

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Технический директор**  
**ООО «ИЦРМ»**



**М. С. Казаков**

**2019 г.**

**Государственная система по обеспечению единства измерений**

**Теплосчётчики компактные ТСУ**

**Методика поверки**

**ИЦРМ-МП-139-19**

г. Москва  
2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ). Метрологические характеристики теплосчетчиков.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ). Уравнения определения плотности и энтальпии воды по МИ 2412-97.....	12

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящий документ распространяется на теплосчётчики компактные ТСУ (далее – теплосчетчики), и устанавливает методы, а также средства их первичной и периодической поверок.

1.2 На первичную поверку следует предъявлять теплосчетчики до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 На периодическую поверку следует предъявлять теплосчетчики в процессе эксплуатации и/или хранения.

1.4 Интервал между поверками 4 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование, подтверждение соответствия программного обеспечения	8.2	Да	Да
3 Проверка на герметичность	8.3	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик (далее – МХ)	8.4	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любых пунктов или подпунктов операций поверки, теплосчетчики бракуют и их поверку прекращают.

2.4 Допускается объединять пункты и подпункты определения МХ.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

3.2 Применяемые средства поверки, испытательное оборудование должны быть исправны, средства поверки поверены и иметь действующие документы о поверке.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых теплосчетчиков с требуемой точностью.

Таблица 2

Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
<b>Основные средства поверки</b>		
Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта от 27.02.2018 г. № 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы	8.2, 8.4	Установка поверочная автоматизированная УПСЖМ (далее – установка), рег. № 53855-13 (диапазон воспроизведений массового (объемного)

Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объем жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода жидкости. Часть 1»		расхода от 0,001 до 1000 т/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\delta_0 = \pm(0,10 \div 0,30) \%$
Термостаты	8.2, 8.4	Термостаты переливные прецизионные (далее – термостаты) ТПП-1, рег. № 33744-07 (диапазон воспроизведений температур от -75 до +100 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °С)
Термометр сопротивления	8.4	Термометры лабораторные электронные ЛТ-300 (далее – термометры эталонные), рег. № 61806-15 (диапазон измерений температуры от -50 до +300 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,05$ °С в диапазоне от -50 до +199,99 °С, $\pm 0,2$ °С в диапазоне от +200 до +300 °С)
Секундомер	8.4	Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М (далее – секундомер), рег. № 65349-16 (диапазон измерений времени от 0,01 до 9999,99 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(3 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,01)$ с, где T – измеренное значение интервала времени)
<b>Вспомогательные средства поверки (оборудование)</b>		
Измеритель влажности и температуры	8.1 – 8.4	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09 (диапазон измерений температуры от -20 до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,1$ °С, диапазон измерений влажности от 10 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности $\pm 0,1$ %)

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускают лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации на поверяемое средство измерений и применяемые средства поверки, имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и требованиями, установленными эксплуатационной документацией (далее – ЭД) на теплосчетчики и средства поверки.

## **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 Поверка производится в следующих условиях, если иное не предусмотрено нормативной документацией на поверку компонентов:

- температура окружающего воздуха от + 15 до + 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

6.2 При подготовке к поверке необходимо руководствоваться указаниями, приведенными в ЭД на средства поверки.

6.3 Для контроля температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха использовать термогигрометр электронный «CENTER» модель 313.

## **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить ЭД на теплосчетчики и на применяемые средства поверки;
- выдержать теплосчетчики в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1 не менее 2 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1;
- теплосчетчик необходимо перевести в тестовый режим в соответствии с ЭД на теплосчетчик;
- подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями ЭД.

## **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре проверяют соответствие теплосчетчика следующим требованиям:

- соответствие теплосчетчика комплектности, указанной в ЭД;
- соответствие теплосчетчика маркировке, указанной в ЭД;
- соответствие заводского номера теплосчетчика, указанного в ЭД;
- отсутствие механических и иных повреждений, влияющих на работоспособность теплосчетчика;
- отсутствие дефектов, препятствующих правильному считыванию показаний с индикаторного устройства теплосчетчика.

Результаты проверки считать положительными, если выполняются все вышеуказанные требования.

### **8.2 Опробование, подтверждение соответствия программного обеспечения**

#### **8.2.1 Опробование**

Опробование теплосчетчика проводится в следующем порядке:

- 1) подготовить теплосчетчик, термостаты и установку в соответствии с их ЭД;
- 2) поместить термопреобразователи сопротивления из состава теплосчетчика в термостаты;
- 3) установить преобразователь расхода теплосчетчика в измерительную линию

установки и произвести его наработку в диапазоне объемного расхода жидкости от  $0,2 \cdot q_{\text{макс}}$  до  $0,5 \cdot q_{\text{макс}}$  и пролить через него объем теплоносителя в течение 5 минут.

