

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП "ВНИИМС"

Н.В. Иванникова



_____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Теплосчетчики РУТ-01

**Методика поверки
МП 208-020-2021**

г. Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7 Внешний осмотр средства измерений.....	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	5
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	6
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	9
12 Оформление результатов поверки.....	10
Приложение А	11

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики РУТ-01 (далее – теплосчетчики), и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость теплосчетчиков к:

- Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019, в соответствии с ГПС для средств измерений массы и объема жидкости в потоке жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде, согласно Приказу Росстандарта от 07.02.2018 №256;

- Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3000 °С ГЭТ 34-2007, в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 ГПС для средств измерений температуры.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется прямой метод измерений объемного расхода и температуры, а также косвенный метод измерений тепловой энергии теплоносителя.

1.4 Интервал между поверками – 4 года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки теплосчетчиков выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта/раздела методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Раздел 8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 9	Да	Да
Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении объема теплоносителя	п. 10.1	Да	Да
Определение относительной погрешности комплекта датчиков температуры	п. 10.2	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении тепловой энергии теплоносителя	п. 10.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения температуры	п. 10.4	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 % при температуре +25 °С (без конденсации влаги);
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений (СИ), знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и СИ, изучивший настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации теплосчетчика и прошедший инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
Раздел 8 10.1 10.3	Установка поверочная 3-го разряда в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 г. №256, с диапазоном воспроизведения объемного расхода от 0,015 до 7,0 м ³ /ч, пределы допускаемой относительной погрешности измерений не более ±0,6 %	Установка поверочная Эрмитаж (регистрационный номер 71416-18 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
Раздел 8 10.2 10.3 10.4	Средство измерений температуры: диапазон измерений от +4 до +100 °С; пределы допускаемой абсолютной погрешности: ±0,03 °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ 2-3 (регистрационный номер 57690-14 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
Раздел 8 10.2 10.3 10.4	Термостаты жидкостные: диапазон воспроизведения температуры от 0 до +100 °С; нестабильность поддержания температуры: 0,01 °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1 (регистрационный номер 33744-07 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)

Раздел 8 10.2 10.3 10.4	Средство измерений сигналов электрического сопротивления и напряжения постоянного тока поступающих от первичных преобразователей температуры: диапазон измерений температуры от -200 до 750 °С; пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры: $\pm(0,005 + 10^{-5} \cdot t)$	Измеритель температуры многоканальный МИТ 8.10М (регистрационный номер 19736-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
----------------------------------	--	---

5.2 Допускается применение других аналогичных средств измерений, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик теплосчетчиков с требуемой точностью.

5.3 Все средства измерений должны быть поверены, эталоны аттестованы.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подключении средств измерений и вспомогательного оборудования к сети питания, необходимо соблюдать общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, "Правила эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей".

6.2 Монтаж и демонтаж электрических цепей должен проводиться только при отключенном питании всех устройств.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие теплосчетчика следующим требованиям:

- внешний вид, комплектность и маркировка должны соответствовать описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений;
- на теплосчетчике не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, влияющих на его работоспособность.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке.

Перед проведением операций поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- поверяемый теплосчетчик подготавливают к работе согласно руководству по эксплуатации;
- устанавливают теплосчетчик в линию поверочной установки, а второй, не смонтированный в корпус преобразователя расхода теплосчетчика термометр сопротивления помещают в термостат;
- удаляют воздух из измерительной линии поверочной установки;
- проверяют отсутствие каплевыделения или течи поверочной среды из конструктивных элементов теплосчетчика при рабочем давлении в поверочной установке.
- проводят опробование путем задания в пределах диапазона различных расходов воды с помощью поверочной установки и различных температур с помощью термостатов.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (далее - ПО) теплосчетчика производится визуально. Короткими нажатиями кнопки на лицевой

поверхности тепловычислителя необходимо перейти в раздел главного меню «Версия ПО». В данной области отображается версия ПО. Пример жидкокристаллического дисплея в режиме индикации версии ПО приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Жидкокристаллический дисплей в режиме индикации версии ПО

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении объема теплоносителя.

10.1.1 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении объема теплоносителя производится проливным методом на трех поверочных расходах: минимальный (q_i); номинальный (q_p); максимальный (q_s). На каждом расходе необходимо выполнить одно измерение.

10.1.2 На поверочной установке задается необходимый расход, теплосчетчик переводится в режим «Поверка». Переход в режим «Поверка» выполняется однократным длительным нажатием кнопки на лицевой поверхности тепловычислителя. При этом на экране должен отобразиться символ «F», как показано на рисунке 2.



Рисунок 2 – Жидкокристаллический дисплей в промежуточном этапе перехода в режим «Поверка»

Затем, однократным коротким нажатием кнопки перейти в режим «Поверка», который обеспечивает расширенную индикацию накопленного объема.



Рисунок 3 – Жидкокристаллический дисплей в режиме «Поверка»

10.1.3 Значения минимального времени измерений на каждом поверочном расходе приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения минимального времени измерений

Значение минимального времени измерения на максимальном расходе q_s , с, не менее	Значение минимального времени измерения на номинальном расходе q_p , с, не менее	Значение минимального времени измерения на минимальном расходе q_i , с, не менее
120	360	720

10.1.4 Относительная погрешность теплосчетчика при измерении объема δG определяется по формуле:

$$\delta G = \frac{V_T - V_{ЭТ}}{V_{ЭТ}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где: V_T – объем, измеренный теплосчетчиком, м³;
 $V_{ЭТ}$ – объем, измеренный поверочной установкой, м³.

10.2 Определение относительной погрешности комплекта датчиков температуры проводится с помощью термостатов. Датчики температуры помещаются в две термостатические ванны с разной температурой. Теплосчетчик переводится в режим измерения разности температур. Для этого, находясь в режиме «Поверка», кратковременным нажатием кнопки на тепловычислителе необходимо перейти в раздел меню, отображающий измеренную разность температур, как показано на рисунке 4.



Рисунок 4 – Жидкокристаллический дисплей, отображающий разность температур

В каждом из пределов разниц температур, указанных ниже, выбрать одну контрольную точку для проведения поверки:

- 1) $3^{\circ}\text{C} \leq \Delta \theta \leq 3,6^{\circ}\text{C}$
- 2) $10^{\circ}\text{C} \leq \Delta \theta \leq 20^{\circ}\text{C}$
- 3) $70^{\circ}\text{C} \leq \Delta \theta \leq 75^{\circ}\text{C}$

Примечание: в пунктах 1) и 2) температура термостата для датчика обратного трубопровода: $(50 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. В пункте 3) температура термостата для датчика обратного трубопровода: $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

Относительная погрешность комплекта датчиков температуры определяется по формуле:

$$\delta E_t = \frac{\Delta t_c - \Delta t}{\Delta t} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где: Δt_c - разность показаний температуры, измеренная тепловычислителем, °C;
 Δt - разность показаний температуры, заданная термостатами, °C.

10.3 Относительную погрешность при измерении тепловой энергии теплоносителя определяют следующим образом:

- переходят в режим поверки теплосчетчика при измерении тепловой энергии. Для этого необходимо, находясь в режиме «Поверка», кратковременным нажатием кнопки тепловычислителя перейти в раздел, отображающий накопленную тепловую энергию как показано на рисунке 5.



Рисунок 5 – Жидкокристаллический дисплей, отображающий накопленную тепловую энергию

- В этом разделе меню тепловычислителя автоматически запускается тестовый счет тепловой энергии, который обеспечивает накопление тепловой энергии при фиксированном значении накопленного объема: 100 дм³. Термометры теплосчетчика должны находиться в термостатических ваннах с разными температурами. Таким образом, необходимо выполнить по одному измерению при разнице температур в термостатах, приведенной в таблице 3.

Таблица 3 – Значения температуры в термостатах

Номер измерения	Температура в подающем трубопроводе, °С	Температура в обратном трубопроводе, °С
1	53	50
2	70	50
3	92	20

Расчет количества тепловой энергии проводят по формуле:

$$E_p = \frac{V \cdot \rho (h_1 - h_2)}{3,6} \quad (3)$$

где: V – имитированный объем теплоносителя = 100 дм³;
 ρ – плотность воды, кг/м³;
 h_1, h_2 – энтальпия теплоносителя, в подающем и обратном трубопроводах в соответствии с температурой теплоносителя, задаваемой термостатами, кДж/кг;
 3,6 – коэффициент перевода кДж в кВт·ч.

Примечание: при вычислении плотности и энтальпии, абсолютное давление теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах принимают равным 1 МПа.

