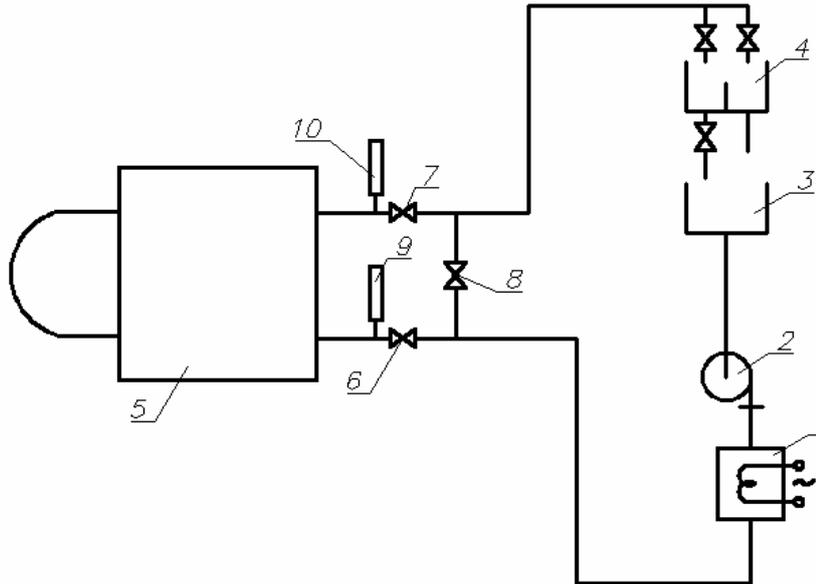


Рис. 3 Схема установки

3.5 Методика проведения работы и обработки результатов

Испытание прибора производится только при установившемся тепловом режиме, для чего установку запускают в работу за 30-40 минут о начала измерений.

Измеряют температуру воды, поступающей в конвектор и выходящей из него. Опыты производят не менее 3-х раз при установившемся режиме в течение 10 минут. Температуру воздуха в помещении измеряют лабораторным термометром, помещая его на расстоянии 2 м от фронта прибора на уровне 1,5 м от пола. Регулирующим вентилем (7) устанавливают такой расход воды через конвектор, чтобы перепад температуры в нем был не менее 2°C.

Расход воды замеряют мерным баком (4) и секундомером (см. Лаб. работу №4). Расчетный расход воды, кг/с, вычисляют по формуле:

$$G = \frac{V \cdot \rho}{\tau}, \quad (3.2)$$

где V - объем мерного отсека , равный 5,3 л; ρ - плотность воды, равная 0,985 кг/л; τ - время заполнения бака, сек.

Данные измерений и результаты их обработки заносят в протокол 3.1

После этого уменьшают расход воды через прибор путем прикрытия вентиля (6), выжидают не менее 15 минут установления стационарного теплового режима и проводят еще одну серию испытаний при этом расходе.

Данные измерений и результаты их обработки заносят в протокол 3.1

Протокол 3.1

№ замера	Время замера	Температура, °С			Продолж. заплн. мерного бака τ , с	Расход воды, G , кг/с	Фактический коэффициент теплопередачи $W/m^2 \cdot ^\circ C$
		воздуха t_v	горячей воды t_r	охлажд. воды t_o			
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
4							
5							
6							

По окончании всех испытаний вычисляют средние значения коэффициента теплопередачи конвектора в двух сериях испытаний и сравнивают их.

3.6 Содержание отчета

В отчете указать цель работы, основные расчеты по формулам, заполненную таблицу, зарисовать схему установки.

3.7 Правила по технике безопасности

1) Соблюдать меры предосторожности при замере расхода горячей воды с помощью мерного бака.

2) О замеченных неисправностях сообщить преподавателю.

3.8 Контрольные вопросы

1) Что называется коэффициентом теплопередачи отопительного прибора?

2) Какие факторы влияют на величину коэффициента теплопередачи отопительного прибора?

3) У каких отопительных приборов наивысший коэффициент теплопередачи?

3.9 Рекомендуемая литература

Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов.- М.: Изд. АСВ, 2008.

Лабораторная работа № 4

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ КОНВЕКТОРА

«УНИВЕРСАЛ-ТБ»

4.1 Цель работы

Установить, целесообразно ли регулирование теплоотдачи конвекторов типа «Универсал - ТБ» с помощью воздушных клапанов, для чего необходимо определить процент остаточной теплоотдачи этих отопительных приборов.