Результаты проверки считать положительными, если:

- теплосчетчик функционирует в соответствии с ЭД;
- на дисплее теплосчетчика отображаются изменения результатов измерений;
- при наличии интерфейсов и (или) каналов беспроводной связи (радиоканал) осуществляется передача результатов измерений через них.

### 8.2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения проводится в следующем порядке:

- 1) подготовить теплосчетчик согласно ЭД;
- 2) войти в меню отображения данных внутреннего ПО согласно ЭД;
- 3) сравнить идентификационные данные ПО, указанные на экране теплосчетчика, с данными из описания типа.

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО, указанные на экране теплосчетчика, совпадают с данными из описания типа.

### 8.3 Проверка на герметичность

Проверку герметичности теплосчетчика проводят следующим образом:

- 1) подготовить теплосчетчик и установку в соответствии с их ЭД;
- 2) ультразвуковой датчик объемного расхода (ультразвуковые датчики объемного расхода) заполнить водой;
- 3) герметичность теплосчетчиков проверяют созданием давления  $1,6 \pm 0,1$  МПа с помощью установки в рабочей полости преобразователя расхода теплосчетчика. Давление контролировать при помощи преобразователя давления. Давление повышают плавно, в течение 1-й минуты. Выдерживают теплосчетчик в течение 3-х минут.

Результаты проверки считать положительными, если в процессе проверки в местах соединения и корпусе теплосчетчика не наблюдаются отпотевания, капель или течи воды, а также отсутствует падение давления.

### 8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода, объема теплоносителя, абсолютной погрешности измерений температуры и относительной погрешности измерений разности температур производить на каждом из следующих диапазонов расхода  $G$  и разности температур  $\Delta t$ :

- а)  $\Delta t_n \leq \Delta t \leq 1,2 \cdot \Delta t_n$  и  $0,9 \cdot G_B \leq G \leq G_B$ ;
- б)  $10^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq 20^\circ\text{C}$  и  $0,1 \cdot G_B \leq G \leq 0,11 \cdot G_B$ ;
- в)  $(\Delta t_B - 5)^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_B$  и  $G_n \leq G \leq 1,1 \cdot G_n$ ;

8.4.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема теплоносителя

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема теплоносителя теплосчетчиков проводить с помощью установки в следующей последовательности:

- 1) подготовить теплосчетчик и установку согласно их ЭД;
- 2) установить теплосчетчик в измерительную линию установки;
- 3) задать на установке значение объемного расхода в соответствии с п. 8.4.1. Пролить через теплосчетчик объем воды в каждой точке измеряемого диапазона расходов и разности температур не менее 10 л с продолжительностью не менее 2 минут и снять показания

теплосчетчика в каждой поверяемой точке;

4) значение относительной погрешности измерений объемного расхода  $\delta G$ , %, определить по формуле (1):

$$\delta G = \frac{G_H - G_Э}{G_Э} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $G_H$  – объемный расход жидкости, измеренный теплосчетчиком, м<sup>3</sup>/ч;

$G_Э$  – объемный расход жидкости, воспроизведенный установкой, м<sup>3</sup>/ч.

5) значение относительной погрешности измерений объема  $\delta V$ , %, определить по формуле (2):

$$\delta V = \frac{V_H - V_Э}{V_Э} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $V_H$  – объем жидкости, измеренный теплосчетчиком, м<sup>3</sup>;

$V_Э$  – объем жидкости, измеренный установкой, м<sup>3</sup>.

Результаты проверки считать положительными, если погрешности измерений объемного расхода и объема в каждой поверяемой точке не выходят за пределы, указанные в приложении А.

8.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры и относительной погрешности измерений разности температур проводить в следующей последовательности:

1) подготовить теплосчетчик, термостаты, термометры эталонные согласно их ЭД;

2) поместить в термостаты термопреобразователи сопротивления теплосчетчиков и термометры эталонные;

3) установить на термостатах значения температуры жидкости, чтобы разность температур соответствовала точкам, указанным в п. 8.4.1;

4) произвести в каждой точке измерение температуры и разности температур при помощи теплосчетчика и термометров эталонных;

5) определить значение абсолютной погрешности измерений температуры в каждой точке по формуле (3):

$$\Delta t = t_H - t_Э, \quad (3)$$

где  $t_H$  – значение температуры в термостатах, измеренное теплосчетчиком, °С;

$t_Э$  – значение температуры в термостатах, измеренное термометрами эталонными, °С;

6) определить значение относительной погрешности измерений разности температур по формуле (4):

$$\delta \Delta t = \frac{\Delta t_H - \Delta t_Э}{\Delta t_Э} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $\Delta t_H$  – значение разности температур в термостатах измеренное теплосчетчиком, °С;

$\Delta t_Э$  – значение разности температур в термостатах измеренное термометрами эталонными, °С;

Результаты проверки считать положительными, если погрешности измерений температуры и разности температур в каждой поверяемой точке не выходят за пределы, указанные в приложении А.

