

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП ВНИИМС

_____ А.И. Асташенков

« ____ » _____ 2002 г.

ГСИ. ТЕПЛОСЧЕТЧИК ЭСКО-Т

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ЭСКО. 23367.009 МП

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	4
2	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	5
3	УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
4	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	6
5	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	7
6	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	7
7	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	18
8	Приложение А «Аналитические выражения для расчета количества теплоты теплосчетчиками ЭСКО-Т	19
9	Приложение Б «Схемы электрических подключений»	20
10	Приложение В «Рекомендуемая форма протокола поверки»	22

Настоящий документ распространяется на теплосчетчики ЭСКО–Т (в дальнейшем по тексту – теплосчетчики) и устанавливает методику их первичной и периодических поверок.

Теплосчетчики предназначены для измерений и регистрации переданного источником или полученного потребителем количества теплоты (тепловой энергии), количества теплоносителя и других параметров в закрытых и открытых водяных системах теплоснабжения при учетно-расчетных операциях.

В состав теплосчетчиков входят:

- блок вычислительно–измерительный (в дальнейшем – БВИ);
- преобразователи расхода первичные электромагнитные ПРПЭ;
- термопреобразователи сопротивлений платиновые (в дальнейшем–ТСП) с номинальными статическими характеристиками (в дальнейшем–НСХ) Pt100 либо 100П.

В составе теплосчетчика могут использоваться:

- преобразователи давлений (в дальнейшем– ПД) в количестве от 1 до 3 с унифицированным выходным сигналом постоянного тока от 4 до 20 мА.

Теплосчетчики, в зависимости от требований потребителя, могут поставляться в следующих вариантах комплектации:

одноканальный ЭСКО–Т–1 для закрытых сетей теплоснабжения;

двухканальный ЭСКО–Т–2 для условно открытых и открытых систем теплоснабжения;

трехканальные:

- ЭСКО–Т–3.П- для условно открытых независимых систем теплоснабжения;
- ЭСКО-Т-3.ГВ - для открытых систем теплоснабжения с отбором теплоносителя на нужды горячего водоснабжения;
- ЭСКО-Т-3.ИТ - для систем теплоснабжения источников тепла.

Теплосчетчики подлежат обязательной государственной поверке при выпуске из производства, а также после ремонта. Поверка теплосчетчиков проводится поэлементно. БВИ поверяется совместно с ПРПЭ, а ПД и ТСП поверяются независимо.

Периодическую поверку теплосчетчиков проводят государственные метрологические службы.

Межповерочный интервал – четыре года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении при первичной и периодической поверке выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта методики поверки
1 Внешний осмотр	6.1
2 Проверка электрического сопротивления изоляции электродов ПРПЭ	6.2
3 Опробование (проверка функционирования)	6.3
4 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) теплоносителя	6.4
5 Определение абсолютной погрешности БВИ при измерении температуры теплоносителя в трубопроводах	6.5
6 Определение относительной погрешности БВИ при измерении разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах	6.6
7 Определение приведенной погрешности преобразований сигналов от ПД	6.7
9 Определение относительной погрешности вычислений массы теплоносителя и количества тепла	6.8
8 Определение относительной погрешности таймера теплосчетчика	6.9
9 Проверка работы при батарейном питании	6.10

Примечания

1 После ремонта проводят проверку теплосчетчиков в объеме первичной поверки.

2 Поверку ТСП проводят по ГОСТ 8.461 на соответствие классам А и В по ГОСТ 6651.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При поверке теплосчетчиков применяют средства измерений и оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Тип	Используемые характеристики	Кол.
Установка поверочная	По действующей НТД	Рекомендуемый диапазон расходов в пределах от 0,015 до 600 м ³ /ч. Пределы относительной погрешности по объему ±0,5 %	1
Магазин сопротивлений	P4831	Класс 0,02/2×10 ⁻⁶	2
Вольтметр универсальный	B7-46/1	Диапазон измерений: 0-300 В, 0-1 А; Пределы допускаемой основной погрешности по при измерении тока и напряжения соответственно, % $\pm \left[0,1 + 0,005 \times \left(\frac{I_k}{I} - 1 \right) \right]; \pm \left[0,04 + 0,005 \left(\frac{U_{кx}}{U_x} - 1 \right) \right]$	
Мегомметр	M 4100/3	Сопротивление изоляции до 200 МОм при напряжении 500 В, класс 1,0	1
Калибратор тока программируемый	П320	Диапазон калиброванных выходных напряжений от 10 ⁻⁵ до 10 ³ В, токов от 10 ⁻⁹ до 10 ⁻¹ А.	1
Частотомер электронно-счетный	ЧЗ-63	Напряжение входного сигнала импульсной формы от 0,1 до 30В. Минимальный период тактовой частоты (частоты заполнения) T _{ТАКТ} : 10 ⁻⁷ с. Пределы относительной погрешности измерений длительности импульсов: $\pm \left(\delta_0 + \frac{T_{ТАКТ}}{\tau_{ИЗМ}} \right)$ где δ ₀ - относительная погрешность по частоте внутреннего опорного генератора: ±5×10 ⁻⁷ с; τ _{ИЗМ} - длительность измеряемого импульса.	1
Источник питания постоянного тока	B5-31	Диапазон установки выходного напряжения от 0 до 15 В	1
Секундомер электронный	СТЦ-2	Пределы погрешности измерений интервалов времени: ±(15·10 ⁻⁶ ·Т+С), где С=1 при цене деления 1с, С=0,01 при цене деления 0,01с	1
Барометр	M 67	Диапазон измерений 81÷ 108 кПа, температурная поправка -1.3 Па/°С;	1
Психрометр аспирационный	M 34	Пределы погрешности измерений влажности ±3% в температурном диапазоне от 16 до 40 °С, пределы измерений влажности не менее 100%, цена деления 0.2 °С.	1
Лабораторный автотрансформатор регулируемый	ЛАТР-2М	Выходное напряжение от 187 до 242 В	1

2.2 Допускается применение средств измерений и оборудования других типов, обеспечивающих необходимую точность измерений.

2.3 Средства измерений, используемые при поверке, должны иметь действующие оттиски поверительных клейм или свидетельства о поверке.