4.2 Содержание работы

Произвести измерения температуры теплоносителя воды до и после двух последовательно соединенных конвекторов, соответственно, при закрытых и полностью открытых воздушных клапанах. Определить расход воды через конвекторы. Вычислить остаточную теплоотдачу конвектора.

4.3 Теоретическая часть

Регулирование теплоотдачи конвекторов с кожухом типа «Универсал ТБ» может быть выполнено двумя способами: изменением расхода воды через прибор регулирующими кранами, установленными на подводках к прибору, или с помощью специального воздушного клапана, размещенного в кожухе прибора над нагревательным элементом.

При регулировании теплоотдача прибора изменяется постепенно, так как прибор обладает тепловой инерцией. При этом охлаждается он медленнее, чем нагревается. Тепловая инерция у конвекторов меньше, чем у радиаторов и бетонных панелей. Поэтому процесс регулирования теплоотдачи у конвекторов более ускорен.

В конвекторах «Универсал ТБ» воздушный клапан расположен непосредственно над нагревательным элементом. Регулирующая способность воздушного клапана уменьшается с увеличением зазора между клапаном и нагревательным элементом. Это объясняется тем, что столб теплого воздуха, находящегося между нагревательным элементом и клапаном, нагревает кожух конвектора, увеличивая его теплоотдачу в помещение. Кроме того, естественное (гравитационное) давление, обусловленное разностью плотностей воздуха, нагретого в конвекторе и воздуха в помещении, вызывает прососы через неизбежные неплотности между клапаном и стенками кожуха конвектора.

При открытом воздушном клапане, когда он занимает вертикальное положение, циркуляция воздуха через конвектор возрастает из-за увеличения столба нагретого воздуха в конвекторе.

Отношение теплоотдачи конвектора при закрытом воздушном клапане (Q_1) к полной теплоотдаче прибора при открытом клапане (Q_2), умноженное на 100, характеризует остаточную теплоотдачу прибора, %:

$$\bar{Q} = \frac{Q_1}{Q_2} 100 \quad (4.1)$$

Исследование конвекторов «Универсал - ТБ» показали, что остаточная теплоотдача этих приборов в зависимости от герметичности клапана составляет от 20 до 36% полной теплоотдачи.

При полностью открытом клапане теплоотдача будет максимальной (полной), при закрытом – минимальной (остаточной). Остаточная теплоотдача, согласно СНиП, не должна превышать 50% от максимальной.

4.4 Лабораторная установка

Работа проводится на отопительном приборе, состоящем из двух последовательно смонтированных конвекторов «Универсал ТБ» типоразмеров КСК-20-0,400п и КСК-20-1,311к (где 0,400 и 1,311 – номинальный тепловой поток конвектора, кВт; п - проходной, к - концевой). Схема лабораторной установки приведена на рис. 4.1.