Относительную погрешность измерения тепловой энергии определяют по формуле:

$$\delta E = \frac{E_{тс} - E_p}{E_p} \cdot 100 \quad (4)$$

где: $E_{тс}$ – количество тепловой энергии по показаниям теплосчетчика, кВт·ч;
 E_p – расчетное количество тепловой энергии, кВт·ч.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерения температуры проводится путем погружения термометров теплосчетчика в термостатическую ванну и сравнением показаний температуры, измеренной теплосчетчиком, с температурой, измеренной эталонным термометром, в термостатической ванне. Измерения проводят при температурах +20 °С; +50 °С; 92 °С

Значение абсолютной погрешности измерения температуры определяют для каждого датчика по формуле:

$$\Delta t = t_n - t_s \quad (5)$$

где t_n – значение температуры, измеренное теплосчетчиком, °С;
 t_s – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

Примечание: пункты 10.2, 10.3, 10.4 разрешается проводить одновременно

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Внешний вид, комплектность и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на теплосчетчик. На теплосчетчике нет внешних механических повреждений и дефектов, влияющих на его работоспособность.

11.2 При увеличении или уменьшении расхода на поверочной установке, соответствующим образом изменялись показания объемного расхода на жидкокристаллическом дисплее теплосчетчика. При увеличении или уменьшении температуры в термостатах, с помещенными в них термометрами теплосчетчика, соответствующим образом изменялись показания температуры на жидкокристаллическом дисплее теплосчетчика.

11.3 Идентификационные данные ПО на жидкокристаллическом дисплее теплосчетчика совпадают со значениями, указанными в таблице 4;

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	u-C.0.6A

11.4 Все полученные значения относительной погрешности при измерении объема δG не превышают значения допускаемой погрешности, %: $\pm(2,0 + 0,02q_p/q)$ но не более ± 5 .

11.5 Все полученные значения относительной погрешности комплекта датчиков температуры δE_t не превышают допускаемой погрешности, %: $\pm(0,5 + 3\Delta t_{\min}/\Delta t)$.

11.6 Все полученные значения относительной погрешности при измерении тепловой энергии δE в подающем и обратном трубопроводе не превышают допускаемой погрешности, %: $\pm(3 + 4\Delta t_{\min}/\Delta t + 0,02q_p/q)$.

11.7 Все полученные значения абсолютной погрешности измерения температуры не превышают величины, °C: $\pm(0,6 + 0,004t)$.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом по форме в соответствии с приложением А.

12.2 Сведения о результатах поверки теплосчетчика передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, при положительных результатах поверки теплосчетчика выдается свидетельство о поверке, оформленное в установленном порядке или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя, в соответствующем разделе паспорта теплосчетчика.

12.4 При отрицательных результатах поверки, теплосчетчик к эксплуатации не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в установленном порядке.

Начальник отдела
ФГУП "ВНИИМС"



Б.А. Иполитов

Ведущий инженер
ФГУП «ВНИИМС»



Д.П. Ломакин

**Протокол поверки теплосчетчика РУТ-01
(рекомендованная форма)**

Заводской номер: _____

Диаметр условного прохода, мм _____

Наименование методики поверки: _____

Средства поверки: _____

Условия проведения поверки:

Температура окружающего воздуха °С = _____

Атмосферное давление, мм рт. ст. = _____

Влажность воздуха, % = _____

7 Внешний осмотр: годен / не годен

8 Опробование средства измерений: годен / не годен

9 Проверка программного обеспечения средства измерений: годен / не годен

10.1 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении объема теплоносителя

№ изм.	Расход, м ³ /ч	Объем, измеренный теплосчетчиком V _р , м ³	Объем, измеренный поверочной установкой V _{эт} , м ³	Относительная погрешность δG, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

10.2 Определение относительной погрешности комплекта датчиков температуры

Пределы разницы температур, °С	Разность показаний температур, измеренная тепловычислителем, Δt _с , °С	Разность показаний температур, заданная термостатами, Δt, °С	Относительная погрешность δE _t , %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
3°С ≤ ΔT ≤ 3.6°С				
10°С ≤ ΔT ≤ 20°С				
70°С ≤ ΔT ≤ 75°С				

10.3 Определение относительной погрешности при измерении тепловой энергии

№ изм.	Количество тепловой энергии, измеренное теплосчетчиком, $E_{ТС}$, кВт·ч	Расчетное количество тепловой энергии, E_p , кВт·ч.	Относительная погрешность δE , %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

10.4 Определение абсолютной погрешности измерения температуры

Для подающего трубопровода

№ изм.	Значение температуры, измеренное теплосчетчиком, t_n , °С	Значение температуры, измеренное эталонным термометром, $t_э$, °С	Абсолютная погрешность Δt , °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С

Для обратного трубопровода

№ изм.	Значение температуры, измеренное теплосчетчиком, t_n , °С	Значение температуры, измеренное эталонным термометром, $t_э$, °С	Абсолютная погрешность Δt , °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С

Результат проверки: _____ (годен/негоден)

Поверитель: _____ (ФИО), _____ (подпись), _____ (дата)