3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Все работы по поверке проводят при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

3.2 Напряжение питания теплосчетчика при поверке должно находиться в пределах (220_{-33}^{+22}) В, с частотой (50 ± 1) Гц.

3.3 В непосредственной близости (на расстоянии до трех метров) от теплосчетчика должны отсутствовать внешние электрические и магнитные поля, кроме земного.

3.4 Вибрация и тряска, влияющие на работу теплосчетчика и средств измерений, должны отсутствовать.

3.5 При проведении поверки теплосчетчика с помощью поверочной расходомерной установки соблюдают следующие условия:

- измеряемая среда – вода;
- температура измеряемой среды от плюс 5 до плюс 90 °С;
- гидравлический канал ПРПЭ должен быть полностью заполнен водой;
- длина прямолинейных участков трубопровода должна быть на входе ПРПЭ – не менее 3 Ду, на выходе – не менее 1 Ду;

3.6 Рабочее положение ПРПЭ горизонтальное. При этом допускается отклонение плоскости расположения электродов ПРПЭ от горизонтальной оси на угол $(\pm 45)^\circ$.

3.7 Перед проведением поверки средства измерений готовят к работе согласно требованиям их эксплуатационной документации с обязательным устранением синфазной помехи при на заполненном водой трубопроводе и при полном отсутствии ее движения в первичном преобразователе расхода теплосчетчика.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и изучившие эксплуатационную документацию на теплосчетчик и используемые средства измерений.

ВНИМАНИЕ! НАПРЯЖЕНИЕ СЕТИ, ПИТАЮЩЕЙ ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПРЕДСТАВЛЯЮТ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ЖИЗНИ!

4.2 Подключение средств измерений необходимо выполнять только при отключенном напряжении питания теплосчетчика.

4.3 При проведении операций поверки следует руководствоваться требованиями безопасности по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 12.2.086.

4.4 Все работы по монтажу и демонтажу оборудования и средств измерений необходимо выполнять при отключенном напряжении питания, при отсутствии избыточного давления измеряемой среды в местах установки ПРПЭ и в строгом соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ) и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ).

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Перед проведением поверки проверяют наличие эксплуатационной документации на теплосчетчик: паспорта ЭСКО.23367.009 ПС с указанием комплектности теплосчетчика и руководства по эксплуатации ЭСКО.23367.009 РЭ.

5.2 Проверяют наличие средств измерений и действующих свидетельств о поверке на них.

5.3 Подготавливают к работе средства измерений согласно эксплуатационной документации на них.

5.4 Проверяют соблюдение условий п.3 настоящей методики.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

Перед началом выполнения операций поверки проводят внешний осмотр теплосчетчика и составных частей, входящих в комплект поставки.

При внешнем осмотре проверяют:

- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей, маркировок, а также отсчету результатов измерений по жидкокристаллическому индикатору (в дальнейшем – ЖКИ) БВИ;
- состояние защитных покрытий (они должны быть прочными, ровными, без царапин и обеспечивать защиту от коррозии);
- исправность элементов коммутации (клеммников, разъемов и т.д.);
- отсутствие повреждений на герметичных кабельных вводах для сетевого шнура и соединительных кабелей;
- отсутствие на корпусе БВИ трещин и повреждений;
- отсутствие на внутренней поверхности гидроканала ПРПЭ трещин и сколов в футеровке;
- соответствие комплектности и маркировки теплосчетчика требованиям, изложенным в его паспорте;
- наличие пломб.

6.2 Проверка электрического сопротивления изоляции электродов ПРПЭ

При проверке электрического сопротивления изоляции электродов внутренняя поверхность гидроканала ПРПЭ должна быть сухой и чистой, а сам ПРПЭ должен быть отключен от БВИ. Один зажим мегомметра с обозначением «Земля» соединяют с корпусом, а другой – с каждым из электродов ПРПЭ. Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если значение сопротивления изоляции электродов не менее 100 МОм.

6.3 Опробование (проверка функционирования)

6.3.1 Опробование каналов измерений расходов теплосчетчика проводят на поверочной установке.

ПРПЭ, входящие в комплект теплосчетчика, устанавливают на измерительный участок поверочной установки, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Проводят монтаж электрических соединений согласно схеме рисунка Б.1 приложения Б.

Заполняют внутренний объем измерительного участка водой. Включают теплосчетчик в сеть.

Плавное изменение расхода воды через измерительный участок, контролируют изменение (увеличение) параметров G_v (м³/ч) и (или) G_M (т³/ч), V (м³) и (или) M (т) в режиме индикации текущих параметров по каждому каналу измерений расхода.

6.3.2 Устанавливают значение наибольшего расхода, соответствующего исполнению теплосчетчика и типоразмеру ПРПЭ, согласно таблице 3. Убеждаются в изменении (увеличении) показаний V (м³) и (или) M (т) по каждому каналу.

Таблица 3

Параметр			Диаметр условного прохода Ду, мм						
			15	25	32	50	80	100	150
Расход наименьший G_{\min} , м ³ /ч	Исполнение	1	0,015	0,04	0,07	0,15	0,45	0,7	1,50
		2	0,03	0,08	0,14	0,3	0,9	1,4	3,0
		3	0,06	0,16	0,28	0,6	1,8	2,8	6,0
Расход наибольший G_{\max} , м ³ /ч			6	16	28	60	180	280	600

Примечание – Для теплосчетчиков ЭСКО–Т-3 проверку по п.п. 6.3.1– 6.3.2 проводят отдельно для каналов G_1 , G_2 (подающий и обратный трубопровод) и для канала $G_{п(ГВ)}$ [трубопровод подпитки или горячего водоснабжения (ГВС)]. Последнее обусловлено тем, что, как правило, типоразмер ПРПЭ, устанавливаемого на трубопроводе подпитки или ГВС, меньше типоразмеров ПРПЭ, устанавливаемых на подающем и обратном трубопроводах.

6.3.3 При опробовании каналов измерений температуры к каждому из проверяемых каналов t_1 , t_2 , $t_{xв}$ в соответствии со схемой рисунка Б.2 приложения Б подключают магазин сопротивлений Р4831. Изменяют значения устанавливаемых сопротивлений в диапазоне:

-от 103,96 до 156,32 Ом (от 10 до 145°C) для варианта комплектации ТСП с НСХ 100П ($W_{100}=1,391$)

-от 103,90 до 155,46 Ом (от 10 до 145°C) для варианта комплектации ТСП с НСХ Pt100 ($W_{100}=1,385$).