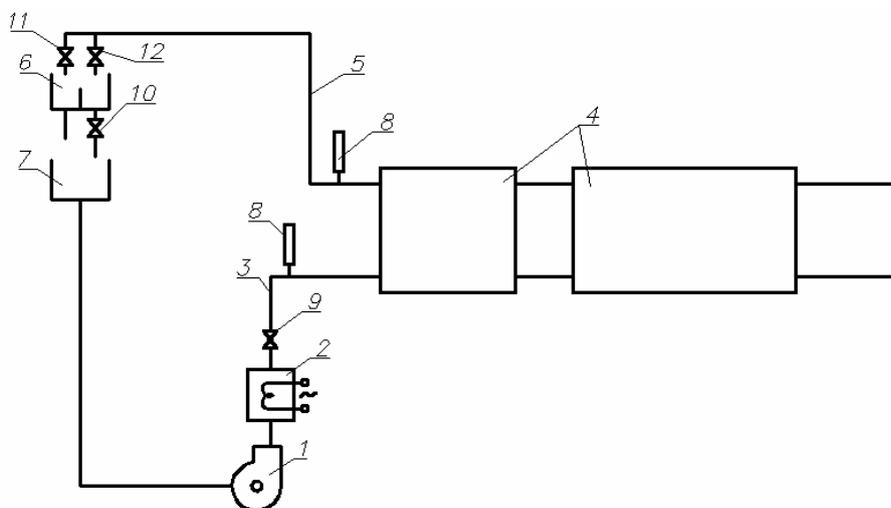


Рис.4.1 Схема установки

Насосом (1) вода, нагретая в электрическом котле (2), по трубе (3) подается в конвекторы (4) по схеме «снизу-вверх». Остывшая в конвекторах вода по трубе (5) поступает в мерный бак (6), а из него в сборный бак (7). Мерный бак (6) имеет 2 отсека с перегородкой между ними. В проточный (левый) отсек вода подается краном (11), а в мерный отсек – краном (12). Мерный отсек имеет запорный кран (10).

Температуры на входе и на выходе из отопительного прибора измеряются термометрами (8). Регулирование расхода теплоносителя через прибор производится вентилем (9). Из сборного бака (7) вода насосом (1) подается опять в электрический котел (2).

4.5 Методика проведения работы и обработка результатов

Работу начинают **при закрытых воздушных клапанах двух конвекторов**. Расход воды через конвекторы регулируется вентилем (9) и должен быть таким, чтобы перепад температур теплоносителя на входе и выходе из отопительного прибора был **не менее 1°C**. Это необходимо для получения достоверных результатов.

Расход теплоносителя замеряется с помощью мерного бака (6) и секундомера. Для этого необходимо открыть вентиль (10), слить из отсека воду, закрыть вентиль (10), затем **одновременно закрыть вентиль (11), открыть вентиль (12) и включить секундомер**. После заполнения мерного запираемого отсека отключить секундомер, открыть вентили (10) и (11) и закрыть вентиль (12).

Расход теплоносителя через приборы, кг/с, вычисляется по формуле

$$G = \frac{V \cdot \rho}{\tau}, \quad (4.2)$$

где V - объем мерного отсека , равный 5,3 л; ρ - плотность воды, равная 0,985 кг/л; τ - время заполнения бака, с.

Замеры расхода и температур воды выполняют не менее трех раз через каждые 10 мин, оценивая при этом режим теплоотдачи (стационарный или нестационарный). Менять расход воды с помощью вентиля (9) в течение опыта не следует.

После замеров при закрытых воздушных клапанах **открывают воздушные клапаны в обоих конвекторах полностью**, выжидают установления стационарного режима не менее 20 минут и выполняют замеры в той же последовательности, что и при закрытых воздушных клапанах, не меняя расход воды через прибор. Вычисляют теплоотдачу конвектора, Вт, для каждого положения воздушного клапана (открытого и закрытого) по формуле:

$$Q = \frac{cG (t_1 - t_2)}{3.6}, \quad (4.3)$$

где c – массовая теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/(кг°С); t_1, t_2 – температуры теплоносителя до и после отопительного прибора, °С; G – расход теплоносителя через конвекторы, кг/ч:

Замеры и полученные результаты расчетов заносятся в протокол 4.1

Протокол 4.1

Время замера	Продолжительность заполнения мерного бака τ , с	Расход воды G , кг/ч	Клапан закрыт			Клапан открыт			\bar{Q}
			t_1 горячей воды	t_2 охлажденной воды	Q_1 теплоотдача прибора	t_1 горячей воды	t_2 охлажденной воды	Q_1 теплоотдача прибора	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4.6 Содержание отчета

В отчет следует включить цель работы, основные расчеты по формулам. Зарисовать схему установки, заполнить таблицу. Провести обоснованный вывод о пригодности воздушного клапана для регулирования.

4.7 Правила по технике безопасности

- 1) Соблюдать меры предосторожности при замере расхода горячей воды с помощью мерного бака.
- 2) О замеченных неисправностях сообщать преподавателю.

4.8 Контрольные вопросы

- 1) Что собой характеризует остаточная теплоотдача отопительного прибора?
- 2) Какими способами можно регулировать теплоотдачу конвекторов?
- 3) Чем регулируется теплоотдача конвектора «Универсал ТБ»?
- 4) Как замерить расход воды с помощью мерного бака?

4.9 Рекомендуемая литература

Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов.- М.: Изд. АСВ, 2008.

План выпуска учеб.-метод. документ. 2015 г., поз. 25

Публикуется в авторской редакции

Подписано в свет 14.05.2015.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 0,7. Объем данных 200 Кбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru