

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ "ВНИИМС")**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ "ВНИИМС"



А.Е. Коломин

" 07 " 12 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Теплосчетчики КСТ-22

**Методика поверки
МП 208-069-2023**

Москва, 2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящий документ распространяется на Теплосчетчики КСТ-22 (далее – ТС) и устанавливает требования к методам и средствам их первичной и периодической поверок при выпуске из производства, в эксплуатации и после ремонта.

1.2. Поверка может проводиться двумя методами:

- комплектный метод, когда теплосчетчик поверяется в комплекте;
- поэлементный метод, когда элементы (автономные блоки) теплосчетчика поверяются отдельно.

1.3. Поверка ТС проводится:

- первичная, при выпуске из производства и/или после ремонта
- периодическая, по окончании межповерочного интервала.

Решение о положительном результате поверки всего теплосчетчика при поэлементной поверке выносят в том случае, если положительными являются результаты поверки всех элементов теплосчетчика.

1.4. Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость теплосчетчиков к Государственному первичному эталону единиц температуры ГЭТ 34-2020 согласно Приказа Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 и обеспечивает метрологическую прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 согласно Приказа Росстандарта №2356 от 26.09.2022.

1.5. Настоящая методика поверки применяется для поверки ТС КСТ-22, используемых в качестве рабочих средств измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

№	Наименование характеристики	Значение
1	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тепловой энергии теплосчетчиком для закрытых систем по ГОСТ Р 51649-2014, %*: - класс 1 - класс 2	$\pm(2+4\Delta t_{\min}/\Delta t+0,01G_{\max}/G)$, но $\leq 6,5\%$ $\pm(3+4\Delta t_{\min}/\Delta t+0,02G_{\max}/G)$, но $\leq 7,5\%$
2	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тепловой энергии тепловычислителем для закрытых систем по ГОСТ Р 51649-2014, %*:	$\pm (0,5+\Delta t_{\min}/\Delta t)$
3	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема воды и преобразования его в импульсы по ГОСТ Р 51649-2014, %: - для преобразователей расхода 1 класса - для преобразователей расхода 2 класса	$\pm(1+0,01 \cdot G_{\max}/G)$, но $\leq \pm 3,5$ $\pm(2+0,02 \cdot G_{\max}/G)$, но $\leq \pm 5$
4	Диапазон измерений температуры, °С	от 0 до +100 или от 0 до +150
5	Диапазон измерений разности температур, °С	от $\Delta t_{\min}$ до +149, где $\Delta t_{\min}$ – минимальная разность температур, °С.

№	Наименование характеристики	Значение
6	Минимальная разность температур ($\Delta t_{\min}$), °C	1; 3
7	Допуск термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, °C (в зависимости от класса допуска) - для класса А - для класса В	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$ $\pm(0,3+0,005 \cdot t)$, где $ t $ – абсолютное значение температуры (без учета знака), °C.
8	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры тепловычислителем, °C	$\pm(0,3+0,002 \cdot t)$
9	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры теплосчетчиком с термопреобразователями сопротивления, °C (в зависимости от класса допуска) - для класса А - для класса В	$\pm(0,45+0,004 \cdot t)$ $\pm(0,6+0,007 \cdot t)$
10	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений разности температур теплосчетчиком с термопреобразователями сопротивления, %	$\pm (1 + 4 \Delta t_{\min} / \Delta t)$, где Δt – разность температур, °C
11	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений разности температур тепловычислителем, %	$\pm (0,5 + \Delta t_{\min} / \Delta t)$
12	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений разности температур комплектом термопреобразователей сопротивления, %	$\pm (0,5 + 3 \Delta t_{\min} / \Delta t)$
13	Пределы приведенной погрешности преобразования токового сигнала от 4 до 20 мА в значение давления от 0 до 1,6 (16) МПа (атм), %	$\pm 0,5$
	*Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тепловой энергии теплосчетчиком для открытых систем теплоснабжения нормируются по ГОСТ Р 8.591-2002	

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Поверка	
		Первичная	Периодическая
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
Проверка программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении первичной и периодической поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С +20 ±5
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7
- температура воды, °С +20 ±5

3.2. Допускается проводить периодическую поверку теплосчетчика в сокращённом объёме в соответствии с приказом №2510 Минпромторга России от 31.07.2020г. только по используемым измерительным каналам и (или) отдельным автономным блокам (элементам) теплосчетчика на основании письменного заявления лица, представившего средство измерений или отдельный автономный блок на поверку. В свидетельстве о поверке теплосчетчика, в этом случае, указывается перечень поверенных каналов и (или) отдельных автономных блоков.

