

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

н.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 ± 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 ± 5
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106
- температура измеряемой среды, °С 20 ± 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, м³/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 , м³/ч) и разности температур теплоносителя ($\Delta\Theta$, °C):

Режим	Разность температур теплоносителя, $\Delta\Theta$, °C	Объемный расход теплоносителя, q , м ³ /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, м³/ч;

q_i – нижнее значение расхода теплоносителя теплосчетчика, м³/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_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. 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 ($V_{ТСч}, \text{м}^3$) (находят как разность накопленного объема в начале и в конце измерения) и эталон расхода ($V_э, \text{м}^3$) 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_3 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, м^3 ;
 $V_{ТСчji}$ – объем теплоносителя, измеренный теплосчетчиком при i -ом измерении j -го режима, 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:

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

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:

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

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

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

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

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 ³ /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	$(90 - t_{ny})\text{ °C} \leq \Delta\Theta \leq (95 - t_{ny})\text{ °C}$;	$q_i \leq q \leq 1,1 \cdot q_i$;

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_{ny} , °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_3 , м³). 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_{ny} , °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, м³;
- $\bar{\rho}_{ji}$ – средняя плотность теплоносителя в эталоне расхода при i -ом измерении j -го режима, кг/м³;
- ρ_{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/м³;
- ρ_{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/м³;

- \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»