

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра жилищно-коммунального хозяйства

**«Устройство, работа и учет  
в системах отопления зданий»**

*Методические указания  
к выполнению лабораторных работ с применением  
лабораторного стенда ЛС/ПО-УРУСОЗ  
для студентов всех форм обучения направления  
08.03.01 «Строительство» (квалификация «Бакалавр»)  
08.04.01 «Строительство» (квалификация «Магистр»)*

*Воронеж 2016*

УДК 697.31(70)

ББК 38.762.1я73

*Составитель М.С.Кононова*

**Устройство, работа и учет в системах отопления здания:** метод. указан. к вып. лаб. работ / Воронежский ГАСУ, сост.: М.С.Кононова. – Воронеж, 2016. - 18 с.

Приведено описание схемы стенда и функционального назначения его оборудования. Дана последовательность выполнения лабораторных работ с указанием порядка проведения опытов и обработки результатов измерений. Приведены контрольные вопросы для оценки качества усвоения учебного материала.

Предназначены для выполнения работ с применением лабораторного стенда ЛС/ПО-УРУСОЗ для студентов всех форм обучения направления 08.03.01 «Строительство» (квалификация «Бакалавр»), 08.04.01 «Строительство» (квалификация «Магистр»)

Ил. 5. Табл. 4. Библиогр.: 2 назв.

**УДК 697.31(70)**

**ББК 38.762.1я73**

*Печатается по решению учебно-методического совета  
Воронежского ГАСУ*

*Рецензент – Э.В.Сазонов, д-р. техн. наук, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства Воронежского ГАСУ*

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение лабораторных работ способствует более глубокому пониманию изучаемых дисциплин, помогает обучающемуся получить представление о физических основах работы систем отопления, а также познакомиться с техническими особенностями их устройства и монтажа.

Методические указания написаны для учебно-лабораторного стенда «Устройство, работа и учет в системах отопления здания» ЛС/ПО-УРУСОЗ, установленного в лаборатории кафедры жилищно-коммунального хозяйства (ауд 1319).

В процессе выполнения лабораторных работ обучающийся осваивает следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО 08.03.01 «Строительство»:

- способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия ОК-6;
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования ОПК-1;
- способность осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы ПК-6;
- владение технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования ПК-8;
- способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок ПК-15;
- владение методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения ПК-17;
- способность осуществлять организацию и планирование технической эксплуатации зданий и сооружений, объектов жилищно-коммунального хозяйства с целью обеспечения надежности, экономичности и безопасности их функционирования ПК-20;

Перед началом проведения опытов студент должен нарисовать в рабочей тетради схему установки, подготовить необходимые таблицы для записи показаний приборов.

Проделав необходимые измерения и выполнив требуемые расчеты, студент должен составить отчет о работе, где помещается краткое описание установки и проведения опытов, основные формулы, результаты опытов, анализ полученных результатов и соответствующие выводы.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ИЗУЧЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

### 1.1. Цель работы

знакомство с функциональной схемой лабораторного стенда, получение знаний о назначении и принципе действия приборов и оборудования, применяемых в системах отопления зданий.

### 1.2. Описание лабораторного стенда

Внешний вид стенда приведен на рис.1.1, принципиальная схема оборудования стенда – на рис.1.2, пояснения к схеме приведены в табл.1.1.