После ремонта или замены составной части теплосчетчика, кроме тепловычислителя, допускается проводить поверку только измерительного канала (объема, температуры, разности температур, давления) в состав которого входит отремонтированная или замененная составная часть теплосчетчика. При ремонте или замене тепловычислителя поверка теплосчетчика проводится в полном объеме.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1. К поверке допускаются лица, освоившие работу с ТС и применяемыми средствами поверки, изучившие их РЭ и настоящую методику поверки, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном на предприятии порядке.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки применяют поверочное и испытательное оборудование, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
пп. 8, 10 измерение расхода	Рабочий эталон единиц объемного расхода, объема жидкости в потоке 2-го разряда в соответствии с частью 1 Приказа Росстандарта от 26.09.2022 №2356 Диапазон измерений от 0,01 до 300 м³/ч, ПГ ±0,1 %,	Установка поверочная расходомерная "Спрут-100-А", регистрационный № 19442-13

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10	Средства измерения относительной влажности и температуры воздуха, атмосферного давления. относительная влажность, %: от 0 до 98 ПГ ± 2 , температура воздуха, °C: от -20 до +50 ПГ $\pm 0,3$, атмосферное давление, кПа: от 700 до 1100 ПГ $\pm 2,5$	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный № 82393-21
8	Средства измерений давления, Избыточное давление от 0 до 4,0 Мпа, ПГ $\pm 2,5\%$	Манометр показывающий ФТ МП2-УФ, регистрационный № 60168-15
10	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда (и выше) в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 Диапазон температур от 0 до +150 °C,	Термопреобразователь сопротивления сопротивления эталонный ЭТС-100, регистрационный № 19916-00
10	Средства измерений сопротивления, диапазон сопротивлений от 5 до 2000 Ом, ПГ $\pm(0,0050+10^{-5}R)$ Ом	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, регистрационный № 19736-11
10	Средства измерений сопротивления, диапазон сопротивлений 0,01— 111111,1 Ом, ПГ $\pm[0,02+2 \cdot 10^{-6}(Rk/R-1)]$	Магазин сопротивлений Р4831, регистрационный № 6332-77
10	Средства измерений постоянного тока, Диапазон от 0 до 20 мА, ПГ $\pm(0,05+0,005) \%$	Мультиметр цифровой 34401А, регистрационный № 54848-13
10	Испытательное оборудование. Диапазон: 0 °C. Неравномерность температуры в рабочем объеме термостата, не более $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$	Термостат нулевой ТН-1М,
10	Испытательное оборудование. Диапазон: Номинальная температура термостатируемой среды в рабочей камере, от 95 до 101,5 °C при атмосферном давлении 84-106,7 кПа. Неравномерность температуры в рабочем объеме термостата, не более 0,03°C. Нестабильность поддержания температуры в рабочей камере за 30 мин, не более $\pm 0,03^{\circ}\text{C}$	Термостат паровой ТП-2.
10	Испытательное оборудование. Диапазон:	Термостат жидкостный Т-2.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Полный диапазон воспроизводимых температур, от +35 до +230 °С. Неравномерность температурного поля в рабочем пространстве, не более, ± 0.01 °С Стабильность поддержания температуры, ± 0.01 °С	
8	Испытательное оборудование. Диапазон задаваемого давления 0...4,0 МПа	Опрессовочный насос высокого давления «Мегион»
10	Испытательное оборудование. Диапазон задаваемых импульсов 0...1000 имп.	Имитатор импульсов «ИИ-1».

5.2. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены. Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин и удовлетворять требованиям точности согласно государственных поверочных схем.

5.3. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

5.4. Допускается применение средств измерений других типов, обеспечивающих измерение параметров с требуемой точностью.

6. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1. Во время подготовки и проведении поверки соблюдают порядок выполнения работ, требования безопасности и правила, установленные в эксплуатационной документации на поверяемое СИ и средства поверки.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При проведении внешнего осмотра должно быть проверено соответствие ТС следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида описанию и изображению, приведенному в описании типа, не должно быть механических повреждений на корпусе и лицевой панели;
- надписи и обозначения должны быть читаемы и соответствуют требованиям эксплуатационной документации;
- комплектность, соответствует указанной в документации;
- соответствие исполнения его маркировке;
- на ТС должна быть следующая маркировка:
 - наименование;
 - торговая марка;
 - серийный номер;
 - знак утверждения типа СИ.