При этом наблюдают изменение значений измеряемых температур, выводимых на ЖКИ ИВБ.

6.3.4 Проверку работоспособности интерфейсов RS-232C и RS-485 проводят путем сличения значений установленных параметров (режим меню «Конфигурация») и выводимых на экран монитора ПЭВМ. Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если не обнаружено разницы между данными, выводимыми на экран монитора ПЭВМ, и установленными параметрами теплосчетчика.

6.4 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) теплоносителя

6.4.1 Относительную погрешность определяют на поверочной установке объемным, весовым или методом сличения.

При монтаже ПРПЭ на измерительном участке поверочной установки выполняют требования, изложенные в п.п. 3.5–3.6. Соединение ПРПЭ с БВИ проводят в соответствии со схемой рисунка Б.1 приложения Б. При этом к клемме входа внешнего строба БВИ (сигнал «старт–стоп») подключают источник сигнала управления. Продолжительность интервала времени измерений объемного расхода (объема) теплосчетчиком при поверке определяется длительностью строба (интервалом времени между сигналом «старт «+» и «стоп «-»).

Примечание – Сигнал внешнего строба в зависимости от оснащенности поверочной установки может формироваться как автоматически (с помощью перекидного устройства либо автоматизированного измерительного комплекса), так и вручную (смотри рисунки Б.1 и Б.2).

При поступлении сигнала «стоп «-» время измерений заканчивается. В меню теплосчетчика «Данные поверки» считывают значения результатов измерений за этот интервал времени. При этом на ЖКИ БВИ выводится информация об измеренных значениях: среднего объемного расхода G_v ($\text{м}^3/\text{ч}$), объема теплоносителя $V(\text{м}^3)$, продолжительности интервала времени измерений τ ($0,01 \times \text{с}$).

Примечание- На ЖКИ выводится также информация о среднем массовом расходе, массе, количестве тепловой энергии, средней температуре. Эта информация используется при выполнении последующих пунктов поверки.

6.4.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода теплоносителя теплосчетчиком с соответствующим типоразмером ПРПЭ проводят при значениях расхода, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Ду ПРПЭ, мм	Значение расхода в точке поверки, $\text{м}^3/\text{ч}$		
	$0,01G_{\text{max}}$	$0,04G_{\text{max}}$	$0,9G_{\text{max}}$ ($0,5G_{\text{max}}$)
15	$0,063 \pm 0,003$	$0,25 \pm 0,01$	$5,4 \pm 0,6$
25	$0,168 \pm 0,008$	$0,67 \pm 0,03$	$14,4 \pm 1,6$
32	$0,294 \pm 0,014$	$1,18 \pm 0,06$	$25,2 \pm 2,8$
50	$0,63 \pm 0,03$	$2,5 \pm 0,1$	54 ± 6
80	$1,89 \pm 0,09$	$7,6 \pm 0,4$	162 ± 18 ($81 \pm 9,0$)
100	$2,94 \pm 0,14$	$11,8 \pm 0,6$	252 ± 28 (126 ± 14)
150	$6,3 \pm 0,3$	$25,2 \pm 1,2$	540 ± 60 (275 ± 25)
Пределы относительной погрешности δ_G , %	$\pm 1,92$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$

6.4.3. При поверке объемным методом относительную погрешность j -го однократного измерения в i -той точке поверочного расхода определяют по формуле:

$$\delta_{G.i.j} = \frac{V_{i.j} - V_{\text{э.i.j}}}{V_{\text{э.i.j}}} \cdot 100 \quad (\%), \quad (2)$$

где $V_{i.j}$ – j -тый объем воды в i -той точке поверочного расхода по шкале теплосчетчика за время измерений, м^3 ;

$V_{\text{э.i.j}}$ – j -тый объем воды в i -той точке поверочного расхода по шкале эталонного средства за время измерений, м^3 .

Примечания

1 При поверке рекомендуется выбирать интервал времени однократного измерения объема не менее, $\tau_{изм}$:

- для расхода от $0,01 G_{max} - 600с$;
- для расхода от $0,04 G_{max} - 240с$;
- для расхода от $0,5 G_{max} - 120с$;
- для расхода $0,9G_{max} - 24с$.

2 При поверке весовым методом эталонное значение объема воды определяют по формуле $V_{э.и. j} = \frac{M_{э.и. j}}{\rho_{i. j}}, M^3$,

где $M_{э.и. j}$ - j-тая масса воды в i-той точке поверочного расхода по шкале эталонного средства за время измерений, т;

$\rho_{i. j}$ - j-тая плотность воды в i-той точке поверочного расхода, определенная методом прямых либо косвенных измерений, т/м³;

3 В формулу (2) допускается вместо значений объемов подставлять соответствующие значения средних расходов за интервалы измерений, м³/ч.

$$G_{i. j} = \frac{3600}{\tau_{изм}} \times V_{i. j}; \quad G_{э.и. j} = \frac{3600}{\tau_{изм}} \times V_{э.и. j};$$

6.4.4 В каждой точке поверки проводят не менее трех измерений. Теплосчетчики исполнения «3» считают поверенными по данному параметру, если относительная погрешность каждого однократного измерения объема теплоносителя в i-той точке поверки не превышает значений допустимых пределов, приведенных в таблице 4.

$$|\delta_{G.i. j}| \leq |\delta_G| \quad (3)$$

6.4.5 Теплосчетчики исполнений «1» и «2» считают поверенными по данному параметру, если выполняется условие неравенств (3), (4) и (6):

$$|\delta_{G.S.i} - \delta_{G.i. j. max}| \leq 0.5 |\delta_G| \quad (4)$$

где $\delta_{G.S.i}$ – среднее арифметическое значение результатов трех однократных измерений в i-й точке поверки, вычисляемое по формуле

$$\delta_{G.S.i} = \frac{1}{3} \cdot \sum_{j=1}^3 \delta_{G.i. j} \quad (5)$$

$\delta_{G.i. j. max}$ - результат j-того однократного измерения в i-й точке поверки, имеющий наибольшее по абсолютной величине отклонение от $\delta_{G.S.i}$.

$$|1.25 \times \delta_{G.S.1} - 0.25 \times \delta_{G.S.4}| \leq 2 \% \quad (6)$$

где $\delta_{G.S.4}$ и $\delta_{G.S.1}$ - среднее арифметическое значение результатов трех однократных измерений соответственно в точках испытательного расхода $0.04G_{max}$ и $0.01 G_{max}$, %.