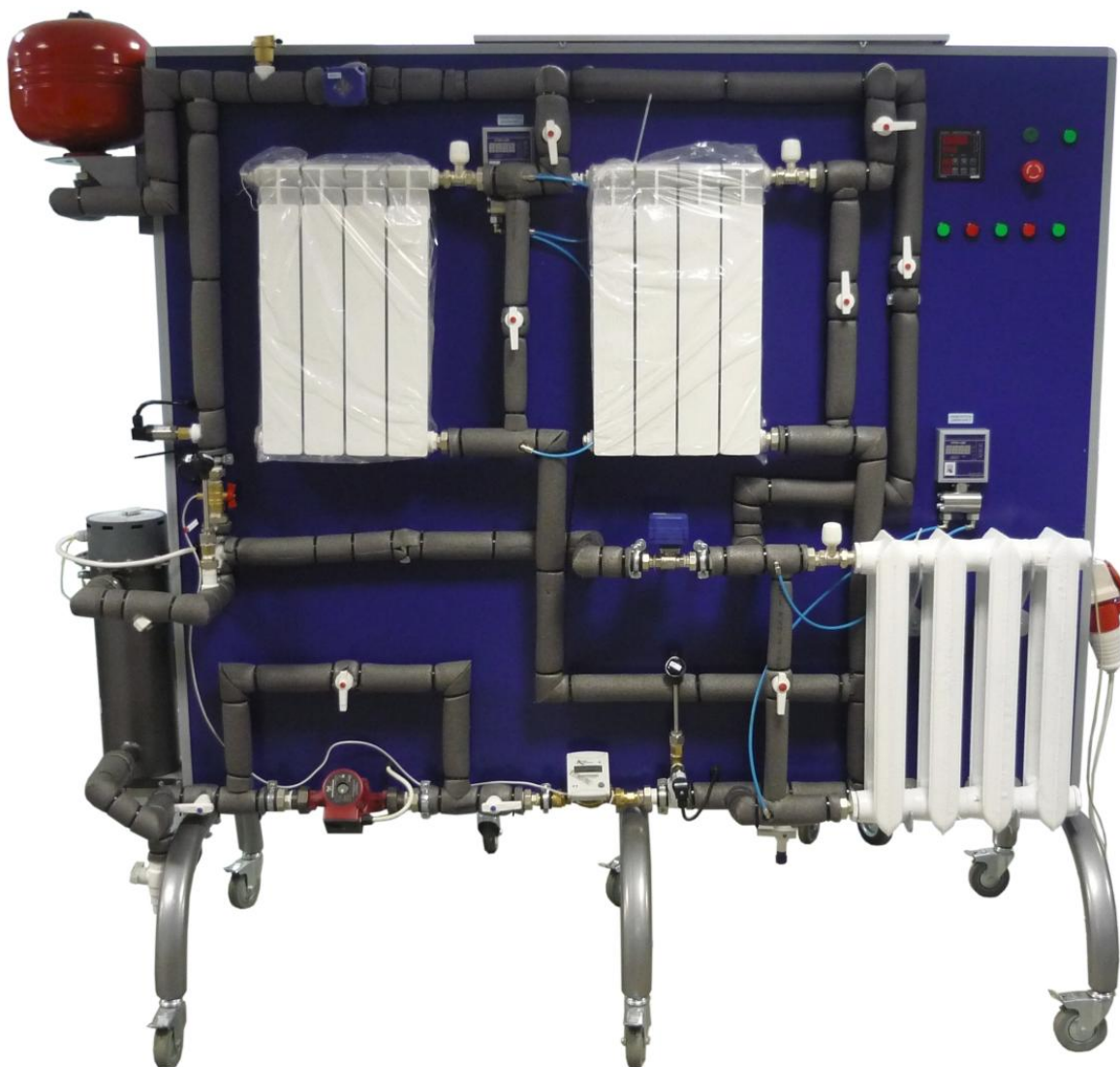


Рис.1.1. Внешний вид лабораторного стенда

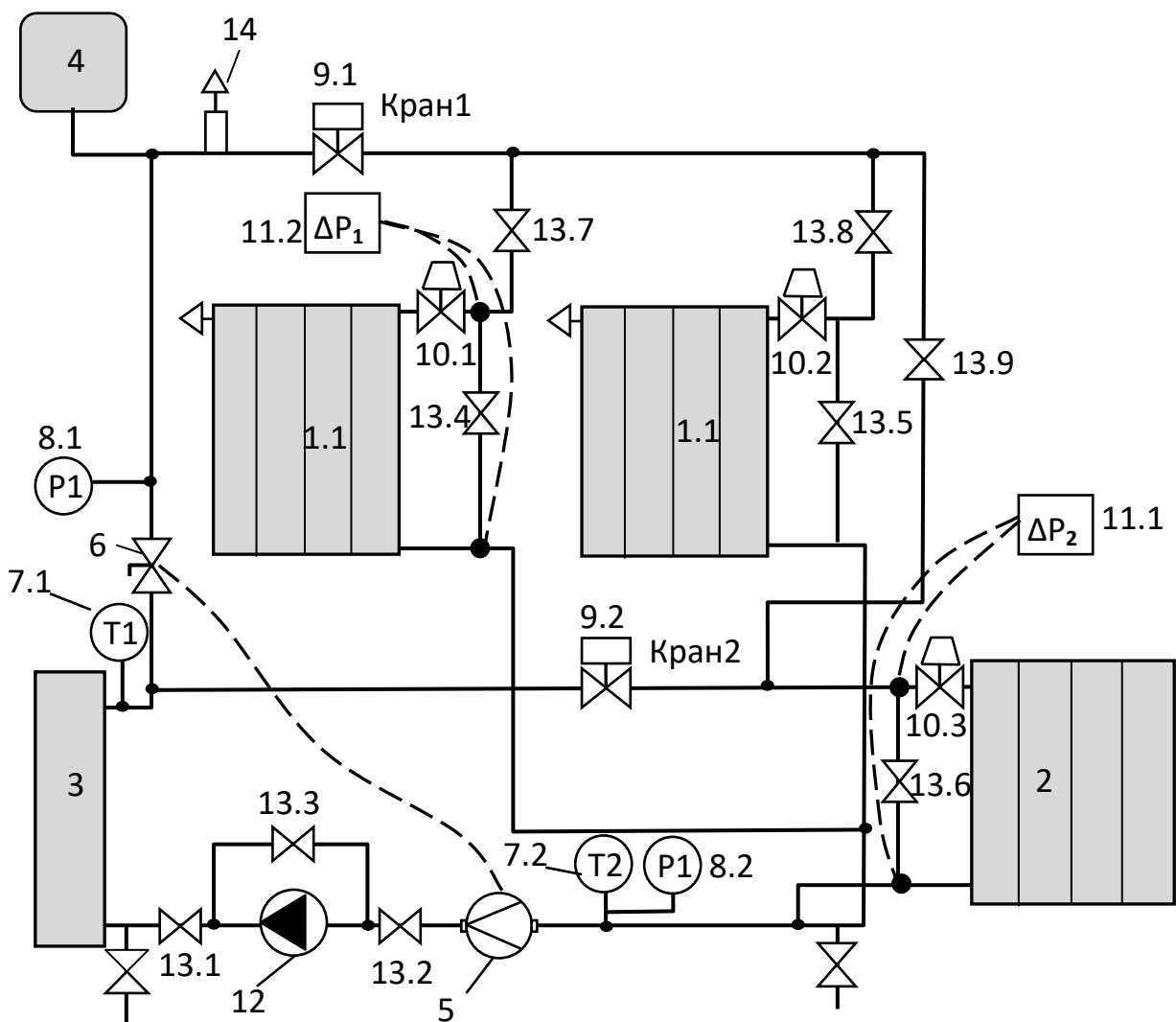


Рис.1.2. Принципиальная схема лабораторного стенда

Т а б л и ц а 1.1

**Перечень оборудования стенда**

Номер элемента на схеме (рис.1.2)	Наименование элемента	Назначение элемента
1.1, 1.2	радиатор биметаллический «Сантехпром БМ»	передача теплоты от теплоносителя к воздуху отапливаемого помещения
2	радиатор чугунный М-140	
3	электронагреватель проточный	нагрев теплоносителя (воды)

Номер элемента на схеме (рис.1.2)	Наименование элемента	Назначение элемента
4	расширительный бак	прием лишнего объема воды, образующегося при ее нагревании
5	теплосчетчик «КАРАТ-компакт-МБ» (тепловычислитель со встроенным расходомером и датчиком температуры)	Учет количества теплоты, отданной потребителю, контроль параметров теплоносителя
6	кран шаровой со встроенным датчиком температуры	в данной схеме установлен в комплекте с теплосчетчиком для передачи информации о температуре воды на выходе из электрического нагревателя
7.1, 7.2	датчик температуры (температурный преобразователь)	преобразует измеренное значение температуры для дальнейшей передачи его на персональный компьютер для построения графиков в программе «Управление стендом»
8.1, 8.2	датчик давления	преобразует измеренное значение давления для дальнейшей передачи его на персональный компьютер для построения графиков в программе «Управление стендом»
9.1, 9.2	кран (запорный клапан) автоматический	закрывается или открывается с помощью кнопок управления в программе «Управление стендом»
10.1,10.2	радиаторный терморегулятор	предназначен для поддержания заданной температуры воздуха в помещении путем регулирования расхода теплоносителя через отопительный прибор
11.1,11.2	измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ 138	в данной схеме используется для измерения и регистрации перепада давлений на отопительных приборах
