

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ-СИ ФГУП «ВНИИР»

Первый заместитель директора

по научной работе –

Заместитель директора по качеству



В.А. Фафурин

## ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Теплосчетчики ТТК-01-М

Методика поверки

МП 0333-1-2015

л.р. 63026-16

Казань  
2015

Настоящая методика поверки распространяется теплосчетчики ТТК-01-М (далее – теплосчетчики), предназначенные для измерений количества теплоты (тепловой энергии) и объема теплоносителя (воды), протекающего по трубопроводу в закрытых системах теплоснабжения, и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 6 лет.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка технической документации	6.1	+	+
Внешний осмотр	6.2	+	+
Проверка герметичности	6.3	+	–
Опробование	6.4	+	+
Определение метрологических характеристик	6.5	+	+
Оформление результатов поверки	7	+	+

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон 2-го разряда (далее – эталон расхода), согласно ГОСТ 8.374-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расхода (объема и массы) воды» в диапазоне расходов соответствующих диапазону расхода теплосчетчиков ТТК-01-М;

– рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда (далее – эталон температуры), согласно ГОСТ 8.558-2009. «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» в диапазоне температур, соответствующих диапазону измерений теплосчетчиков ТТК-01-М;

– термостат переливной прецизионный ТПП-1.2, диапазон воспроизводимых температур от минус 0 °С до 100 °С, нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,01$  °С;

– термогигрометр ИВА-6А-П-Д, диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности  $\pm 3$  %; диапазон измерений температуры от минус 20 °С до плюс 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,3$  °С; диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,25$  кПа;

– ручной насос для опрессовки типа НА-250, максимальное избыточное давление 2,5 МПа с контрольными манометрами класса точности 1,5.

2.2 Допускается использование других средств поверки с техническими и метрологическими характеристикам не уступающими указанным в п. 2.1 настоящей методики поверки.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

3.1 При поверке необходимо соблюдать следующие требования:

- ко всем используемым средствам измерений (далее – СИ) должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений;
- корпуса применяемых СИ должны быть заземлены в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- работы по соединению вспомогательных устройств должны выполняться до подключения к сети питания;
- обеспечивающие безопасность труда, производственную санитарию и охрану окружающей среды;
- монтаж и демонтаж теплосчетчиков должны быть выполнены при отсутствии давления в измерительной линии;
- предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также эксплуатационной документацией теплосчетчика и применяемых средств поверки.

3.2 К проведению поверки допускаются лица,

- достигшие 18-летнего возраста;
- имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- прошедшие специальную подготовку и имеющие удостоверения на право проведения поверки;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке;
- изучившие эксплуатационную документацию на теплосчетчик и средства поверки.

3.3 Конструкция соединительных элементов теплосчетчика и эталона расхода должна обеспечивать надежность крепления теплосчетчика и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

### **4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106
- температура измеряемой среды, °С  $20 \pm 5$

4.2 Измеряемая среда – вода (далее – теплоноситель).

4.3 Вибрация и магнитные поля, кроме Земного, влияющие на работу теплосчетчика, должны отсутствовать.

### **5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

5.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

5.1.1 Подготавливают эталон расхода к работе согласно правил применения и содержания на эталон расхода.

5.1.2 Для снятия показаний измеренного объема теплоносителя теплосчетчиком в литрах необходимо с помощью кнопки на передней панели теплосчетчика перейти в меню

с серийным номером (ID) и в течение 3-5 секунд удерживать кнопку до появления на экране символа [S].

5.1.3 Теплосчетчик и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в п. 4.1, не менее 2-х часов.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Проверка технической документации

6.1.1 При проведении проверки технической документации проверяют:

- наличие свидетельства о предыдущей поверке теплосчетчика (при периодической поверке);

- наличие руководства по эксплуатации на теплосчетчик;

- наличие паспорта на теплосчетчик.

6.1.2 Результаты поверки считают положительными при наличии технической документации по п. 6.1.1.

### 6.2 Внешний осмотр

6.2.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие видимых механических повреждений и дефектов, в том числе и покрытия, ухудшающего внешний вид теплосчетчика и препятствующего его применению;

- соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям эксплуатационных документов;

- целостность пломб завода-изготовителя.