6.4.6 При отсутствии поверочных установок с требуемым диапазоном измерений допускается значение расхода поверки $0.9G_{\max}$ заменять значением $0.5G_{\max}$ для теплосчетчиков с типоразмерами ПРПЭ: Ду50, Ду80, Ду100 и Ду150 мм

В этом случае теплосчетчики исполнений «1», «2» и «3» считают поверенными по данному параметру, если в дополнении к вышеуказанным условиям выполняется неравенство:

$$|2.1 \times \delta_{G.s.50} - 1.1 \times \delta_{G.s.4}| \leq 1.5 \% \quad (7)$$

где $\delta_{G.s.50}$ и $\delta_{G.s.4}$ -среднее арифметическое значение результатов трех однократных измерений соответственно в точках испытательного расхода $0.5G_{\max}$ и $0.04 G_{\max}$, %.

6.5 Определение абсолютной погрешности БВИ при измерении температуры теплоносителя в трубопроводах

6.5.1 Подключают ко входам каналов измерений температур (t_1 , t_2 , $t_{\text{хв}}$) БВИ магазины сопротивлений R1, R2 и, в случае необходимости, R3 в соответствии со схемой рисунка Б.2. Устанавливают на них, в зависимости от НСХ используемых в теплосчетчике ТСП, последовательно одинаковые сопротивления, указанные в таблице 5.

Таблица 5

Номер точки поверки	Значения сопротивлений, <i>Ом</i>		Температура теплоносителя, °С
	НСХ 100П ($W_{100}=1,391$)	НСХ Pt100 ($W_{100}=1,385$)	
1	101,19	101,17	3
Номер точки поверки	Значения сопротивлений, <i>Ом</i>		Температура теплоносителя, °С
	НСХ 100П ($W_{100}=1,391$)	НСХ Pt100 ($W_{100}=1,385$)	
2	103,96	103,90	10
3	115,78	115,54	40
4	127,50	127,08	70
5	156,33	155,46	145

Примечания

1 Измерение температуры в каждой точке поверки проводят в течение интервала времени $\tau \geq 10$ секунд. Продолжительность интервала времени измерений определяется длительностью сигнала «старт – стоп» (смотри п. 6.1).

2 При выполнении операций по данному пункту методики допускается использовать один магазин электрического сопротивления. В этом случае операции поверки выполняют для каждого из каналов измерений температур поочередно.

3 Для канала измерений температуры $t_{хв}$ (в случае его наличия) поверку проводят в точках 1, 2, 3 таблицы 5.

4. Для канала измерений температуры t_2 поверку проводят в точках 2, 3, 4 таблицы 5.

5. Для канала измерений температуры t_1 поверку проводят в точках 3, 4, 5 таблицы 5.

6. Если в поверяемом теплосчетчике температура холодной воды не измеряется, а программируется, то поверку канала измерений температуры $t_{хв}$ не проводят.

6.5.2 Абсолютную погрешность измерений текущей температуры Δt ($^{\circ}\text{C}$) в каждом канале БВИ определяют по формуле

$$\Delta t_i = t_i - t_{ip}, \quad (8)$$

где t_i - значение температуры канала ($^{\circ}\text{C}$), измеренное и индицируемое на ЖКИ БВИ в меню «Данные поверки»;

t_{ip} - значение температуры, ($^{\circ}\text{C}$), установленное на магазине сопротивлений и соответствующее значению, приведенному в таблице 5.

Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если абсолютная погрешность измерений текущей температуры в каждом канале не превышает пределов: $\pm(0,2+0,001 t_i)$ $^{\circ}\text{C}$.

6.6 Определение относительной погрешности БВИ при измерении разности температур теплоносителя

6.6.1 Подключают ко входам каналов измерений температур (t_1, t_2) БВИ магазины сопротивлений R1, R2 в соответствии со схемой рисунка Б.2. В каждой точке поверки устанавливают на них, в зависимости от НСХ используемых в теплосчетчике ТСП, значения сопротивлений соответствующие разностям температур, указанным в таблице 6.

Таблица 6

Точка поверки	$t_1,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_2,$ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t_p,$ $^{\circ}\text{C}$	Сопротивление термопреобразователей, Ом			
				t_1		t_2	
				100П	Pt 100	100П	Pt 100
1	60	57	3	123,61	123,24	122,44	122,09
2	80	70	10	131,38	130,90	127,50	127,08
3	80	60	20	131,38	130,90	123,61	123,24
4	150	5	145	158,23	157,33	101,98	101,95

Примечание– Измерение температуры в каждой точке поверки проводят в течение интервала времени $\tau \geq 10$ секунд. Продолжительность интервала времени измерений определяется длительностью сигнала «старт – стоп».

Относительную погрешность измерений разности температур определяют по формуле:

$$d_{dt} = \left(\frac{\Delta t_{и}}{\Delta t_{р}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (\%), \quad (9)$$

где $\Delta t_{и} = t_1 - t_2$ – значение разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах ($^{\circ}\text{C}$), измеренное и индицируемое на ЖКИ БВИ в меню «Данные поверки»;

$\Delta t_{р}$ – расчетное значение разности температур, приведенное в таблице 6.

Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если относительная погрешность измерений разности температур находится в пределах:

$\pm 1,5\%$ для $3^{\circ}\text{C} \leq \Delta t_{р} < 10^{\circ}\text{C}$;

$\pm 1,0\%$ для $10^{\circ}\text{C} \leq \Delta t_{р} < 20^{\circ}\text{C}$;

$\pm 0,5\%$ для $20^{\circ}\text{C} \leq \Delta t_{р} < 145^{\circ}\text{C}$.

