

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

А.В. КУЗНЕЦОВА

ИСПЫТАНИЕ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА

Лабораторная работа № 20

Методическое пособие
по курсам:
«Метрология, стандартизация и сертификация»,
«Технические измерения и приборы»

для студентов, обучающихся по направлению
«Теплоэнергетика»

Под редакцией Г.М.Ивановой

УДК
621.1.
К 891

Утверждено учебным управлением МЭИ(ТУ)

Подготовлено на кафедре автоматизированных систем управления тепловыми процессами

Рецензенты: докт. техн. наук, профессор А.В.Андрюшин,

Кузнецова А.В.

К 891 **Испытание** теплосчетчика. Лабораторная работа № 20:
методическое пособие/ А.В.Кузнецова; под ред. Г.М. Ивановой.-
М.: Издательский дом МЭИ, 2009.-8с

Посвящено изучению методов измерения количества теплоты. При выполнении лабораторной работы студенты знакомятся с первичными преобразователями, входящими в состав теплосчетчика, измерительным блоком и алгоритмами расчета количества теплоты, приобретают навыки работы с прибором. Продолжительность лабораторных занятий – 4 часа.

Предназначено для студентов ИТАЭ, ИПЭЭФ, ЭнМИ, ФЕСТО.

Учебное издание

Кузнецова Анна Викторовна

ИСПЫТАНИЕ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА
Лабораторная работа № 20

Методическое пособие по курсам:
«Метрология, стандартизация и сертификация»,
«Технические измерения и приборы»
для студентов, обучающихся по направлению
«Теплоэнергетика»

Редактор издательства

Темплан издания МЭИ 2009 (), учебн. Подписано в печать
Печать офсетная Формат 60х84/16 Физ.печ. л. 0,5 Тираж 100 экз Изд. №
Заказ

Издательство МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная ул., д.14.
Отпечатано в ООО «Типография-Н», 141292, Московской обл.,
г. Красноармейск, просп. Испытателей, д.25/2

1. НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ

Целью работы является закрепление теоретических знаний студентов по разделу «Измерение количества теплоты».

В процессе выполнения работы студент должен:

1.Изучить алгоритмы расчета количества теплоты в закрытых и открытых системах теплоснабжения.

2.Ознакомиться со способами представления результатов расчета количества теплоты, микропроцессорными средствами измерения.

3.Научиться определять погрешности каналов измерения температуры, разности температур, количества теплоты измерительного блока и теплосчетчика в целом, используя необходимые алгоритмы расчета и показания средств измерения.

К работе можно приступать после проработки настоящего руководства, изучения устройства приборов и п.п.2.4;5.1;13.3;14.3 учебника Ивановой Г.М., Кузнецова Н.Д., Чистякова В.С. «Теплотехнические измерения и приборы». М.:МЭИ,2005.

2. ЗАДАНИЕ

1.Изучить микропроцессорные средства измерения количества теплоты, ознакомиться с устройством первичных преобразователей расхода, температуры, давления и измерительного блока.

2.Ознакомиться со схемой установки, размещением приборов на лабораторном стенде, обязательной формой протокола.

3.Провести работу в следующей последовательности.

3.1.Подготовить теплосчетчик к работе.

3.2.Определить метрологические характеристики каналов измерения температур воды в прямом (t_1) и обратном (t_2) трубопроводах, разности температур в них для каналов измерительного блока и теплосчетчика в целом, заполнить таблицы Приложения 1.

3.3.Произвести измерение количества теплоты при шести режимах отпуска теплоты: шести значениях разности температур, указанных в таблице Приложения 2.

3.4. По показаниям расхода и установленным значениям температур рассчитать тепловую мощность $P_{расч}$ и определить погрешности как соответствующего канала измерительного блока, так и теплосчетчика в целом.

3.5.Оформить результаты измерений в виде табл.1 и 2, приведенных в Приложении 2.

4.Оформить отчет по проделанной работе.

3. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

На стенде, принципиальная схема которого дана на рис.1, установлены измерительный блок теплосчетчика 1 и два магазина сопротивлений 2,3, имитирующих сопротивление платиновых термопреобразователей сопротивления градуировки 100П, измеряющих температуры теплоносителя (воды) на входе t_1 и выходе t_2 теплообменной установки (прямой и обратный трубопроводы). На стенде также представлен электромагнитный расходомер 4. Расход теплоносителя фиксирован путем замыкания цепи измерения расхода на постоянное сопротивление. В представленной на стенде

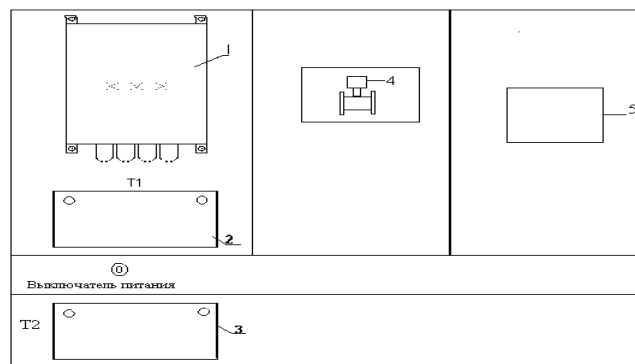


Рис.1. Внешний вид лабораторного стенда

таблице 5 и в Приложении 4 даны значения сопротивлений ТСП гр.100П и энтальпий. Количество теплоты вместе с параметрами теплоносителя – температурой, давлением, расходом считываются с однострочного дисплея 1, размещенного на информационной панели измерительного блока, изображенного на рис.2. Вызов на дисплей требуемого параметра производится в реверсном режиме при нажатии кнопок 2 или 3. Кнопка 4