6.2.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если:

- на теплосчетчике отсутствуют механические повреждения и дефекты, ухудшающие их внешний вид или препятствующих их применению; следы несанкционированного вмешательства и дефекты, ухудшающие внешний вид;

- комплектность теплосчетчика, его внешний вид и надписи соответствуют требованиям эксплуатационной документации;

- надписи и обозначения четкие и хорошо читаемы;

- пломбы не имеют видимых повреждений.

### 6.3 Проверка герметичности

6.3.1 Проверку герметичности теплосчетчика проводят путем подачи теплоносителя под давлением 2,4 МПа во внутреннюю часть корпуса датчика расхода теплосчетчика. Теплоноситель подается с помощью ручного насоса для опрессовки типа НА-250 (далее – ручной насос). Для этого ручной насос подключают к одному из фланцев теплосчетчика, а на другой фланец устанавливают герметичную заглушку. После задания необходимого давления теплоносителя в теплосчетчике необходимо выждать 2 минуты для завершения температурных переходных процессов. Далее по показаниям контрольного манометра ручного насоса фиксируют начальное значение давления и по истечению 10 минут конечное.

6.3.2 Результаты проверки герметичности считают положительными, если в течение 10 минут в местах соединения и на корпусе теплосчетчика нет утечки и капель теплоносителя, а также разница значений давления зафиксированных в начале и в конце не превышает абсолютную погрешность контрольного манометра.

### 6.4 Опробование

6.4.1 Теплосчетчик монтируют на эталон расхода в соответствии с руководством по эксплуатации на теплосчетчик и правил применения и содержания на эталон расхода.

6.4.2 Создают расход теплоносителя со значением расхода  $0,5 \cdot q_p$  ( $q_p$  – постоянное значение расхода теплоносителя теплосчетчика, м<sup>3</sup>/ч) в гидравлической системе эталона расхода и проверяют отсутствие каплеобразования на корпусе теплосчетчика, в местах соединений задвижек и соединительных трубопроводов эталона расхода.

6.4.3 Результаты опробования считают положительными, если:

- теплосчетчик работает устойчиво, без посторонних шумов, показания счетного механизма равномерно увеличиваются;
- отсутствует каплеобразования на корпусе теплосчетчика и в местах соединений задвижек и соединительных трубопроводов эталона расхода.

## 6.5 Определение метрологических характеристик

6.5.1 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении объема теплоносителя

6.5.1.1 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении объема теплоносителя проводят при следующих значениях объемного расхода ( $q$ , м<sup>3</sup>/ч) и разности температур теплоносителя ( $\Delta\theta$ , °C):

Режим	Разность температур теплоносителя, $\Delta\theta$ , °C	Объемный расход теплоносителя, $q$ , м <sup>3</sup> /ч
1	$3\text{ °C} \leq \Delta\theta \leq 3,6\text{ °C};$	$0,9 \cdot q_p \leq q \leq q_p;$
2	$10\text{ °C} \leq \Delta\theta \leq 20\text{ °C};$	$0,1 \cdot q_p \leq q \leq 0,11 \cdot q_p;$
3	$(90 - t_{пв})\text{ °C} \leq \Delta\theta \leq (95 - t_{пв})\text{ °C};$	$q_i \leq q \leq 1,1 \cdot q_i;$

где  $t_{пв}$  – температура воды в эталоне расхода, °C;

$q_p$  – постоянное значение расхода теплоносителя теплосчетчика, м<sup>3</sup>/ч;

$q_i$  – нижнее значение расхода теплоносителя теплосчетчика, м<sup>3</sup>/ч.

При каждом режиме проводят не менее трех измерений.