12	насос циркуляционный	обеспечивает циркуляцию теплоносителя в схеме, имеет трехходовую регулировку расхода теплоносителя

Номер элемента на схеме (рис.1.2)	Наименование элемента	Назначение элемента
13.1-13.9	кран шаровой запорный	предназначен для перекрытия теплоносителя, должен эксплуатироваться в двух режимах: «полностью открыт» или «полностью закрыт»
14	предохранительно-сбросной клапан.	служит для аварийного сброса избыточного давления в случае его превышения предельно-допустимого значения

### 1.3 Техника безопасности при работе со стендом

При работе со стендом необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- к работе со стендом допускаются только лица, изучившие принципиальную схему стенда и прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- при обнаружении любых повреждений и неисправностей оборудования, а также при появлении дыма, искрения или специфического запаха перегорелой изоляции, немедленно обесточить оборудование;
- запрещается использовать стенд или его отдельные элементы не по назначению;
- запрещается вскрывать изделие;
- запрещается видоизменять принципиальную схему и общие функции работы изделия;
- при эксплуатации необходимо соблюдать «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»
- не оставлять оборудование включенным без присмотра;
- во избежание поломок оборудования не прикладывайте чрезмерных усилий при манипуляциях с запорными кранами и другими элементами стенда.
- используйте только исправные разъемы электропитания;
- запрещается подключать персональный компьютер стенда к сети Интернет без согласования с предприятием-изготовителем.

### 1.4 Работа с программным обеспечением стенда

Для управления стендом используется персональный компьютер (ПК) с установленной программой «Управление стендом».

Перед запуском программы необходимо подключить питание стенда и

подключить компьютер к стенду. При корректном запуске программы открывается окно (рис.1.3).