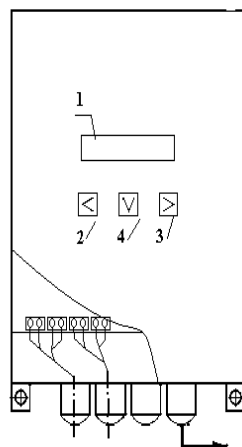


Рис.2. Внешний вид теплосчетчика SA-94/2

служит для изменения размерности измеряемых величин.

4. МЕТОДИКА И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

В теплосчетчике каналы измерения температуры содержат термопреобразователи сопротивления, подключенные к измерительному блоку по четырех проводной схеме, и измерительный блок. При использовании образцовых магазинов сопротивления, имитирующих термопреобразователи сопротивления, погрешность канала представляет погрешность измерительного блока. По каналу измерения температуры последний включает нормализатор, коммутатор, аналогово-цифровой преобразователь, процессор, жидкокристаллический модуль, который помимо жидкокристаллического индикатора содержит дешифратор.

Для выполнения работы по пункту 3.1 необходимо включить общее напряжение питания на стенд (подать питание на измерительный блок теплосчетчика SA-94). Тумблер питания находится на пульте стенда. На магазинах 2, 3, имитирующих термопреобразователи сопротивления градуировки 100П, устанавливаются сопротивления, соответствующие температурам, указанным в таблице 1,2 Приложения 1. Значения сопротивлений приведены в Приложении 4 и в таблице на стенде. Температуры t_1, t_2 считываются с дисплея теплосчетчика.

Для снятия характеристики по каналу t_1 следует установить $t_2 = \text{const} = 10^\circ\text{C}$ (103,97 Ом) и изменять только t_1 , устанавливая соответствующие сопротивления магазина (2). Для снятия характеристик по каналу t_2 следует установить постоянным значение $t_1 = 160^\circ\text{C}$ (162,01 Ом), а значения t_2 установить в соответствии с табл.2 Приложения 1, изменяя значения сопротивления магазина 3.

Абсолютная погрешность измерительного блока по каналу измерения температур ($\Delta_{t, \text{ИБ}}^\circ\text{C}$) рассчитывается как

$$\Delta_{t1\text{ИБ}} = t_{1\text{сч}} - t_1, \quad \Delta_{t2\text{ИБ}} = t_{2\text{сч}} - t_2.$$

Погрешность температурного канала измерительного блока ($\Delta_{\text{ИБ}}^\circ\text{C}$) не должна превышать

$$\Delta_{\text{ИБ}} = \pm(0,2 + 0,001t),$$

Погрешность канала измерения температур t_1, t_2 с термопреобразователем сопротивления рассчитывается как

$$\Delta_{\text{тк}} = \pm(\Delta_{\text{тс}}^2 + \Delta_{\text{ИБ}}^2)^{0,5},$$

где ($\Delta_{\text{тс}}^\circ\text{C}$) – погрешность термопреобразователя сопротивления, для ТСП гр.100П кл.А

$$\Delta_{\text{тс}} = \pm(0,15 + 0,002t),$$

Погрешность канала измерения разности температур ($\Delta_{dt\text{ИБ}}^\circ\text{C}$) при ее показаниях ($dt_{\text{ИБ}}^\circ\text{C}$) рассчитывается как

$$\Delta_{dt\text{ИБ}} = dt_{\text{ИБ}} - dt,$$

где ($dt^\circ\text{C}$) – установленная на магазинах сопротивления разность температур в соответствии с табл.3 Приложения 1. Поскольку для

измерительного блока теплосчетчика погрешность измерения разности температур не нормирована, то погрешность канала измерения разности температур с учетом погрешности комплекта термо-преобразователей сопротивления класса 1 с согласованными характеристиками рассчитывается как

$$\Delta_{dтк} = \pm 1,1(\Delta_{dт}^2 + \Delta_{dтИБ}^2)^{0,5}, \quad \delta_{dтк} = (\Delta_{dтк} / dт) \cdot 100, \%$$

где $(\Delta_{dт} \text{ } ^\circ\text{C})$ – погрешность комплекта КТПТР с ТСП гр.100П кл.1

$$\Delta_{dт} = 0,05 + 0,001 dт.$$

Для проведения испытаний теплосчетчика по пункту 3.3 следует выставить на образцовых магазинах значения сопротивлений, соответствующих температурам первой точки (см. Приложение 2). Затем установить на экране теплосчетчика показания расхода Q и занести его значение в таблицу 1 Приложения 2. Следует строго следить за правильностью выставления температур, не путать прямой и обратный трубопроводы (t_1 – прямой, t_2 – обратный). Снять показания тепловой мощности P с измерительного блока (снимать это показание следует после его установления, не должны изменяться 4 значащие цифры). Заполнить таблицу 1 Приложения 2 для всех шести точек.