6.7 Определение приведенной погрешности преобразования сигналов от ПД

6.7.1 Приведенную погрешность преобразования сигналов от ПД с токовым выходом определяют для каждого из каналов БВИ (p_1 , p_2 и $p_{хв}$) индивидуально.

Подают поочередно с калибратора ПЗ20 (смотри приложение Б) на входы +I, –I соответствующего канала сигнал постоянного тока, пропорциональный значениям избыточного давления. Значения токов, подаваемых на входы каналов p_1 , p_2 и $p_{хв}$ приведены в таблице 7.

Таблица 7

Диапазон изменения выходного сигнала ПД, мА	Точка поверки, % от диапазона измерений давления		
	0	50	100
	Расчётное значение тока, мА		
4 – 20	4,00	12,0	20,0

Приведенную погрешность преобразования сигналов от ПД с токовым выходом определяют по формуле:

$$\gamma_p = \left(\frac{P_{и} - P_p}{P_{\max}} \right) \cdot 100 \quad (\%), \quad (10)$$

где $P_{и}$ – показания БВИ, МПа;

P_{\max} – максимальное значение давления, преобразуемого ПД, МПа;

P_p – расчетное значение давления, определяемое по формуле:

$$P_p = P_{\max} \cdot (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min}) \quad (11)$$

где I_{\min} – значение тока, соответствующее нижней границе диапазона изменений выходного сигнала ПД, мА;

I_{\max} – значение тока, соответствующее верхней границе диапазона изменений выходного сигнала ПД, мА;

I – значение тока в точке поверки, мА.

Измерение значений P_{II} в каждой точке поверки проводят в течение интервала времени $\tau \geq 10$ секунд. Продолжительность интервала времени измерений определяется длительностью сигнала «старт – стоп».

Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если погрешность, определяемая по формуле (10), для каждого канала находится в пределах $\pm 0,5\%$.

Примечание – Если ПД не применяются, то номинальное избыточное давление теплоносителя для подающего и обратного трубопровода программируется потребителем в соответствии с реальными характеристиками системы теплоснабжения. Поверка каналов измерений давлений по п.6.7 в этом случае не проводится.

6.8 Определение относительной погрешности вычислений массы теплоносителя и количества тепла.

6.8.1 Определение относительной погрешности вычислений массы проводят следующим образом.

Программируют согласно структурной схеме меню БВИ (смотри руководство по эксплуатации) значения избыточных давлений и температур теплоносителя на прямом и обратном трубопроводах, соответственно, $P_1=0,9$ МПа, $P_2=0,5$ МПа и $t_1=90^\circ\text{C}$, $t_2=50^\circ\text{C}$, $t_{х.в}=X,XX^\circ\text{C}$.

Примечание -Для варианта схемы расчета тепла ЭСКО–Т-3.ИТ программируется $t_{х.в}=5^\circ\text{C}$).

Для каждого из каналов измерений расхода в зависимости от D_y ПРПЭ в поверочном режиме программируют значение объемного расхода теплоносителя равное $(0,95 \pm 0,05) G_{\max}$ (см. таблицу 4). На управляющий вход БВИ подают сигнал «старт–стоп», длительность которого $\tau_{\text{изм}} \geq 10$ с.

Относительную погрешность вычислений массы теплоносителя (для каждого из параметров $M_1, M_2, M_{ГВ}, M_{II}$) определяют по формуле:

$$\delta_M = \frac{M_i - M_{pi}}{M_{pi}} \cdot 100 \quad (\%), \quad (12)$$

где M_i – масса теплоносителя, вычисленная БВИ за время $\tau_{\text{изм}}$ и индицируемая на ЖКИ БВИ в меню «Данные поверки», т ;

M_{pi} – расчетная масса теплоносителя (т), определяемая по формуле:

$$M_{pi} = \rho \cdot V_i \cdot 10^{-3} \quad (13)$$

где V_i – объем теплоносителя ($V_1, V_2, V_{ГВ}, V_{II}$), измеренный БВИ за время $\tau_{\text{изм}}$, м^3 ;
 ρ – плотность воды в зависимости от температуры и давления, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Примечание– Значения плотностей определяют по таблицам «ГСССД 188–99. «Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах $0 \dots 1000^\circ\text{C}$ и давлениях $0,001 \dots 1000$ МПа». Значения плотностей, соответствующих режимам проведения испытаний, приведены в таблице 8.

Таблица 8

$P, \text{МПа}$	0,9	0,5
$t, \text{°C}$	90	50
$\rho, \text{кг/м}^3$	965,72	988,25

Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если относительная погрешность, определяемая по формуле (12) находится в пределах $\pm 0,15 \%$.

6.8.2 Определение относительной погрешности вычислений количества теплоты проводят следующим образом. Значение $t_{\text{хв}}$ для всех вариантов схем расчета количества теплоты Q программируется как $X,XX^{\circ}\text{C}$ (вариант «Р–подача», смотри приложение А).

Для варианта ЭСКО–Т–3.ИТ программируют $t_{\text{хв}}=5^{\circ}\text{C}$, а значение $G_{\text{П}}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$) устанавливают равным нулю. Значения избыточных давлений теплоносителя для всех вариантов схем расчета устанавливают в режиме меню «Конфигурация» (смотри руководство по эксплуатации) равными $P_1=0,9 \text{ МПа}$, $P_2=0,5 \text{ МПа}$. При этом формула расчета количества теплоты принимает такой же вид, как и для вариантов «Р–подача» других схем расчета (смотри приложение А).

Режимы проведения поверки должны соответствовать таблице 9.

Таблица 9

Программируемое значение $G_1, \text{м}^3/\text{ч}$	Программируемое значение $t_1, \text{°C}$	Программируемое значение $t_2, \text{°C}$
$0,9G_{1\text{max}} \leq G_1 \leq G_{1\text{max}}$	73	70
$0,2G_{2\text{max}} \leq G_1 \leq 0,22G_{1\text{max}}$	75	60
$0,01G_{1\text{max}} \leq G_1 \leq 0,02G_{1\text{max}}$	150	5

Примечания

- 1 Значения программируемых расходов в зависимости от D_y ПРПЭ выбирают из таблицы 4.
- 2 Установку программируемых значений $G_1, G_{\text{П}}, t_1, t_2, t_{\text{хв}}$, проводят в режиме меню «Служебный» в соответствии с алгоритмом, приведенным в руководстве по эксплуатации.