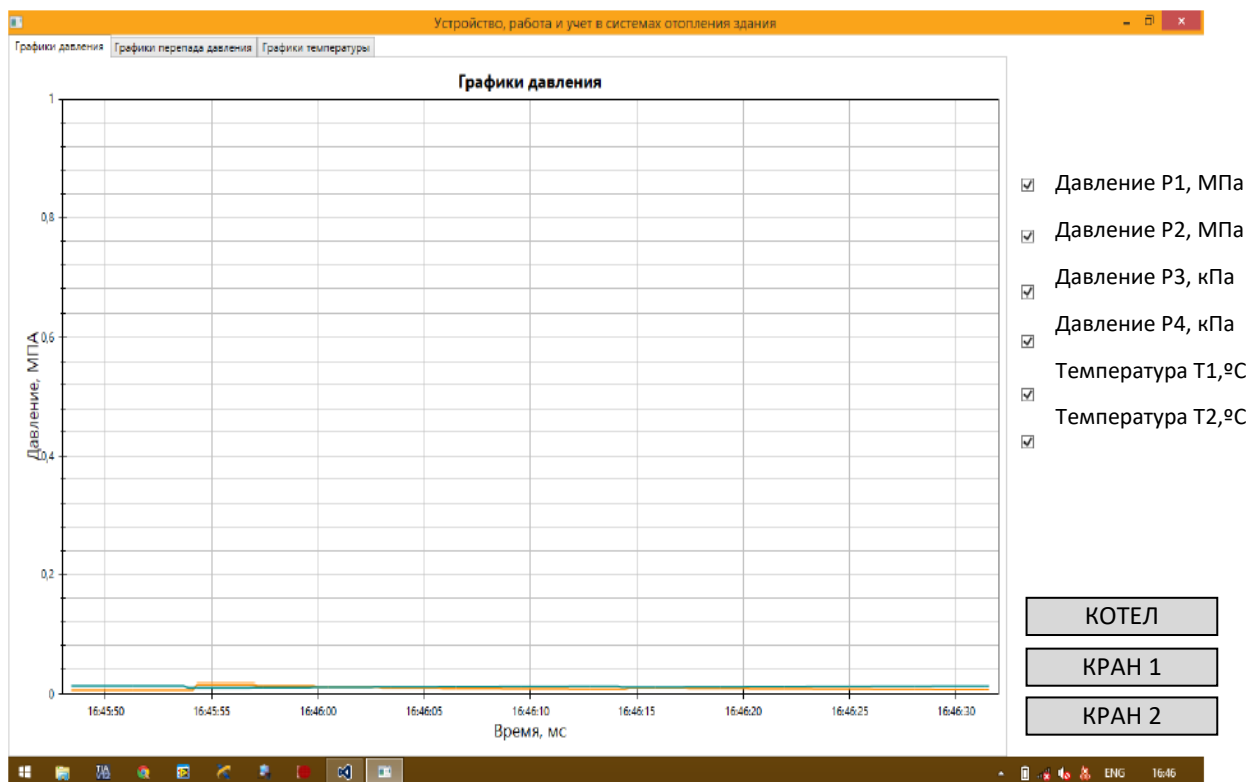


Рис.1.3. Рабочее окно программы «Управление стендом»

В левой части окна расположен перечень параметров, графики которых будут отображаться на рабочем поле. Цвет шрифта наименования параметра соответствует цвету линии графика. Установка галочки рядом с соответствующим параметром позволяет отобразить его график. При снятии галочки график перестает отображаться.

Кнопки с надписями «КОТЕЛ», «КРАН 1» и «КРАН 2» служат для включения или выключения соответствующего оборудования. При этом на стенде загораются лампочки-индикаторы с соответствующей надписью. Зеленый цвет лампы означает, что элемент включен, красный – выключен.

Для запуска работы стенда нужно нажать кнопку «КОТЕЛ», «КРАН 1» и «КРАН 2». После этого автоматически включается электронагреватель и насос. В конце работы со стендом все кнопки приводятся в режим «выключено».

Закрытие программы осуществляется нажатием кнопки «X». В результате открывается диалоговое окно сохранения файла, в котором необходимо указать название и место сохраняемого документа с результатами проведенных измерений.



## **1.5 Задание**

- Зарисовать схему лабораторного стенда (рис.1.2).
- Изучить перечень оборудования и его назначение (табл.1.1).
- Совершить пробный запуск стенда (под контролем преподавателя)
- По схеме или натурной модели стенда определить движение потоков теплоносителя при всех включенных кранах.

## **1.6 Отчет**

Отчет включает в себя схему стенда, перечень основных элементов и оборудования, а также краткий конспект алгоритма работы со стендом и программным обеспечением.

### **Контрольные вопросы**

1. Показать и назвать все элементы, пронумерованные на схеме стенда.
2. Рассказать о функциональном назначении основных элементов стенда.
3. Перечислить основные положения техники безопасности при работе со стендом.
4. Рассказать последовательность работы с программным обеспечением стенда.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА**

### **2.1. Цель работы**

Изучение устройства и принципа работы теплосчетчика, приобретение навыков работы с теплосчетчиком в штатном режиме эксплуатации.