Расчетное значение тепловой мощности определяется по формуле

$$P_{расч} = Q (h_1 - h_2) 10^{-3} / 4,1868,$$

где Q – массовый расход теплоносителя, т/ч; h_1, h_2 – энтальпии теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе, кДж/кг; 4,1868 – коэффициент перевода джоулей в калории. Значения энтальпий теплоносителя приведены в Приложении 3 и в таблице на стенде.

Сопоставьте $P_{расч}$ с показаниями теплосчетчика. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешности канала измерения тепловой мощности измерительного блока

$$\Delta_{рИБ} = P_{ИБ} - P_{расч}, \quad \delta_{рИБ} = (\Delta_{рИБ} / P_{ИБ}) \cdot 100;$$

и теплосчетчика, учитывая погрешность первичных средств измерения, как

$$\delta_{рСч} = 1,1(\delta_{dтк}^2 + \delta_Q^2 + \delta_{рИБ}^2)^{0,5},$$

погрешность измерения расхода $\delta_Q = \pm 2 \%$.

Относительная погрешность измерительного блока по расчету теплоты $\delta_{рИБ}$ не должна превышать 2 % при разности температур от 3 до 10 $^\circ\text{C}$, и $\pm 1 \%$ при разности температур свыше 10 $^\circ\text{C}$. Погрешность же теплосчетчика с учетом первичных средств измерения не должна превышать при указанных разностях температур соответственно $\pm 6 \%$ и $\pm 5 \%$. При разности температур свыше 20 $^\circ\text{C}$ эта погрешность снижается до $\pm 4 \%$.

5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Отчет по работе должен включать:

1. Краткое описание и принципиальную схему установки.

2.Таблицы характеристик каналов измерения температуры и их разности.

3.Протокол испытаний теплосчетчика.

4.Анализ результатов испытаний.

Приложение 1

Т а б л и ц а 1

Поверка канала температуры t_1 измерительного блока, $R_{mag_{T1}}=$

$t_1, ^\circ\text{C}$	$R_{mag_{T1}}, \text{Ом}$	Прямой ход		Обратный ход	
		$t_{1сч}, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{t1ИБ} = t_{1сч}-t_1, ^\circ\text{C}$	$t_{1сч}, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{t1ИБ} = t_{1сч}-t_1, ^\circ\text{C}$
60	123,61				
80	131,388				
100	139,133				
120	146,792				
145	156,33				

Т а б л и ц а 2

Поверка канала температуры t_2 измерительного блока, $R_{mag_{T1}}=$

№	$t_2, ^\circ\text{C}$	$R_{mag_{T2}}, \text{Ом}$	Прямой ход		Обратный ход	
			$t_{2сч}, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{t2ИБ} = t_{2сч}-t_2, ^\circ\text{C}$	$t_{2сч}, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{t2ИБ} = t_{2сч}-t_2, ^\circ\text{C}$
1	60	123,61				
2	80	131,388				
3	100	139,133				
4	120	146,792				
5	145	156,33				

Т а б л и ц а 3

Характеристики канала измерения разности температур dt

№	$dt, ^\circ\text{C}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$R_{mag.} \text{Ом}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$R_{mag} \text{Ом}$	$dt_{сч}, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{\Delta tИБ}, ^\circ\text{C}$	$\delta_{\Delta tИБ} \%$
1	3	60		57				
2	5	65		60				
3	10	70		60				
4	15	80		65				
5	50	130		80				
6	135	145		10				

Приложение 2

Т а б л и ц а 1

Характеристики измерительного блока по каналу измерения теплоты

№	t_1 , °C	$h1$, кДж/кг	t_2 , °C	$h2$, кДж/кг	Δt , °C	Q , т/ч	$P_{расч.}$, Гкал/ч	$P_{сч}$, Гкал/ч	$\Delta_{рИБ}$, Гкал/ч	$\delta_{рИБ}$, %
1	60		57		3					
2	65		60		5					
3	70		60		10					
4	80		65		15					
5	130		80		50					
6	145		10		135					

Т а б л и ц а 2

Характеристики теплосчетчика

№	Δt , °C	$\delta_{\Delta t}$, %	δ_Q , %	$\delta_{рИБ}$, %	$\delta_{рТС}$, %
1	3				
2	5				
3	10				
4	15				
5	50				
6	135				

Приложение 3

Таблица значений сопротивлений гр.100П и энтальпий

t	R , Ом	h , кДж/кг $p = 0,9$ МПа	h , кДж/кг $p = 0,5$ МПа
145	156,33	611,0	610,8
135	152,52	568,1	567,9
130	150,61	546,7	546,5
80	131,39	335,6	335,3
70	127,51	293,7	293,4
65	125,56	273,8	273,5
60	123,61	251,8	251,5
57	122,41	236,3	236,0
10	103,97	42,9	42,5