На управляющий вход БВИ подают сигнал «старт–стоп», длительность которого должна быть не менее 10с.

Примечания

1 Сигнал внешнего строба (старт«+»–стоп«-») может формироваться как автоматически, так и вручную (смотри рисунок Б.2).

2 По завершении действия сигнала внешнего строба на ЖКИ БВИ в режиме меню «Данные поверки» выводится информация о продолжительности интервала измерений $\tau_{\text{изм}}$, накопленном количестве теплоты, средних за время измерений значениях массового и объемного расхода, массе и объеме теплоносителя, температур по каждому каналу измерений.

3 В случае, если длительность сигнала внешнего строба превышает значение $\tau_{\text{изм}}$, установленное в режиме меню «Служебный», то БВИ автоматически завершает процесс вычислений (измерений) по окончании интервала времени равного $\tau_{\text{изм}}$ с момента поступления сигнала «старт-«+»».

Относительную погрешность вычислений количества теплоты δ_Q , определяют по формуле:

$$\delta_Q = \frac{Q - Q_p}{Q_p} \cdot 100 \quad (\%), \quad (14)$$

где Q - количество теплоты, вычисленное БВИ за время $\tau_{\text{изм}}$ и индицируемое на ЖКИ БВИ в меню «Данные поверки», *кДж (ккал)*;

Q_p - расчетное количество теплоты, вычисленное по формуле, *кДж (ккал)*:

$$Q_p = \rho \cdot V_1 \cdot (h_1 - h_2) \quad (15)$$

где ρ - плотность воды в подающем трубопроводе в зависимости от температуры и давления, *кг/м³*;

V_1 - объем теплоносителя в подающем трубопроводе, измеренный за время $\tau_{\text{изм}}$, *м³*;

h_1 - энтальпия воды в подающем трубопроводе при температуре t_1 в соответствии с таблицей 3 и избыточном давлении $P_1 = 0,9$ МПа, *кДж/кг (ккал/кг)*;

h_2 - энтальпия воды в обратном трубопроводе при температуре t_2 в соответствии с таблицей 6 и избыточном давлении $P_2 = 0,5$ МПа, *кДж/кг (ккал/кг)*.

Примечание– Значения энтальпий и плотностей определяют по таблицам «ГСССД 188–99. «Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...1000°С и давлениях 0,001 ...1000МПа». Значения энтальпий и плотностей, соответствующих режимам проведения поверки, приведены в таблице 10.

Таблица 10

<i>P=0,9 МПа</i>			<i>P=0,5 МПа</i>				
<i>T, °C</i>	<i>73</i>	<i>75</i>	<i>150</i>	<i>t, °C</i>	<i>5</i>	<i>60</i>	<i>70</i>
<i>h, кДж/кг</i>	<i>306,35</i>	<i>314,72</i>	<i>632,42</i>	<i>h, кДж/кг</i>	<i>21,604</i>	<i>251,58</i>	<i>293,45</i>
<i>(ккал/кг)</i>	<i>(73,17)</i>	<i>(75,17)</i>	<i>(151,05)</i>	<i>(ккал/кг)</i>	<i>(5,160)</i>	<i>(60,09)</i>	<i>(70,09)</i>
<i>ρ, кг/м³</i>	<i>976,42</i>	<i>975,24</i>	<i>917,33</i>	<i>ρ, кг/м³</i>	<i>1000,21</i>	<i>983,41</i>	<i>977,99</i>

Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если относительная погрешность вычислений суммарного количества теплоты в зависимости от разности температур находится в пределах ± 0.3 %.

6.9 Определение относительной погрешности таймера теплосчетчика

Схема, по которой проводят измерения, приведена на рисунке Б.2 приложения Б. При проведении измерений сигнал «старт–стоп» одновременно подают на управляющий вход БВИ и вход Б эталонного средства измерений (частотомера), который находится в режиме измерений длительности импульсов. Передний фронт сигнала «старт–стоп» запускает, а задний фронт прекращает измерение длительности этого сигнала частотомером и счет времени БВИ.

При определении относительной погрешности таймера теплосчетчика проводят не менее трех однократных измерений при длительности измеряемого интервала времени $\tau \geq 100$ с. Относительную погрешность однократного измерения определяют по формуле:

$$\delta_{\tau} = \left(\frac{\tau_u}{\tau_{\varepsilon}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (\%), \quad (16)$$

где τ_u – интервал времени, измеренный и индицируемый на ЖКИ БВИ в меню «Данные поверки», с;

τ_{ε} – интервал времени, измеренный эталонным средством измерений, с.

Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если относительная погрешность каждого однократного измерения интервала времени в пределах $\pm 0,05\%$.

6.10 Проверка работы при батарейном питании

Записывают текущее время с ЖКИ тепловычислителя и отключают сетевое питание на время не менее чем две минуты. Затем подключают сетевое питание.

Теплосчетчик считают поверенным по данному параметру, если убеждаются в том, что счет времени не прекратился.

7 Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении В.

7.2. При положительных результатах поверки теплосчетчики клеймят согласно ПР 50.2.006 и делают соответствующую запись в эксплуатационной документации с подписью поверителя, проводившего поверку, скреплённую оттиском поверительного клейма.

7.3. При отрицательных результатах поверки теплосчетчики к применению не допускают, имеющиеся оттиски поверительных клейм гасят, выдают извещение о непригодности теплосчетчиков с указанием причин непригодности в соответствии с ПР 50.2.006, а также проводится соответствующая запись в формуляре.