8.4.4 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии

8.4.4.1 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии производить на каждом из диапазонов расхода  $G$  и разности температур  $\Delta t$ :

- при измерении количества тепловой энергии нагрева:

- а)  $\Delta t_n \leq \Delta t \leq 1,2 \cdot \Delta t_n$  и  $0,9 \cdot G_B \leq G \leq G_B$ ;
- б)  $10^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq 20^\circ\text{C}$  и  $0,1 \cdot G_B \leq G \leq 0,11 \cdot G_B$ ;
- в)  $\Delta t = (50 \pm 5)^\circ\text{C}$  и  $G_n \leq G \leq 1,1 \cdot G_n$ ;

- при измерении количества тепловой энергии охлаждения:

- а)  $\Delta t_n \leq \Delta t \leq 1,2 \cdot \Delta t_n$  и  $0,9 \cdot G_B \leq G \leq G_B$ ;
- б)  $\Delta t = (50 \pm 5)^\circ\text{C}$  и  $G_n \leq G \leq 1,1 \cdot G_n$ ;

8.4.4.2 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии проливным методом производить при помощи установки на каждом из диапазонов расхода  $G$  и разности температур  $\Delta t$ , указанных в п.8.4.4.1 в следующей последовательности:

1) подготовить теплосчетчик, термометры эталонные, термостаты и установку согласно их ЭД;

2) установить теплосчетчик в измерительную линию установки:

– при определении относительной погрешности измерений количества тепловой энергии нагрева, теплосчетчик необходимо устанавливать на установку согласно схеме монтажа теплосчетчика в обратном трубопроводе, приведенной в ЭД на теплосчетчик;

– при определении относительной погрешности измерений количества тепловой энергии охлаждения, теплосчетчик необходимо устанавливать на установку согласно схеме монтажа теплосчетчика в подающем трубопроводе, приведенной в ЭД на теплосчетчик;

3) для создания необходимой разности температур теплоносителя, термопреобразователи сопротивления теплосчетчика с термометрами эталонными помещают в термостаты. Температуру и разность температур в термостатах контролируют по термометрам эталонным;

4) объем воды, прошедший через теплосчетчик должен обеспечивать приращение тепловой энергии на дисплее теплосчетчика не менее 300 значащих единиц в каждом измерении;

5) произвести расчет теоретического значения тепловой энергии  $E_э$ , кВт·ч, по формуле 5.

$$E_э = V_0 \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2) \quad (5)$$

где:  $V_0$  - объем воды, измеренный поверочной установкой, м<sup>3</sup>;

$h_1$  – энтальпия воды в подающем трубопроводе, Гкал/кг (кВт·ч/кг);

$h_2$  – энтальпия воды в обратном трубопроводе, Гкал/кг (кВт·ч/кг);

$\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

Значения энтальпии воды рассчитывают по температуре  $t_1$  (для подающего трубопровода) или  $t_2$  (для обратного трубопровода), измеренной в термостатах.

Значение плотности воды рассчитывают при температуре  $t_1$ , если объем воды измеряется в подающем трубопроводе и  $t_2$  – если в обратном.

Значение плотности и энтальпии воды рассчитывают согласно МИ 2412-97, приложению Б настоящей методики. Значения плотности и энтальпии рассчитывают при давлении 1,6 МПа.

б) определить значение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии по формуле (6):

$$\delta E_{\text{прол}} = \frac{(E_{\text{ук}} - E_{\text{ин}}) - E_э}{E_э} \cdot 100\% \quad (6)$$

где  $E_{\text{ин}}$  – значение тепловой энергии на дисплее теплосчетчика до начала измерений, Гкал или кВт·ч;

$E_{\text{ук}}$  – значение тепловой энергии на дисплее теплосчетчика после измерений, Гкал или кВт·ч;

$E_9$ - эталонное значение тепловой энергии, Гкал или кВт·ч, рассчитанное по формуле 5.

Результаты проверки считать положительными, если погрешности измерений тепловой энергии в каждой поверяемой точке не выходят за пределы, указанные в приложении А.

