

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



**М. С. Казаков**

**«15» марта 2019 г.**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Теплосчетчики С-600 «Байкал»**

**Методика поверки**

**ИЦРМ-МП-018-19**

2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>3</b>
<b>2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>4</b>
<b>3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....</b>	<b>4</b>
<b>4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....</b>	<b>5</b>
<b>5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....</b>	<b>5</b>
<b>6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>5</b>
<b>7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>6</b>
<b>9 ОФОМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>12</b>

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящий документ распространяется на теплосчетчики С-600 «Байкал» (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 Периодичность поверки в процессе эксплуатации и хранения устанавливается потребителем с учетом условий и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в шесть лет.

Интервал между поверками – 4 года.

1.5 Основные метрологические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение				
	15		20		
Диаметр условного прохода, Ду, мм					
Минимальный объемный расход, $G_n(q_i^{1})$ , м <sup>3</sup> /ч	0,010	0,010	0,015	0,015	0,025
Номинальный объемный расход, $G_b(q_p^{1})$ , м <sup>3</sup> /ч	0,6	1,0	1,5	1,5	2,5
Максимальный объемный расход, $G_s(q_s^{1})$ , м <sup>3</sup> /ч	1,2	2,0	3,0	3,0	5,0
Порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч	0,5 · $G_n$				
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) теплоносителя, %: - для класса 1 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011 - для класса 2 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011	$\pm(1+0,01 \cdot G_b/G)^3$ $\pm(2+0,02 \cdot G_b/G)^3$				
Диапазоны измерений температуры (t), °С	от 4 до 95; от 1 до 130				
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm(0,6+0,004 \cdot t)^4$				
Диапазоны измерений разности температуры ( $\Delta t$ ), °С	от 3 до 91; от 3 до 129				
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений разности температуры в подающем и обратном трубопроводах, %	$\pm(0,5+3 \cdot \Delta t_n / \Delta t)^5$				
Диапазон измерений избыточного давления <sup>6)</sup> , МПа	от 0 до 2,5				
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления <sup>6)</sup> , %	±2				
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений количества тепловой энергии для, %: - для класса 1 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011 - для класса 2 по ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011	$\pm(2+4 \cdot \Delta t_n / \Delta t + 0,01 \cdot G_b / G)$ $\pm(3+4 \cdot \Delta t_n / \Delta t + 0,02 \cdot G_b / G)$				
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений текущего времени, %	±0,05				
<sup>1)</sup> – Обозначения в соответствии с ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011;					
<sup>2)</sup> – $G_s(q_s^{1})$ – максимальное значение расхода, при котором теплосчетчики функционируют в диапазоне расходов от $G_b$ до $G_s$ не более 1 ч в день и не более 200 ч в год без превышения					

Наименование характеристики	Значение
максимально допускаемой погрешности;	
3) – $G (q^1)$ – измеренное значение объемного расхода теплоносителя, м <sup>3</sup> /ч;	
4) – $t$ – измеренное значение температуры прямого или обратного потоков теплоносителя, °С;	
5) – $\Delta t_n$ – минимальное значение разности температуры, °С;	
6) – Только для теплосчетчиков модификации «Д».	

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

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, приведенные в таблице 3.

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 3

Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
Основные средства поверки		
Установка поверочная	8.2, 8.3	Установка поверочная ENBRA M (далее – установка), рег. № 67725-17
Термостаты	8.3	Термостаты переливные прецизионные (далее – термостаты) ТПП-1, рег. № 33744-07
Термометр сопротивления	8.3	Термометр сопротивления платиновый



Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
		ТСПВ-1 (далее – эталонный термометр), рег. № 50256-12
Измеритель температуры	8.3	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М (далее – измеритель температуры), рег. № 19736-11
Преобразователь давления	8.3	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020 (далее – преобразователь давления), рег. № 58668-14
Секундомер	8.3	Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М (далее – секундомер), рег. № 65349-16
<b>Вспомогательные средства поверки (оборудование)</b>		
Пресс универсальный	8.3	Пресс универсальный ПУМ-60М (далее – пресс), диапазон воспроизведения давления от -0,085 до + 60 МПа
Измеритель влажности и температуры	8.1 – 8.3	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М6Д, рег. № 15500-12
Персональный компьютер	8.3	Персональный компьютер (далее – ПК)

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 К проведению поверки допускают лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационные документы (далее – ЭД) на теплосчетчики и имеющие опыт работы со средствами измерений, а также со средствами поверки и вспомогательным оборудованием не менее 1 года.

4.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности.

#### **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 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.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 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 1 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 поверки 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 пару термопреобразователей сопротивления теплосчетчика в термостаты;
- 3) установить преобразователь расхода теплосчетчика в измерительную линию установки и произвести его наработку в диапазоне объемного расхода жидкости от  $0,2 \cdot G_s$  до  $0,5 \cdot G_s$  и пролить через него объем теплоносителя в течение 5 минут.