Результат проверки считают положительным, если ТС и/или его элементы соответствуют требованиям, изложенным в п.7.1.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1. Перед проведением опробования необходимо:

- установить теплосчетчик на поверочную установку, а термопреобразователи сопротивления в термостаты.
- включить и выдержать включенными теплосчетчик и применяемые средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

Провести опробование путем задания в пределах диапазона различных расходов воды с помощью поверочной установки и различных температур с помощью термостатов.

При изменении расхода воды и разности температур должны изменяться показаний на цифровом индикаторе теплосчетчика.

Проверку герметичности ТС проводят на стенде для гидроиспытаний.

Подключают ПР ТС к стенду и заполняют его водой от гидросистемы стенда. Расположение ТС должно обеспечивать полное вытеснение воздуха из его проточной части;

В рабочей полости ТС создают давление 1,6 МПа для ТС 1,0 МПа; 2,4 МПа для ТС 1,6 МПа; 3,2 МПа для ТС 2,5 МПа, плавно повышая его в течение 1 мин. Созданное испытательное давление следует выдержать в течение 5 мин.

Результат проверки считают положительными, если после выдержки давления в течение 5 мин, давление не снизилось и не обнаружено микротечей, каплеотделений и повреждений ТС.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1. При проверке программного обеспечения следует включить ТС, выбрать в меню индикации ячейку с цифровым идентификатором.

ТС (тепловычислитель) должен индицировать:

- Цифровой идентификатор ПО - А7С9

Результат проверки считается положительным, если данные на ЖКИ соответствуют данным, указанным в п. 9.1

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1. Определение относительной погрешности измерений объема, преобразования его в импульсы.

Измерения проводят на расходах:

- для ПР СР: 1,0 $g_{мин}$ +10 %; 5,0 $g_{мин}$ $\pm$ 10 %; 1,0 $g_{ном}$ $\pm$ 10 %;
- для ПР ЭР: 1,0 $g_{мин}$ +10 %; 5,0 $g_{мин}$ $\pm$ 10 %; 1,0 $g_{ном}$ $\pm$ 10 %; 1,0 $g_{макс}$ -10 %;

В каждой точке расхода проводят до трех измерений.

10.1.1. Комплектный метод.

Устанавливают ПР на расходомерную установку. Подключают ПР к тепловычислителю ТС.

Измерение объема ТС и расходомерной установкой проводят методом «старт с места». Для этого:

- настраивают необходимый расход;
- перекрывают расход запорным устройством;
- фиксируют начальные показания объема ТС;
- открывают расход (запорное устройство), выдерживают не менее 120 сек.
- перекрывают расход.
- фиксируют конечные показания объема ТС и значение объема, измеренного установкой;
- определяют значения объема и погрешностей при каждом измерении по формулам

$$V_{\text{изм}} = V_{\text{н}} - V_{\text{к}}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

$$\delta v = (V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}) / V_{\text{эт}} \times 100 \% \quad (2)$$

где $V_{\text{н}}$, $V_{\text{к}}$ – начальное и конечное значение объема на индикаторе ТС, м^3 ;

$V_{\text{эт}}$ – значение объема, измеренное установкой, м^3 .

Результат поверки считают положительными, если относительная погрешность измерений объема (расхода) не выходят за пределы, указанные в таблице 1 п.3.

10.1.2. Поэлементный метод.

Испытания Преобразователя расхода.

Устанавливают ПР на расходомерную установку, подключают выходной сигнал ПР к счетчику импульсов установки.

Проводят синхронизированное измерение объема расходомерной установкой и количества импульсов на выходе ПР.

При каждом измерении для ПР определяют значения основной относительной погрешности преобразования значения объема в количество импульсов на выходе по формуле

$$\delta_i^N = \frac{N_i \cdot c - G_i^{PY}}{G_i^{PY}} \cdot 100\% \quad (3)$$

N_i – количество импульсов на выходе ПР;

G_i^{PY} – значение объема, измеренное расходомерной установкой, м^3 ;

c – вес импульса, дм^3 .

Результат поверки по данному параметру считают положительным, если относительная погрешность измерений объема (расхода) не выходят за пределы, указанные в таблице 1 п.3.

Допускается измерение объема (количества импульсов) заменить синхронизированным измерением среднего за время измерения расхода расходомерной установкой и частоты импульсов на выходе ПР. При этом используемый метод измерений частоты должен обеспечивать измерение с погрешностью не более $\pm 0,1 \%$.