8.4.5 Определение относительной погрешности измерений текущего времени проводить в следующей последовательности:

- 1) подготовить теплосчетчик к измерениям согласно ЭД;
- 2) в момент смены наименьшего разряда показаний текущего времени теплосчетчика включить секундомер;
- 3) выждать не менее 40 мин;
- 4) в момент смены наименьшего разряда показаний текущего времени теплосчетчика выключить секундомер и зафиксировать показания теплосчетчика и секундомера;
- 5) рассчитать относительную погрешность измерений интервалов времени теплосчетчика дв, %, по формуле (8);

Результаты проверки считать положительными, если погрешность измерений времени не выходит за пределы, указанные в приложении А.

Допускается определение относительной погрешности измерений текущего времени одновременно с определением других МХ теплосчетчика.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки;
- наименование и обозначение (тип, модификация) поверяемого средства измерения;
- заводской (серийный) номер поверяемого средства измерения;
- наименование и номер документа, в соответствии с которым выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений;
- условия поверки;
- результаты определения метрологических характеристик.
- ФИО лица, проводившего поверку и дата поверки.

9.2 При оформлении свидетельства о поверке допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а указать его на оборотной стороне свидетельства о поверке.

9.3 При положительном результате поверки делают соответствующую запись в паспорте теплосчетчика и (или) выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки на пломбы организации, осуществляющей поверку, а также на свидетельство о поверке и (или) в паспорте теплосчетчика в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

9.4 При отрицательном результате поверки, выявленном при выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02.07.2015 г. № 1815.

Ведущий инженер ООО «ИЦРМ»



Д. В. Бурцева

Инженер II категории ООО «ИЦРМ»



Я. О. Мельников

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

### Метрологические характеристики теплосчетчиков

Таблица А.1 – Метрологические характеристики теплосчетчиков с диаметром условного прохода 15, 20 и 25

Наименование характеристики	Значение для исполнения			
	ТСУ-15, ТСУ-15Д, ТСУ-15Д1	ТСУ-20, ТСУ-20Д, ТСУ-20Д1	ТСУ-25	
Диаметр условного прохода, Ду, мм	15		20	25
Минимальный объемный расход, $q_{\min} (q_i^1)$ , м <sup>3</sup> /ч	0,01	0,015	0,025	0,035
Номинальный объемный расход, $q_{\text{ном}} (q_p^1)$ , м <sup>3</sup> /ч	0,6	1,5	2,5	3,5
Максимальный объемный расход, $q_{\text{макс}} (q_s^1)^2$ , м <sup>3</sup> /ч	3,0	3,0	5,0	7,0
Порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч	0,002	0,003	0,005	0,007
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) теплоносителя класса 2 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011, %	$\pm(2+0,02 \cdot q_p/q)^3$			
Диапазон измерений температуры теплоносителя, °С	от +1 до +95			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm(0,6+0,004 \cdot \Theta)^4$			
Диапазоны измерений разности температур, $\Delta\Theta$ , °С	от +2 до +95			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений разности температур в подающем и обратном трубопроводах, %	$\pm(0,5+3 \cdot \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta)^5$			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тепловой энергии теплосчетчика для класса 2 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011, %	$\pm(3 + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta + 0,02 \cdot q_p/q)^1$			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений текущего времени, %	$\pm 0,05$			
<p><sup>1)</sup> Обозначения в соответствии с ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011.</p> <p><sup>2)</sup> <math>q_{\text{макс}} (q_s)</math> – предельно допустимое значение расхода, при котором теплосчетчики функционируют в диапазоне расходов от <math>q_{\min} (q)</math> до <math>q_{\text{макс}} (q_s)</math> не более 1 ч в день и не более 200 ч в год без превышения максимально допускаемой погрешности.</p> <p><sup>3)</sup> <math>q</math> – измеренное значение объемного расхода теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч.</p> <p><sup>4)</sup> <math>\Theta</math> – измеренное значение температуры прямого или обратного потоков теплоносителя, °С.</p> <p><sup>5)</sup> <math>\Delta\Theta_{\min}</math> – минимальное значение разности температур, °С;  <math>\Delta\Theta</math> – измеренное значение разности температур, °С.</p>				

Таблица А.2 – Метрологические характеристики теплосчетчиков с диаметром условного прохода 32, 40, 50 и 65