Результаты поверки 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 (далее – ПО) проводить путем сличения информации об идентификационных данных ПО, указанных в таблицах 6-9, с данными, считанными с экрана теплосчетчиков.

Таблица 6 - Идентификационные данные встроенного ПО 1-й версии для мод. Т, У, ТД, УД

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	BKL
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.xx
Цифровой идентификатор ПО	-



Таблица 7 - Идентификационные данные встроенного ПО 2-й версии для мод. УД

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	L u
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	0.01
Цифровой идентификатор ПО	-

Таблица 8 - Идентификационные данные встроенного ПО 3-й версии для мод. Т

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	u
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	0.01
Цифровой идентификатор ПО	-

Таблица 9 - Идентификационные данные встроенного ПО 4-й версии для мод. У

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	u
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	A.x.x.A
Цифровой идентификатор ПО	-

Встроенное ПО 1-й версии имеет возможность определения относительной погрешности измерений количества тепловой энергии беспродливным методом для номера версии не ниже 1.50.

Встроенное ПО 2, 3 и 4-й версии не имеют возможность определения относительной погрешности измерений количества тепловой энергии беспродливным методом.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО, считанные с экрана теплосчетчиков, соответствуют сведениям, указанным в таблицах 6-9.

### 8.3 Проверка на герметичность

Проверку герметичности теплосчетчика проводят следующим образом:

- 1) подготовить теплосчетчик, пресс и (или) установку в соответствии с их ЭД;
- 2) преобразователь расхода теплосчетчика заполнить водой.
- 3) герметичность теплосчетчиков проверяют созданием давления  $1,6 \pm 0,1$  МПа гидравлическим прессом в рабочей полости преобразователя расхода теплосчетчика. Давление повышают плавно, в течение 1 минуты. Выдерживают теплосчетчик в течение 3х минут.

Результаты поверки 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  $\Delta t$ :

- при измерении количества тепловой энергии нагрева:

- а)  $\Delta t_n \leq \Delta t \leq 1,2 \cdot \Delta t_n$  и  $0,9 \cdot G_n \leq G \leq G_n$ ;
- б)  $10^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq 20^\circ\text{C}$  и  $0,1 \cdot G_n \leq G \leq 0,11 \cdot G_n$ ;
- в)  $(\Delta t_n - 5)^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_n$  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  $0,9 \cdot G_n \leq G \leq G_n$ ;
- б)  $(\Delta t_n - 5)^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_n$  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 расхода 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,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$G_Э$  – объемный расход жидкости, воспроизведенный установкой,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

- 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,  $\text{м}^3$ ;

$V_Э$  – объем жидкости, измеренный установкой,  $\text{м}^3$ .

Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений объемного расхода и объема в каждой поверяемой точке не выходят за пределы, указанные в таблице 1.

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

- 1) подготовить теплосчетчик, термостаты, эталонный термометр и измеритель температуры согласно их ЭД;
- 2) поместить в термостаты пару термопреобразователей сопротивления теплосчетчиков и эталонный термометр, подключенный к измерителю температуры;
- 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 эталонного термометра, подключенного к измерителю температуры;
- 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,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_Э$  – значение температуры в термостате, измеренное эталонным термометром, подключенным к измерителю температуры,  $^{\circ}\text{C}$ ;

- 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;

$\Delta t_{\Sigma}$  – значение разности температур в термостатах измеренное эталонным термометром, присоединенным к измерителю температуры, °С;

Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений температуры и разности температур в каждой поверяемой точке не выходят за пределы, указанные в таблице 1.

8.4.4 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии проводится одним из двух методов:

- проливной;
- беспроливной.

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

- при измерении количества энергии охлаждения:

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

8.4.4.1 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии с помощью установки – проливной метод.

1) определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии производить на каждом из диапазонов расхода  $G$  и разности температур  $\Delta t$ , указанных в п.8.4.4.

2) подготовить теплосчетчик, эталонный термометр, термостаты и установку согласно их ЭД;

3) установить теплосчетчик в измерительную линию установки:

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

4) для создания необходимой разности температур теплоносителя, термопреобразователь сопротивления теплосчетчика с эталонным термометром помещают в термостат. Второй термопреобразователь сопротивления теплосчетчика устанавливают в корпус преобразователя расхода теплосчетчика (при наличии) или в измерительный трубопровод установки. Температуру в термостате контролируют по эталонному термометру, подключенному к измерителю температуры. Температуру теплоносителя в установке контролируют по эталонному термометру, установленному в гильзе на измерительном участке установки. Допускается определять температуру теплоносителя в установке по каналу измерения температуры установки в случае его наличия и при достаточном уровне точности. Разность температур теплоносителя контролируют по показаниям эталонных термометров;

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

6) произвести расчет теоретического значения тепловой энергии ( $E_{\Sigma}$ ), по формуле 5.

$$E_{\Sigma} = V_0 \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2) \quad (5)$$

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 А настоящей методики. Для теплосчетчиков модификации «Д», значение плотности и энтальпии рассчитывают при давлении, которое определяется датчиками давления. Для остальных модификаций значение плотности и энтальпии рассчитывают при давлении 1,6 МПа.