Приложение А

(обязательное)

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ
ТЕПЛОСЧЕТЧИКАМИ ЭСКО-Т

№	Варианты комплектации	Аналитическое выражение для расчета количества теплоты
1	ЭСКО -Т-1	$Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2)] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$
2	ЭСКО -Т-2	$Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2) + (G_1 - G_2)(h_2-h_{\text{ХВ}})] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$, если $t_{\text{ХВ}}$ измеряется либо программируется $Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2)] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$, если программируется $t_{\text{ХВ}} = X.XX^\circ\text{C}$ (Вариант Р-подача) Значения G_1 , G_2 и V_1, V_2 накапливаются в соответствующих интеграторах теплосчетчика.
3	ЭСКО -Т-3.П	$Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2) + (G_1 - G_2)(h_2-h_{\text{ХВ}}) + G_{\text{П}}(h_2-h_{\text{ХВ}})] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$, если $t_{\text{ХВ}}$ измеряется либо программируется $Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2)] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$, если программируется $t_{\text{ХВ}} = X.XX^\circ\text{C}$ (Вариант Р-подача) Значения G_1 , G_2 , $G_{\text{П}}$ и $V_1, V_2, V_{\text{П}}$ накапливаются в соответствующих интеграторах теплосчетчика.
4	ЭСКО -Т-3.ГВ	$Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2) + (G_1 - G_2 - G_{\text{ГВ}})(h_2-h_{\text{ХВ}}) + G_{\text{ГВ}}(h_2-h_{\text{ХВ}})] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$, если $t_{\text{ХВ}}$ измеряется либо программируется $Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2)] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$, если программируется $t_{\text{ХВ}} = X.XX^\circ\text{C}$ (Вариант Р-подача) Значения G_1 , G_2 , $G_{\text{ГВ}}$ и $V_1, V_2, V_{\text{ГВ}}$ накапливаются в соответствующих интеграторах теплосчетчика
5	ЭСКО -Т-3.ИТ	$Q = 10^{-3} \times [G_1(h_1-h_2) + G_{\text{П}}(h_2-h_{\text{ХВ}})] \times \tau_{\text{ИЗМ}}$, $t_{\text{ХВ}}$ – измеряется Значения G_1 , G_2 , $G_{\text{П}}$ и $V_1, V_2, V_{\text{П}}$ накапливаются в соответствующих интеграторах теплосчетчика.
Примечания 1 Q – количество теплоты, ГДж (Гкал); 2 $G_1, G_2, G_{\text{П}}, G_{\text{ГВ}}$ – среднечасовой расход воды соответственно: в подающем и обратном трубопроводах теплоносителя, подпиточном трубопроводе, тркбопроводе горячего водоснабжения т/ч; 3 $h_1, h_2, h_{\text{ХВ}}$ – энтальпии теплоносителя соответственно: в подающем и обратном трубопроводе, трубопроводе холодной воды, кДж/кг (ккал/кг); 4 $\tau_{\text{ИЗМ}}$ – время измерений, ч.		

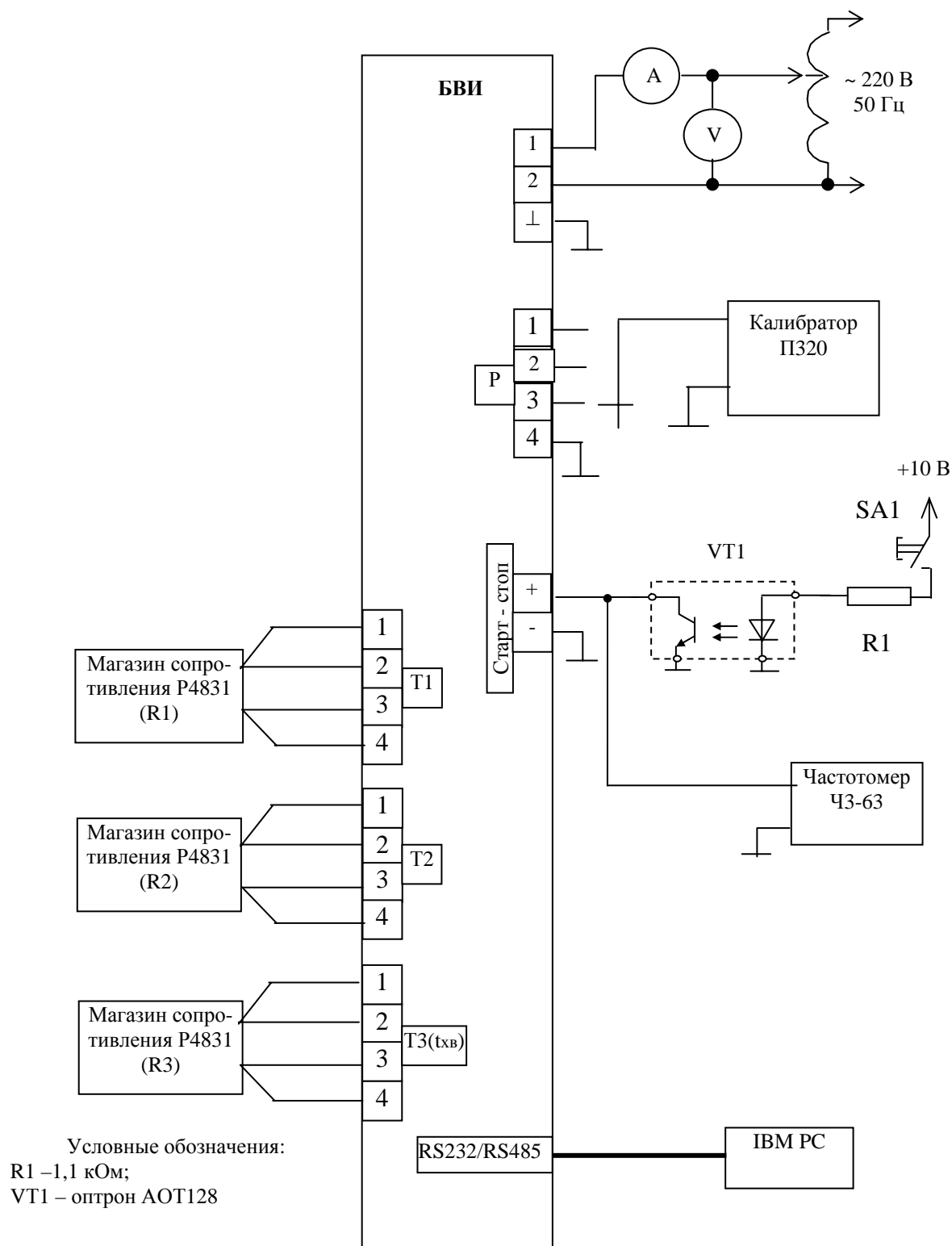


Рисунок Б.2

Приложение В (рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ №__

Поверки теплосчетчика ЭСКО-Т-3.ГВ исполнения 1

БВИ №0014, G₁- ПРЭ Ду50 мм№001, G₂- ПРЭ Ду50 мм№003, G_{ГВ}- ПРЭ Ду25 мм№001,

1 Предприятие- изготовитель: «ЗАО ЭСКО ЗЭ»