### **2.2. Сведения об устройстве теплосчетчика**

Для вычисления потребленного количества теплоты требуются данные о расходе теплоносителя, о температуре на входе к потребителю и о температуре на выходе от потребителя.

На рис.2.1 приведена общая схема узла учета теплопотребления.

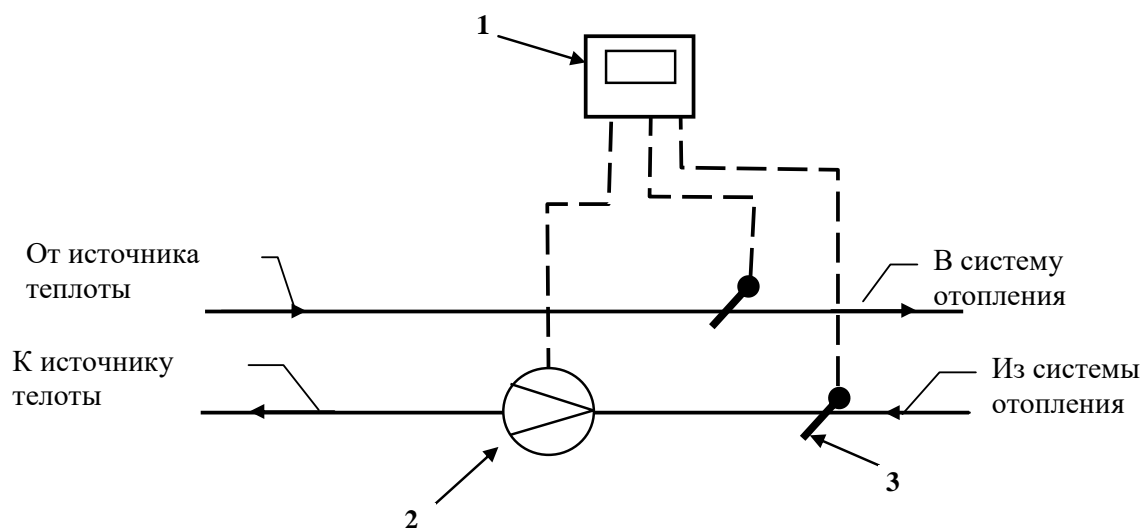


Рис.2.1. Принципиальная схема узла учета теплотребления на отопление: 1 – тепловычислитель; 2 – преобразователь (датчик) расхода; 3 – преобразователи (датчики) температуры (2 шт); (пунктирная линия обозначает электрические провода, связывающие тепловычислитель с датчиками)

Тепловычислитель (1) – это электронное устройство, которое получает сигналы от датчиков температуры и расхода (интервал между измерениями – несколько секунд, считается, что за это время расход и температура не изменились). Используя полученные данные, тепловычислитель рассчитывает количество теплоты  $Q_t$ , поступившей в систему за промежуток времени между измерениями, по формуле

$$Q_t = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot (T_1 - T_2)}{3600} \cdot t, \quad (2.1)$$

где  $V$  – расход теплоносителя,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\rho$  – плотность теплоносителя (воды), в рамках лабораторной работы принимать  $\rho = 990 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

$c$  – удельная теплоемкость воды (заложена в тепловычислитель как постоянная величина  $c = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ );

$T_1, T_2$  – температура подающего и обратного теплоносителя,  $^\circ\text{C}$ ;

$t$  – интервал времени, за который проводится вычисление, час.

Тепловычислитель работает по накопительному принципу: вычислив по формуле (2.1) количество теплоты в соответствии с текущими значениями дат-

чиков, он записывает его в память. Затем прибавляет к нему теплоту, поступившую за следующий интервал, и так далее, в течение всего отопительного сезона. Рекомендуемый интервал снятия показаний – один час. Показания теплового счетчика отображаются на экране, по его данным осуществляется оплата за отопление.

В лабораторном стенде установлен теплосчетчик **КАРАТ-Компакт МБ**, который предназначен для коммерческого учета тепла в квартирах, коттеджах, офисах и других зданиях с закрытой системой теплоснабжения.

Теплосчетчик выполнен в виде разборного моноблока, включающего проточную и измерительную части. Проточная часть стационарно монтируется в трубопровод, в нее вкручивается измерительный блок, который регистрирует расход проходящего теплоносителя и его температуру. Сверху смонтирован измерительный блок (тепловычислитель), на экране которого индицируются измеряемые параметры (рис.2.2).