В том, случае, если проводились измерения расхода и частоты на выходе ПР - значение основной относительной погрешности определяют по формуле

$$\delta_i^N = \frac{f_i \cdot c \cdot 3,6 - g_j^{PY}}{g_j^{PY}} \cdot 100\% \quad (4)$$

f_i – частота на выходе, Гц;

g_j^{PY} – значение расхода, измеренное расходомерной установкой, $\text{м}^3/\text{ч}$.

10.2. Определение погрешности измерений температур.

10.2.1. Комплектный метод

- опускают термопреобразователи сопротивления ТС в термостаты;
- задают и контролируют в термостате температуры в диапазоне от 0 до 150 °С (не менее 3 точек), для ТС от 0 до 100 °С в диапазоне от 0 до 100 °С (не менее 2 точек), а разность температур в пределах диапазона измерений ΔT °С (не менее двух разностей);
- фиксируют значения температур, показываемые ТС.

Результат испытаний считают положительным, если значения температур и разности температур, измеренных ТС не выходят за пределы, указанные в таблице 1 п.п. 9 и 10.

10.2.2. Поэлементный метод

Проводят раздельную поверку для термопреобразователей сопротивления и тепловычислителя ТС.

Испытания термопреобразователей сопротивления и их комплектов:

- термопреобразователи сопротивления подключают к МИТ (измеритель сопротивления и температур) и выбираются: номинальная статическая характеристика (НСХ) термопреобразователя сопротивления ТП по ГОСТ 6651-2009 Pt500 или Pt1000, и температурный коэффициент термопреобразователя сопротивления ТП по ГОСТ 6651-2009, $^{\circ}\text{C}^{-1} = 0,00385$ (в соответствии с таблицей 1 п.7);
- опускают термопреобразователи сопротивления в термостаты;
- задают и контролируют в термостате температуры в диапазоне от 0 до 150 °С (не менее 3 точек), для ТС от 0 до 100 °С в диапазоне от 0 до 100 °С (не менее 2 точек) а разность температур в пределах диапазона измерений ΔT °С (не менее двух разностей);
- фиксируют значения температур, показываемые МИТ.

Результат поверки считают положительным, если полученные значения температур (статической характеристики) и разности температур не выходят за пределы, указанные в таблице 1 п.п.7 и 12.

Испытание тепловычислителя

К тепловычислителю подключают магазины сопротивлений и задаются значения сопротивления, соответствующие температурам, указанным в таблице 4.

Таблица 4

R (сопротивление) заданное, Ом	T заданная, °С
500 (1000)	00,00
596,99 (1193,97)	50,00
644,94 (1289,87)	75,00
739,76 (1479,51)	125,00

Сопротивление термопреобразователей сопротивления Pt500 при 0°С = 500Ом, а Pt1000 = 1000Ом.

Результат поверки считают положительным, если полученные значения температур и разности температур, измеренных тепловычислителем, не выходят за пределы, указанные в Таблице 1 п.п.8 и 11.

10.3. Определение погрешности измерений тепловой энергии

10.3.1. Комплектный метод

- к тепловычислителю ТС подключают преобразователи расхода, устанавливают преобразователи расхода на расходомерную установку и устанавливают необходимый расход согласно таблице 5;

- к тепловычислителю ТС подключают термопреобразователи сопротивления, устанавливают термопреобразователи сопротивления в термостаты. В термостатах устанавливают необходимые температуры согласно таблице 5 и выдерживают время не менее 20 мин.

Таблица 5

Заданный расход в диапазоне	Заданная температура T1, °C ±3	Заданная температура T2, °C ±3
1,0gмин +10 %	75,00	50,00
5,0gмин ±10 %	50,00	25,00
1,0gном ±10 %	100,00	50,00

Записывают начальные значения объема, массы и тепловой энергии, индицируемые ТС. Допускается, для увеличения разрядности, считывать значения из памяти ТС.

Выдерживают время поверки не менее 120 с.

Фиксируют значение объема, измеренное установкой, и конечные значения объема и тепловой энергии, измеренное ТС (теповычислителем).

Вычисляют расчетное значение массы воды M_p , т, для каждого канала, прошедшее за время измерений по формуле

$$M_{p_i} = V^y \cdot \rho(T_i) \quad (5)$$

где V^y – объем, измеренный установкой, м³;
 $\rho(T_i)$ – плотность воды в зависимости от температуры, кг/м³, определяется по формуле:

$$\rho(T) = \frac{1}{v(T)} \cdot 10^3 \quad (6)$$

$v(T)$ – удельный объем по таблицам ГСССД 187-99 при давлении 0,5МПа;

i – номер канала измерений объема и температуры.