6.5.1.2 Для создания необходимой разности температур теплоносителя ( $\Delta\theta$ , °C), датчик температуры теплосчетчика с красной трубкой вместе с первым эталоном температуры помещают в термостат. Датчик температуры теплосчетчика с синей трубкой устанавливают в гильзу на корпусе датчика расхода теплосчетчика. Температуру в термостате ( $t_э$ , °C) контролируют по первому эталону температуры. Температуру теплоносителя в эталоне расхода ( $t_{пв}$ , °C) контролируют по второму эталону температуры, установленному в гильзе на измерительном участке эталона расхода. Разность температур теплоносителя ( $\Delta\theta$ , °C) контролируют по показаниям эталонов температуры. Для обеспечения необходимой теплопередачи гильза должна быть заполнена маслом.

Примечание – Допускается определить температуру теплоносителя в эталоне расхода по каналу измерения температуры эталона расхода в случае его наличия и при достаточном уровне точности.

6.5.1.3 Проводят измерение накопленного объема теплоносителя, прошедшего через теплосчетчик ( $V_{ТСчi}$ , м<sup>3</sup>) (находят как разность накопленного объема в начале и в конце измерения) и эталон расхода ( $V_э$ , м<sup>3</sup>) в течение не менее 5 минут. Температуру теплоносителя в эталоне расхода и термостате фиксируют в начале и конце измерения по показаниям теплосчетчика ( $t_1$  и  $t_2$ , °C) и эталонов температуры ( $t_э$  и  $t_{пв}$ , °C).

6.5.1.4 Для каждого  $i$ -го измерения  $j$ -го режима рассчитывают относительную погрешность измерений объема теплоносителя теплосчетчиком ( $\delta_{V_{ji}}$ , %) по формуле:

$$\delta_{V_{ji}} = \frac{V_{ТСчji} - V_{эji}}{V_{эji}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $V_{Эji}$  – объем теплоносителя, измеренный эталоном расхода при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима,  $\text{м}^3$ ;  
 $V_{ТСчji}$  – объем теплоносителя, измеренный теплосчетчиком при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима,  $\text{м}^3$ .

6.5.1.5 Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность измерения объема теплоносителя теплосчетчиком при каждом измерении не превышает:

$$\pm(2 + 0,02 \cdot q_p / q) \% \quad (2)$$

где  $q$  – объемный расход теплоносителя, измеренный эталоном расхода,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $q_p$  – постоянное значение расхода теплоносителя теплосчетчика,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

6.5.2 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении разности температур теплоносителя

6.5.2.1 По результатам измеренных значений температур теплоносителя в эталоне расхода и в термостате по (п. 6.5.1.3) для каждого  $i$ -го измерения  $j$ -го режима рассчитывают относительную погрешность измерений разности температур теплоносителя ( $\delta_{\Delta\theta_{ТСчji}}$ , %) по формуле:

$$\delta_{\Delta\theta_{ТСчji}} = \frac{(\bar{t}_{1ji} - \bar{t}_{2ji}) - (\bar{t}_{Эji} - \bar{t}_{ПУji})}{(\bar{t}_{Эji} - \bar{t}_{ПУji})} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $\bar{t}_{1ji}$  – средняя температура теплоносителя в термостате, измеренная датчиком температуры теплосчетчика с красной трубкой, при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\bar{t}_{2ji}$  – средняя температура теплоносителя в эталоне расхода, измеренная датчиком теплосчетчика с синей трубкой, при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\bar{t}_{Эji}$  – средняя температура теплоносителя в термостате, измеренная первым эталоном температуры, при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\bar{t}_{ПУji}$  – средняя температура теплоносителя в эталоне расхода, измеренная вторым эталоном температуры, при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима,  $^{\circ}\text{C}$ .

6.5.2.2 Среднюю температуру теплоносителя в эталоне расхода и в термостате ( $\bar{t}_{ji}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ) при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима рассчитывают по формуле:

$$\bar{t}_{ji} = \frac{t_{jin} + t_{jik}}{2}, \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

где  $t_{jin}$  – температура теплоносителя в начале  $i$ -го измерения  $j$ -го режима,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{jik}$  – температура теплоносителя в конце  $i$ -го измерения  $j$ -го режима,  $^{\circ}\text{C}$ .