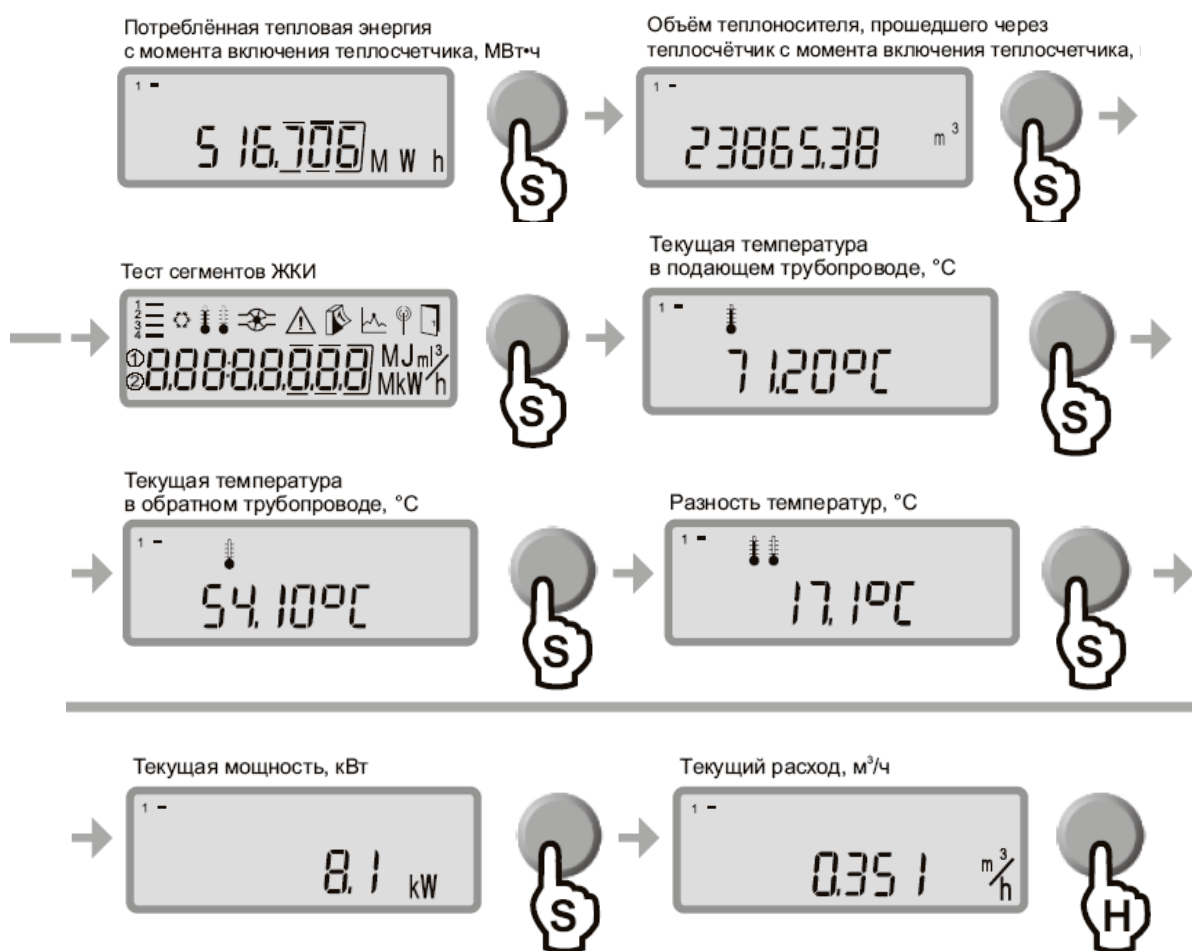


Рис.2.2. Схема последовательного перехода между параметрами, отображаемыми на дисплее теплосчетчика.

Теплосчётчик измеряет, вычисляет и отображает текущие значения (**параметры первой группы**):

- Потреблённая тепловая энергия с момента установки теплосчётчика, МВт•ч
- Объём теплоносителя, прошедшего через теплосчётчик с момента его установки, м<sup>3</sup>;
- Тест сегментов ЖКИ;
- Текущая температура в подающем трубопроводе, °С;
- Текущая температура в обратном трубопроводе, °С;
- Разность температур, °С;
- Текущая мощность, кВт;
- Текущий расход, м<sup>3</sup> /ч.

Для просмотра первой группы параметров используется только **короткое нажатие клавиши управления** (не более 1 с). Если кнопка управления просмотром данных не используется более 2 минут, то индикация теплосчётчика автоматически переключается на отображение первого параметра, который будет постоянно индицироваться на экране-индикаторе до следующего нажатия кнопки.

Более длительное нажатие кнопки управления переключает дисплей в режим просмотра архивных данных.

### 2.3. Порядок работы

1) Проверить положения кранов: должны быть закрыты краны 13.3 -13.6 (на замыкающих участках отопительных приборов и на байпасе насоса), остальные краны должны быть открыты.

2) Включить питание стенда, подключить компьютер, запустить программу «Управление стендом».

3) После появления рабочего окна программы включить кнопки с надписью «КОТЕЛ», «КРАН1» и «КРАН 2». На электронагревателе стенда установить температуру нагрева (60-80 °С). На насосе установить I режим работы.

4) Записать начальные значения индицируемых показателей теплосчетчика и занести их в табл.2.1.

5) Повторить снятие показаний несколько раз с равными промежутками времени (например, через 2 мин.), основные значения занести в табл.2.1.