Вычисляют расчетное значение тепловой энергии Q_p , Гкал в соответствии с ГОСТ Р 51649-2014 (индицируется на табло), по формуле

$$Q_p = M_p \cdot \frac{(h(T1) - h(T2))}{4186.8} \quad (7)$$

где $h(T)$ – энтальпия воды в зависимости от температур в термостатах термопреобразователь сопротивления, подключенных к каналам вычислителя, кДж/кг по таблицам ГСССД 187-99 при давлении 0,5МПа.

Вычисляют расчетное значение относительной погрешности измерений тепловой энергии по формуле

$$\delta Q = \frac{(Q_k - Q_n) - Q_p}{Q_p} \cdot 100\% \quad (8)$$

где Q_k – конечное значение тепловой энергии, рассчитанное теплосчетчиком, Гкал;

Q_n – начальное значение тепловой энергии, рассчитанное теплосчетчиком, Гкал.

Результат поверки считают положительным, если значения погрешностей не выходят за пределы, указанные в таблице 1 п.1.

Для теплосчетчика с формулой для открытой системы вычисляют расчетное значение тепловой энергии Q_p , Гкал в соответствии с ГОСТ Р 8.591-2002(индицируется на табло), по формуле

$$Q_p = M_{p1} \cdot \frac{(h(T1) - h(T2))}{4186.8} + (M_{p1} - M_{p2}) \cdot \frac{(h(T2) - h(T3))}{4186.8} \quad (9)$$

Вычисляют расчетное значение относительной погрешности измерений тепловой энергии по формуле (8).

Результат поверки считают положительным, если значения погрешностей не выходят за пределы, указанные в таблице 1 п.1*.

10.3.2. Поэлементный метод

К тепловычислителю ТС подключается имитатор импульсов. Имитатор импульсов представляет из себя ключ, который замыкает и размыкает контакты с частотой не более 3 Гц и длительностью импульса (замкнуто/разомкнуто) не менее 100 мс.

Задают объем прошедшей воды путем имитирования импульсов от ПР имитатором импульсов в соответствии с таблицей 6.

К тепловычислителю ТС подключают магазины сопротивлений.

Задают температуры путем имитирования соответствующим сопротивлением магазином сопротивления в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Заданный объем не менее, м ³	Заданная температура T1, °C	Заданная температура T2, °C
0,200	75,00	50,00
0,200	50,00	25,00
0,200	125,00	50,00

Выполняют расчет массы и тепловой энергии аналогично п. 10.3.1.

Результат поверки считают положительным, если относительная погрешность вычисления тепловой энергии не выходят за пределы, указанные в таблице 1 соответственно формуле вычисления тепловой энергии п.п.2 и 2*.

10.4. Определение погрешности измерений токового сигнала (значение давления)

Определение приведенных погрешностей преобразования тока в значение давления проводят для каждого канала измерения давления в следующей последовательности:

- подключают калибратор тока к каналу измерений давления, с обязательным соблюдением полярности, либо миллиамперметр, источник напряжения и магазин сопротивлений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1.

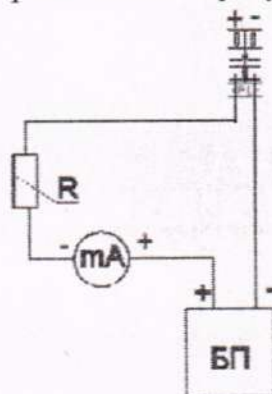


Рисунок 1.

- устанавливают ток 20 мА. При применении схемы, приведенной на рисунке 1, допускается устанавливать значение тока в диапазоне 18...20 мА;
- кнопкой "Режим", расположенной на передней панели вычислителя, выбирают режимы индикации давления испытуемого канала;
- записывают значение индицируемого вычислителем давления;
- устанавливают ток 5 мА. При применении схемы, приведенной на рисунке 1, допускается устанавливать значение тока в диапазоне 4...6 мА;
- записывают значение индицируемого вычислителем давления;
- вычисляют расчетные значения давлений по формуле:

$$P_p = I - 4 \quad (10)$$

I – значение тока, мА;

- вычисляют приведенные погрешности преобразования значения тока в значение давления по формуле:

$$\gamma_p = \frac{P - P_p}{16} \cdot 100\% \quad (11)$$

Результат поверки считается положительным, если показания соответствуют требованиям, указанным в таблице 1 п.13.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1. Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

11.2. По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки наносит знак поверки на средства измерений и (или) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510, и (или) в паспорт (формуляр) средств измерений вносит запись о проведенной поверке, или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.3. Рекомендуемые формы протоколов поверки приведены в приложении А.