Наименование характеристики	Значение для исполнения			
	ТСУ-32	ТСУ-40	ТСУ-50	ТСУ-65
Диаметр условного прохода, Ду, мм	32	40	50	65
Минимальный объемный расход, $q_{\min} (q_i^{1})$ , м <sup>3</sup> /ч	0,060	0,100	0,150	0,250
Номинальный объемный расход, $q_{\text{ном}} (q_p^{1})$ , м <sup>3</sup> /ч	6,0	10,0	15,0	25,0
Максимальный объемный расход, $q_{\text{макс}} (q_s^{1})^{2)}$ , м <sup>3</sup> /ч	15,0	20,0	70,0	130,0
Порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч	0,012	0,020	0,070	0,070
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) теплоносителя класса 2 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011, %	$\pm(2+0,02 \cdot q_p/q)^{3)}$			
Диапазон измерений температуры теплоносителя, °С	от +1 до +95			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm(0,6+0,004 \cdot \Theta)^{4)}$			
Диапазоны измерений разности температур, $\Delta\Theta$ , °С	от +2 до +95			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений разности температур в подающем и обратном трубопроводах, %	$\pm(0,5+3 \cdot \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta)^{5)}$			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тепловой энергии теплосчетчика для класса 2 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011, %	$\pm(3 + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta + 0,02 \cdot q_p/q)^{1)}$			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений текущего времени, %	±0,05			
<p><sup>1)</sup> Обозначения в соответствии с ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011.</p> <p><sup>2)</sup> <math>q_{\text{макс}} (q_s)</math> – предельно допустимое значение расхода, при котором теплосчетчики функционируют в диапазоне расходов от <math>q_{\min} (q)</math> до <math>q_{\text{макс}} (q_s)</math> не более 1 ч в день и не более 200 ч в год без превышения максимально допускаемой погрешности.</p> <p><sup>3)</sup> <math>q</math> – измеренное значение объемного расхода теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч.</p> <p><sup>4)</sup> <math>\Theta</math> – измеренное значение температуры прямого или обратного потоков теплоносителя, °С.</p> <p><sup>5)</sup> <math>\Delta\Theta_{\min}</math> – минимальное значение разности температур, °С;  <math>\Delta\Theta</math> – измеренное значение разности температур, °С.</p>				

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

### Уравнения определения плотности и энтальпии воды по МИ 2412-97

Б.1. Плотность  $\rho$  определяют по формуле:

$$\frac{10^3}{\rho} = 114.332 \cdot \tau - 431.6382 + \frac{706.5474}{\tau} - \frac{641.9127}{\tau^2} + \frac{349.4417}{\tau^3} - \frac{113.8191}{\tau^4} + \frac{20.5199}{\tau^5} - \frac{1.578507}{\tau^6} + \pi \left( -3.117072 + \frac{6.589303}{\tau} - \frac{5.210142}{\tau^2} + \frac{1.819096}{\tau^3} - \frac{0.2365448}{\tau^4} \right) + \pi^2 \left( -6.417443 \cdot \tau + 19.84842 - \frac{24.00174}{\tau} + \frac{14.21655}{\tau^2} + \frac{4.13194}{\tau^3} - \frac{0.4721637}{\tau^4} \right) \quad (A.1)$$

где:  $\rho$  - плотность воды кг/м<sup>3</sup>;

$\tau$  - приведенная температура воды, равная  $\tau = (t+273.15)/647.14$ ,  $t$  - температура воды, °С;

$\pi$  - приведенное абсолютное давление, равное  $\pi = P/22.064$ ,

где  $P$  – абсолютное давление, равное 1,6 МПа.

Среднеквадратическая оценка относительной погрешности уравнения Б.1 не выходит за пределы:  $\pm 0,025\%$ . Максимальное значение относительной погрешности уравнения Б.1 не выходит за пределы:  $\pm 0,10\%$ .

Б.2 Энтальпию  $h$  воды определяют по формуле:

$$h = 7809.096 \cdot \tau - 13868.72 + \frac{12725.22}{\tau} - \frac{6370.893}{\tau^2} + \frac{1595.86}{\tau^3} - \frac{159.9064}{\tau^4} + \pi \left( \frac{9.488789}{\tau} \right) + \pi^2 \left( -148.1135 \cdot \tau + 224.3027 - \frac{111.4602}{\tau} + \frac{18.15823}{\tau^2} \right) \quad (A.2)$$

где  $h$  -энтальпия воды, кДж/кг.

Остальные обозначения те же, что в формуле (Б.1).

Среднеквадратическая оценка относительной погрешности уравнения Б.2 не выходит за пределы:  $\pm 0,07$ . Максимальное значение относительной погрешности уравнения Б.2 не выходит за пределы  $\pm 0,20\%$ .