6) Рассчитать теоретическое значение потребленной теплоты  $Q_{\text{теор}}$ , кВт•ч, по формуле

$$Q_{\text{теор}} = \Sigma Q_j, \quad (2.2)$$

где  $Q_j$  – количество потребленной теплоты за промежутков времени между соседними измерениями, кВт•ч, вычисляемое по формуле (2.1).

Таблица 2.1

## Показания тепловычислителя

Наименование параметра	Значение параметра			
	через 2 мин	через 4 мин	через 6 мин	через 8 мин
Потреблённая тепловая энергия с момента установки теплосчётчика, Q, МВт·ч	0,001	0,001	0,001	0,001
Текущая температура в подающем трубопроводе, T <sub>1</sub> °С	35	40	43	47
Текущая температура в обратном трубопроводе, T <sub>2</sub> °С	33	39	42	45
Текущий расход, V, м <sup>3</sup> /ч	1,5	1,5	1,5	1,5

Ниже приведен пример вычислений по формуле (2.1) для значений, приведенных в табл. 2.1.

$$Q_{2\text{мин}} = \frac{1,5 \cdot 990 \cdot 4,19 \cdot (35 - 33)}{3600} \cdot \frac{2}{60} = 0,058 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$Q_{4\text{мин}} = \frac{1,5 \cdot 990 \cdot 4,19 \cdot (40 - 39)}{3600} \cdot \frac{2}{60} = 0,029 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$Q_{6\text{мин}} = \frac{1,5 \cdot 990 \cdot 4,19 \cdot (43 - 42)}{3600} \cdot \frac{2}{60} = 0,029 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$Q_{8\text{мин}} = \frac{1,5 \cdot 990 \cdot 4,19 \cdot (47 - 45)}{3600} \cdot \frac{2}{60} = 0,058 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

Теоретическое значение потребленной теплоты Q<sub>теор</sub>, кВт·ч, по формуле (2.2) составит:

$$Q_{\text{теор}} = 0,058 + 0,029 + 0,029 + 0,058 = 0,174 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Приведенный пример вычислений иллюстрирует принцип работы тепловычислителя. Отличие от реальных условий работы в том, что интервал снятия показаний в тепловычислителях, установленных в эксплуатируемых зданиях и на лабораторном стенде, составляет один час. Поэтому за время, отведенное на выполнение лабораторной работы, проследить динамику изменения показаний тепловычислителя не представляется возможным.

## 2.4. Отчет

Отчет о выполненной работе должен содержать цель работы, основные сведения о принципе работы теплосчетчика, таблицы с результатами измерений и проведенных вычислений.

### Контрольные вопросы

1. Каково назначение и принцип действия теплосчетчика?
2. Нарисовать принципиальную схему узла учета теплотребления.
3. Написать формулу для определения потребленного количества теплоты.
4. Какие параметры можно посмотреть в текущем режиме работы теплосчетчика КАРАТ-Компакт МБ?
5. Показать на стенде приборы, участвующие в измерении потребленного количества теплоты.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ИЗУЧЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

### 3.1. Цель работы

Изучение основных технических характеристик отопительных приборов, приобретение навыков работы с измерительными приборами в штатном режиме эксплуатации.

### 3.2. Сведения об отопительных приборах лабораторного стенда

На лабораторном стенде присутствуют три отопительных прибора, основные технические характеристики которых приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1

Технические характеристики отопительных приборов

Номер на схеме стенда	Наименование	Материал	Номинальный тепловой поток $Q_{ном}$ , Вт
1.1,1.2	Радиатор биметаллический «Сантехпром БМ» РБС 500-4-0,78	Каркас из стальных труб и оребрение из алюминиевого сплава	780
2	Радиатор М-140	Чугунный монолитный	740

В маркировке биметаллического радиатора РБС 500-4-0,78 заключены следующие обозначения: РБС – радиатор биметаллический секционный; 500 – расстояние между центрами присоединительных труб входного и выходного отверстия; 4 – количество секций; 0,78 – номинальный тепловой поток кВт.

### 3.4. Основные расчетные зависимости

Номинальным называется тепловой поток, измеренный при стандартных условиях работы, при которых через отопительный прибор организуется расход теплоносителя, равный 0,1 кг/с, а температурный напор (то есть разность между средней температурой отопительного прибора и окружающего воздуха) равен 70°C.

При определении фактического теплового потока отопительного прибора (при условиях работы, отличных от стандартных)  $Q_{оп}$ , Вт, используют формулу

$$Q_{оп} = Q_{ном} \cdot \left( \frac{\Delta t_{ср}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_{пр}}{0,1} \right)^p \cdot C_{пр}, \quad (3.1)$$

где  $Q_{ном}$  – номинальная теплоотдача отопительного прибора при стандартных условиях, Вт/ м<sup>2</sup>;

$n$ ,  $p$ ,  $C_{пр}$  – экспериментальные коэффициенты, принимаемые по [2] (для лабораторного стенда принимать  $C_{пр} = 1$ ,  $p = 0,03$ ,  $n = 0,3$ );

$G_{пр}$  – расход воды в отопительном приборе, кг/с;

$\Delta t_{ср}$  – температурный напор, °С.