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

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

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;

$E_{\text{э}}$  – эталонное значение тепловой энергии, Гкал или кВт·ч, рассчитанное по формуле (5).

Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений тепловой энергии проливным методом в каждой поверяемой точке не выходят за пределы, указанные в таблице 1.

8.4.4.2 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии беспродливным методом (если данный метод заложен в теплосчетчике) проводится в следующей последовательности:

1) подготовить теплосчетчик, термостаты, эталонный термометр и измеритель температуры согласно их ЭД;

2) пару термопреобразователей сопротивления теплосчетчиков и эталонный термометр, подключенный к измерителю температуры, погрузить в термостаты;

3) в теплосчетчиках войти в меню в раздел для поверки согласно ЭД на теплосчетчики;

4) запустить процесс тестового измерения. Время прохождения теста около 2 мин. После этого на экране появится запись, сигнализирующая о завершении тестового измерения. Меняющийся через 2-5 с экран будет показывать: измеренную тепловую энергию, симулированный объем теплоносителя;

5) при значении разности температур, соответствующим п.8.4.4.

6) произвести измерение значения тепловой энергии при помощи теплосчетчиков и значения температуры при помощи эталонного термометра, подключенного к измерителю температуры, не менее трех раз в каждой точке. Допускается изменять порядок точек;

7) произвести расчет теоретического значения тепловой энергии,  $E_p$ , Гкал (кВт·ч), по формуле (7).

$$E_p = V \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2) \quad (7)$$

где:  $V$  – симулированный объем воды, 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>

8) Определить значение относительной погрешности измерений количества тепловой



энергии по формуле (8):

$$\delta E_{\text{беспрол}} = \frac{E_{\text{И}} - E_{\text{Р}}}{E_{\text{Р}}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где  $E_{\text{И}}$  – количество тепловой энергии, измеренное теплосчетчиком, Гкал (кВт·ч);  
 $E_{\text{Р}}$  – теоретическое значение тепловой энергии, Гкал (кВт·ч)

9) Пределы допустимой относительной погрешности вычислений количества тепловой энергии беспроливным методом определяются как разности пределов допустимых относительных погрешностей вычислений количества тепловой энергии и измерений объемного расхода (объема) теплоносителя, указанные в таблице 1, и, соответственно, равные  $\pm(1+4 \cdot \Delta t_{\text{н}} / \Delta t)$ .

Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений тепловой энергии беспроливным методом в каждой проверяемой точке не превышает  $\pm(1+4 \cdot \Delta t_{\text{н}} / \Delta t)$  %.

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

- 1) включить теплосчетчик и вызвать на табло индикации значения текущего времени 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 по формуле (9):

$$\delta_{\text{в}} = \frac{T_{\text{м}} - T_{\text{с}}}{T_{\text{с}}} \cdot 100\% \quad (9)$$

где  $T_{\text{м}}$  – интервал времени, измеренный встроенными часами теплосчетчика, с;

$T_{\text{с}}$  – интервал времени, измеренный секундомером, с

Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерений времени не выходит за пределы, указанные в таблице 1.

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

8.4.6 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления проводить в следующей последовательности:

- 1) подготовить теплосчетчик, преобразователь давления и пресс согласно их ЭД;
- 2) установить датчики давления теплосчетчика и преобразователь давления на пресс;
- 3) задать прессом 5 точек избыточного давления, равномерно распределенных внутри диапазона измерений давления, включая крайние точки;
- 4) зафиксировать в каждой точке показания теплосчетчика и преобразователя давления;
- 5) определить значение погрешности измерений избыточного давления по формуле (10):

$$\gamma_{\text{д}} = \frac{P_{\text{м}} - P_{\text{эм}}}{P_{\text{дн}}} \cdot 100\% \quad (10)$$

где  $P_{\text{м}}$  – значение давления, измеренное теплосчетчиком, МПа;

$P_{\text{эм}}$  – значение давления, измеренное преобразователем давления, МПа;



$R_{ди}$  - значение давления, равное диапазону измерений давления 2,5 МПа.

Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений избыточного давления не выходит за пределы, указанные в таблице 1.

## 9 ОФОМЛЕНИЕ 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.

Если оформляется свидетельство о поверке, то допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

9.2 При положительном результате поверки делают соответствующую запись в паспорте теплосчетчика и (или) выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки и (или) на свидетельство о поверке и (или) на поверяемое средство измерения и (или) в паспорте теплосчетчика в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

9.3 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.

Начальник отдела испытаний ООО «ИЦРМ»



А. В. Gladikh

Инженер II категории ООО «ИЦРМ»



Я. О. Melnikov

**Приложение А**  
**(обязательное)**

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

А.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  $\pi = P/22.064$ ,

$P$  - абсолютное давление, равное 1,6 МПа.

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

А.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 (А.1).

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