6.5.2.3 Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность измерения разности температур теплоносителя при каждом измерении, рассчитанная по формуле (3), не превышает:

$$\pm(0,5 + 3 \cdot \Delta\Theta_{min} / \Delta\Theta), \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (5)$$

где  $\Delta\Theta_{min}$  – минимальное значение разности температур теплоносителя, равно  $3 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta\Theta$  – значение разности температур теплоносителя. Значение разности температур (при каждом измерении) находят по формуле:

$$\Delta\Theta = \bar{t}_{Эji} - \bar{t}_{ПУji}, \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (6)$$

6.5.3 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении количества тепловой энергии

6.5.3.1 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении количества тепловой энергии проводят при следующих значениях объемного расхода ( $q$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ) и разности температур теплоносителя ( $\Delta\Theta$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ):

Режим	Разность температур теплоносителя, $\Delta\Theta$ , °C	Объемный расход теплоносителя, $q$ , м <sup>3</sup> /ч
1	$3\text{ °C} \leq \Delta\Theta \leq 3,6\text{ °C}$ ;	$0,9 \cdot q_p \leq q \leq q_p$ ;
2	$10\text{ °C} \leq \Delta\Theta \leq 20\text{ °C}$ ;	$0,1 \cdot q_p \leq q \leq 0,11 \cdot q_p$ ;
3	$(90 - t_{пв})\text{ °C} \leq \Delta\Theta \leq (95 - t_{пв})\text{ °C}$ ;	$q_i \leq q \leq 1,1 \cdot q_i$ ;

При каждом режиме проводят не менее трех измерений.

6.5.3.2 Для создания необходимой разности температур теплоносителя ( $\Delta\Theta$ , °C), датчик температуры теплосчетчика с красной трубкой вместе с первым эталоном температуры помещают в термостат. Датчик температуры теплосчетчика с синей трубкой устанавливают в гильзу на корпусе датчика расхода теплосчетчика. Температуру в термостате ( $t_3$ , °C) контролируют по первому эталону температуры. Температуру теплоносителя в эталоне расхода ( $t_{пв}$ , °C) контролируют по второму эталону температуры, установленному в гильзе на измерительном участке эталона расхода. Разность температур теплоносителя ( $\Delta\Theta$ , °C) контролируют по показаниям эталонов температуры.

6.5.3.3 Проводят измерение накопленного количества тепловой энергии теплосчетчиком ( $Q$ , кВт·ч) (находят как разность накопленного количества тепловой энергии в начале и в конце измерения) и объема теплоносителя, прошедшего через эталон расхода в течение не менее 5 минут ( $V_{э}$ , м<sup>3</sup>). Температуру теплоносителя в эталоне расхода и термостате фиксируют в начале и конце измерения по показаниям теплосчетчика ( $t_1$  и  $t_2$ , °C) и эталонов температуры ( $t_3$  и  $t_{пв}$ , °C).

6.5.3.4 Для каждого  $i$ -го измерения  $j$ -го режима рассчитывают относительную погрешность измерений количества тепловой энергии теплосчетчиком ( $\delta_{Q_{ji}}$ , %) по формуле:

$$\delta_{Q_{ji}} = \frac{3600 \cdot Q_{ТСчji} - Q_{эji}}{Q_{эji}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

$$Q_{эji} = V_{эji} \cdot \bar{\rho}_{ji} \cdot (\bar{h}_{1ji} - \bar{h}_{2ji}), \quad (8)$$

$$\bar{\rho}_{ji} = \frac{\rho_{jin} + \rho_{jik}}{2}, \quad (9)$$

$$\bar{h}_{ji} = \frac{h_{jin} + h_{jik}}{2}, \quad (10)$$

- где  $Q_{ТСчji}$  – количество тепловой энергии, измеренное теплосчетчиком при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима, кВт·ч;
- $Q_{эji}$  – эталонное значение количества тепловой энергии, кДж;
- $V_{эji}$  – объем теплоносителя, измеренный эталоном расхода при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима, м<sup>3</sup>;
- $\bar{\rho}_{ji}$  – средняя плотность теплоносителя в эталоне расхода при  $i$ -ом измерении  $j$ -го режима, кг/м<sup>3</sup>;
- $\rho_{jin}$  – плотность теплоносителя в начале  $i$ -го измерения  $j$ -го режима, рассчитанная по МИ 2412-97 «Рекомендация. ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя» ручным способом или с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» «Модуль расчета физических свойств» кг/м<sup>3</sup>;
- $\rho_{jik}$  – плотность теплоносителя в конце  $i$ -го измерения  $j$ -го режима, рассчитанная по МИ 2412-97 «Рекомендация. ГСИ. Водяные системы

теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя» ручным способом или с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» «Модуль расчета физических свойств» кг/м<sup>3</sup>;

- $\bar{h}_{1ji}$  – средняя энтальпия теплоносителя в термостате при *i*-ом измерении *j*-го режима, кДж/кг;
- $\bar{h}_{2ji}$  – средняя энтальпия теплоносителя в эталоне расхода при *i*-ом измерении *j*-го режима, кДж/кг;
- $h_{jin}$  – энтальпия теплоносителя в начале *i*-го измерения *j*-го режима, рассчитанная по МИ 2412-97 «Рекомендация. ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя» ручным способом или с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» «Модуль расчета физических свойств» кДж/кг;
- $h_{jik}$  – энтальпия теплоносителя в конце *i*-го измерения *j*-го режима, рассчитанная по МИ 2412-97 «Рекомендация. ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя» ручным способом или с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» «Модуль расчета физических свойств» кДж/кг.

6.5.3.5 Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность измерения количества тепловой энергии теплосчетчиком при каждом измерении, рассчитанная по формуле (7), не превышает:

$$\pm(3 + 4 \cdot \Delta\Theta_{min} / \Delta\Theta + 0,02 \cdot q_p / q) \% \quad (11)$$

6.5.4 Определение абсолютной погрешности теплосчетчика при измерении температуры теплоносителя

6.5.4.1 Теплосчетчик демонтируют с эталона расхода в соответствии с руководством по эксплуатации на теплосчетчик и правил применения и содержания на эталон расхода.

6.5.4.2 Датчики температуры теплосчетчика вместе с эталоном температуры помещают в термостат. В термостате последовательно устанавливают температуру 4 °С, 25 °С, 50 °С, 75 °С и 95 °С. Температуру теплоносителя в термостате контролируют по эталону температуры. После установления заданной температуры снимают показания температуры теплоносителя с экрана теплосчетчика ( $t_1, ^\circ\text{C}$ ;  $t_2, ^\circ\text{C}$ ) и находят абсолютную погрешность теплосчетчика при измерении температуры теплоносителя для каждого датчика температуры ( $\Delta t_1, ^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t_2, ^\circ\text{C}$ ) по формулам:

$$\Delta t_1 = t_1 - t_3, ^\circ\text{C}, \quad (12)$$

$$\Delta t_2 = t_2 - t_3, ^\circ\text{C}, \quad (13)$$

где  $t_1$  – температура теплоносителя, измеренная датчиком температуры теплосчетчика с красной трубкой, °С;

$t_2$  – температура теплоносителя, измеренная датчиком температуры теплосчетчика с синей трубкой, °С;

$t_3$  – температура теплоносителя, измеренная эталоном температуры, °С.

6.5.4.3 Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность измерения температуры теплоносителя датчиками температуры теплосчетчика при каждом измерении не превышает:

$$\pm(0,6 + 0,004 \cdot t) ^\circ\text{C} \quad (14)$$

где  $t$  – температура теплоносителя, измеренная эталоном температуры, °С.

## **7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

7.1 Результаты поверки оформляют протоколами поверки.

7.2 При положительных результатах поверки теплосчетчик клеймят и оформляют свидетельство о поверке теплосчетчика в соответствии с приказом Минпромторга России №1815 от 2 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», в паспорте делают отметку о дате очередной поверки.

7.3 При отрицательных результатах первичной поверки теплосчетчик бракуется.

7.4 При отрицательных результатах периодической поверки теплосчетчик к эксплуатации не допускают, клеймо гасят, свидетельство о поверке аннулируют и выдают «Извещение непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России №1815 от 2 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»