Температурный напор  $\Delta t_{ср}$ , °С, определяется по формуле

$$\Delta t_{ср} = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_{в}, \quad (3.2)$$

где  $t_{вх}$ ,  $t_{вых}$  – температура теплоносителя на выходе и входе отопительного прибора, °С, в лабораторной работе принять  $t_{вх} = T_1$ ,  $t_{вых} = T_2$ .

$t_{в}$  – температура воздуха помещения, °С.

При гидравлическом расчете систем отопления для определения потерь давления в отопительных приборах используют характеристику сопротивления  $S$ , Па/(кг/с)<sup>2</sup>, вычисляемую по формуле

$$S = \Delta P / G_{пр}^2, \quad (3.3)$$

где  $G_{пр}$  – расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;  
 $\Delta P$  – потери давления, Па.

### 3.5. Порядок выполнения работы

1) Включить питание стенда, подключить компьютер, запустить программу «Управление стендом».

2) После появления рабочего окна программы включить кнопки с надписью «КОТЕЛ», «КРАН1». «КРАН 2» должен быть закрыт. На электронагревателе стенда установить температуру нагрева (60-80 °С). На насосе установить I режим работы.

3) С помощью шаровых кранов организовать движение теплоносителя только через биметаллический радиатор 1.1. Для этого оставить открытыми краны 13.1,13.2,13.7,10.1, закрыть краны 13.3, 13.4,13.8, 13.9, (остальные можно не трогать).

4) Используя показания тепловычислителя, записать значения расхода теплоносителя  $V_m^3/ч$ , и температур в подающем и обратном трубопроводе  $T_1$  и  $T_2$ , °С.

5) Записать показания измерителя перепада давления  $\Delta P_1$  при различных положениях переключателя насоса (I, II, III), фиксируя каждый раз значение установившегося расхода теплоносителя по показаниям теплосчетчика. Результаты измерений заносим в табл.3.1.

Таблица 3.1

Результаты измерения гидравлических характеристик биметаллического радиатора

Наименование измеряемого параметра	Значение параметра		
	режим насоса		
	I	II	III
Перепад давлений $\Delta P_1, Па$			
Расход теплоносителя $V_m^3/ч$			

6) Переключить поток теплоносителя через радиатор 2. Для этого с помощью управляющей программы открыть «КРАН 2» и закрыть «КРАН 1». Шаровой кран 13.6 закрыть.

7) Провести с отопительным прибором 2 измерения, указанные в п.4) и 5), результаты занести в таблицу, аналогичную табл.3.1.

8) Провести расчет теплового потока отопительных приборов (формулы (3.1), (3.2)). При расчетах в формулы подставлять значение расхода теплоносителя  $G_{np}$ , пересчитанное с учетом показаний тепловычислителя по формуле

$$G_{np} = V \cdot \rho / 3600, \quad (3.4)$$



где  $V$  – расход теплоносителя,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\rho$  – плотность теплоносителя (воды), в рамках лабораторной работы принимать  $\rho = 990 \text{ кг/ м}^3$ ;

9) Рассчитать характеристику сопротивления отопительных приборов по формуле (3.3) при различных режимах работы насоса. Сравнить полученные результаты.

### 3.6. Отчет

Отчет о выполненной работе должен содержать цель работы, краткое описание хода работы, результаты измерений, расчетные зависимости и результаты проведенных вычислений.

#### Контрольные вопросы

1. При каких условиях определяется номинальный тепловой поток отопительного прибора?
2. Показать на схеме стенда направление движения потоков теплоносителя при положения запорной арматуры, указанных в п. 2), 3), 6).
3. Как рассчитывается фактический тепловой поток отопительного прибора при условиях работы, отличающихся от стандартных?
4. Как перевести объемный расход теплоносителя ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) в массовый ( $\text{кг}/\text{с}$ )?

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 8.592 -2002 Тепловая энергия, потребленная абонентами водяных систем теплоснабжения. Типовая методика выполнения измерений.– М.: Госстандарт России, 2002. – 4 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства, Ч.1.: Отопление. Справочник проектировщика / под ред. И.Г. Староверова. – М.: Стройиздат. - 2008. – 430 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА.....	4
Лабораторная работа №2. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА .....	9
Лабораторная работа № 3. ИЗУЧЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ .....	14
Библиографический список.....	17

### **Устройство, работа и учет в системах отопления здания»**

*Методические указания  
к выполнению лабораторных работ с применением  
лабораторного стенда ЛС/ПО-УРУСОЗ  
для студентов всех форм обучения направления  
08.03.01 «Строительство» (квалификация «Бакалавр»)  
08.04.01 «Строительство» (квалификация «Магистр»)*

Составитель Кононова Марина Сергеевна

Подписано в печать                    2014. Формат 60×84 1/16. Уч.-изд. л. 1,2  
Усл.-печ. л. 1,4. Бумага писчая. Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_.

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии  
издательства учебной литературы и учебно-методических пособий  
Воронежского ГАСУ  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84