2 Наименование предприятия, проводившего поверку: «ЗАО ЭСКО ЗЭ»

3 Условия проведения поверки: влажность 82 %, атм. давл. 760 мм. рт. ст, t_{н.в.} = 22 °С.4 Внешний осмотр: проверен5 Опробование (проверка функционирования): проверен

6 Сводная таблица результатов поверки:

Наименование операций		Результаты поверки					Допуск		
7.1 Проверка электрического сопротивления изоляции электродов ПРПЭ, МОм		G ₁	G ₂	G _{ГВ} (G _П)		≥100			
		350	350	350					
7.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) теплоносителя, %		$\delta_{G.i.j}$ в точках поверки			δ_G				
		0,9(0,5) G _{max}	0,04 G _{max}	0,01 G _{max}	0,9(0,5) G _{max}	0,04 G _{max}	0,01 G _{max}		
7.2.1 Подающий трубопровод теплоносителя, G ₁	Условные обозначения	+0..31 +0.12 +0.41	+0.44 +0.55 +0.24	+0.9 +0.7 +1.1	±1.5	±1.5	±1.9		
	Среднее $\delta_{G.S.j}$, %	+0.28	+0.41	+0.9					
Условие формулы (4) МП	$ \delta_{G.S.i} - \delta_{G.i.j.max} \leq 0.5 \delta_G $	-----	0.14	0.2	----	0.75	0.95		
Условие формулы (6) МП	$ 1.25 \times \delta_{G.s.1} - 0.25 \times \delta_{G.s.4} \leq 2\%$	1.0			2				
Условие формулы (7) МП	$ 2.1 \times \delta_{G.s.50} - 1.1 \times \delta_{G.s.4} \leq 1.5\%$	Не требуется			±5				
7.2.2 Обратный трубопровод теплоносителя, G ₂	Условные обозначения	+0.13 +0.51 +0.08	+0.31 +0.29 +0.56	+1.1 +1.2 +0.8	±1.5	±1.5	±1.9		
	Среднее $\delta_{G.S.j}$, %	+0.24	+0.39	+1.0					
Условие формулы (4) МП	$ \delta_{G.S.i} - \delta_{G.i.j.max} \leq 0.5 \delta_G $	-----	0.17	0.2	----	0.75	0.95		
Условие формулы (6) МП	$ 1.25 \times \delta_{G.s.1} - 0.25 \times \delta_{G.s.4} \leq 2\%$	1.2			2				
Условие формулы (7) МП	$ 2.1 \times \delta_{G.s.50} - 1.1 \times \delta_{G.s.4} \leq 1.5\%$	Не требуется			±5				
7.2.3 Трубопровод: -ГВС, G _{ГВ} ; -подпитка, G _П ;	Условные обозначения	+0.29 +0.41 +0.14	+0.54 +0.62 +0.73	+0.9 +0.6 +1.0	±1.5	±1.5	±1.9		
	Среднее $\delta_{G.S.j}$, %	+0.28	+0.6	+0.8					
Условие формулы (4) МП	$ \delta_{G.S.i} - \delta_{G.i.j.max} \leq 0.5 \delta_G $	-----	0.13	0.2	----	0.75	0.75		
Условие формулы (6) МП	$ 1.25 \times \delta_{G.s.1} - 0.25 \times \delta_{G.s.4} \leq 2\%$	0.85			2				
Условие формулы (7) МП	$ 2.1 \times \delta_{G.s.50} - 1.1 \times \delta_{G.s.4} \leq 1.5\%$	Не требуется			±5				
7.3 Определение абсолютной погрешности БВИ при измерении температуры теплоносителя в трубопроводах $\Delta t_i = t_i - t_{ip}$, °С		Δt_i при температуре, °С					Предел		
		3	10	40	70	145	$\pm(0.2+0.001 \times t)$, °С		
7.3.1 Абсолютная погрешность при измерении температуры в подающем трубопроводе, $t_1 - t_{1p}$, °С	--	--	-0.11	0.11	0.12	±0.203 при 3°С ±0.21 при 10°С			
7.3.2 Абсолютная погрешность при измерении температуры в обратном трубопроводе, $t_2 - t_{2p}$, °С	--	0.12	0.08	0.09	--	±0.24 при 40°С ±0.27 при 70°С			
7.3.3 Абсолютная погрешность при измерении температуры холодной воды e, $t_{XB} - t_{XBp}$, °С	-0.12	-0.10	-0.09	-	--	±0.345 при 145°С			

Наименование операций		Результаты поверки			Допуск	
7.4 Определение относительной погрешности БВИ при измерении разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, $\delta_{\Delta t}$, %	Разность температур	3 °С	0.33		±1.5	
		10°С	0.2		±1.0	
		20 °С	0.1		±0.5	
		145°С	0.08		±0.5	
7.5 Определение приведенной погрешности преобразований сигналов от ПД, γ_P , %	Ток поверки, мА		4.0	12.0	20.0	±0.5
	Каналы измерений	Подача, p_1	0.12	0.12	0.06	
		Обратка, p_2	0.06	-0.06	-0.12	
		Холодная вода, $p_{ХВ}$	0.12	0.06	0.06	
7.6 Определение относительной погрешности вычислений массы теплоносителя, δ_M , %	Каналы измерений	Подача, M_1	-0.004		±0.15	
		Обратка, M_2	-0.001			
		ГВС, $M_{ГВ}$	-0.01			
7.7 Определение относительной погрешности вычислений количества теплоты, δ_Q , %	Точки поверки			±0.3		
	1	2	3			
	-0.01	-0.06	-0.06			
7.8 Определение относительной погрешности таймера теплосчетчика, δ_τ , %				+0.02 -0.01 -0.01	±0.05	

9. Проверка работы на батарейном питании: проверен

Теплосчетчик годен к применению в соответствии с требованиями НТД.

Поверитель: Иванов И.И.

 подпись

Дата: 18.06.02