Начальник отдела 208
ФГБУ "ВНИИМС"

Б.А. Иполитов

Начальник сектора
ФГБУ "ВНИИМС"

В.И. Никитин

Представитель
ООО "САЯНЫ"

И.В. Кузник

Приложение А (Рекомендуемое)

Пример формы протокола поверки (первичная или периодическая), комплектный метод.

ООО "Саяны" 249096, Калужская обл., г. Малоярославец, ул. Г. Соколова 33 к 1, тел +74952152822, email: root@sayan.ru Уникальный номер записи в Реестре Аккредитованных лиц Л № RA RU 314368						
Протокол поверки №		001		дата		
				07.12.2023		
Наименование СИ		Теплосчетчик КСТ-22				
тип СИ, модификация, зап. №		Прима 231 002				
Год выпуска		2023				
Номер в реестре		XXXXXX-XX				
Заказчик						
Методика поверки		МП 208-069-2023				
Вид поверки		Первичная			Комплектный метод	
Условия проведения поверки:						
Параметр		Действительные значения		Допустимые значения		
Температура окружающего воздуха, °C		20		20 ± 5		
Относительная влажность, %		45		30...80		
Атмосферное давление, кПа		99,19		84...107		
Температура воды, °C		18		20 ± 5		
Средства поверки:						
Средства поверки: Установка поверочная расходомерная "Спрут-100-А", диапазон измерений 0,01–300 м³/ч, ПП ±0,1 %, Рег.№ 19442-13 зап.№ 001, Свидетельство о поверке: С-М/18-08-2022/181553410, действительно до: 17.08.2024, Организация поверитель: ФГБУ "ВНИИМС", эталон 2 разряда, Термометр ИВА-6Н-Д, диапазон измерений температуры – от минус 20 до плюс 60 °C, относительной влажности – от 0 до 98 %, атмосферное давление кПа 700...1100, Рег.№ 82393-21, Зап.№ 23407, Свидетельство о поверке: С-БУ/22-05-2023/248087982, Действительно до: 21.05.2024 Организация поверитель: ФБУ "КАЛУЖСКИЙ ЦСМ"; Манометр показывающий ФТ МП2-УФ, диапазон измерений 0...4,0 МПа, КТ 2,5, Рег.№ 60168-15, Зап.№ А0565161, Свидетельство о поверке: С-ГТИ/14-02-2022/132714203, Действительно до: 13.02.2024, Организация поверитель: АО "ПО ФИЗТЕХ", Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, диапазон температур -20...+160 °C, ПП ±0,02 °C, Рег.№ 19916-00, Зап.№ 06-108, Свидетельство о поверке: С-МА/11-07-2022/169764667, Действительно до: 10.07.2024, Организация поверитель: ФБУ "РОСТЕСТ-МОСКВА", эталон 3 разряда, Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, диапазон сопротивлений 5...2000 Ом, Рег.№ 19736-11, Зап.№ 2157, Свидетельство о поверке: С-ВСА/26-12-2022/212658848, Действительно до: 25.12.2023, Организация поверитель: ООО НПК "ЭТАЛОН-ТЕСТ", эталон 3-го разряда, Магнитн сопротивлений Р4831, Диапазон (0,01–11111,1) Ом, ПП ±[0,02+2·10-6 (Rk/R-1)] КТ 0,02, Рег.№ 6332-77, Зап.№ 02069, Свидетельство о поверке: С-БУ/07-11-2023/292599579, Действительно до: 06.11.2024, Организация поверитель: ФБУ "КАЛУЖСКИЙ ЦСМ"; Мультиметр цифровой 34401А, диапазон 0...20 мА, ПП ±(0,05+0,005) %, Рег.№ 54848-13, Зап.№ МУ045014323, Свидетельство о поверке: С-БУ/03-10-2023/283429185, Действительно до: 02.10.2024, Организация поверитель: ФБУ "КАЛУЖСКИЙ ЦСМ"						
Операции поверки:		Номер пункта методики поверки		Поверка		
				Первичная Периодическая		
Внешний осмотр		7		да да		
Подготовка к поверке и опробование		8		да да		
Проверка программного обеспечения		9		да да		
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям		10		да да		
Оформление результатов поверки		11		да да		
1. Внешний осмотр				7.		
		результат		годен		
2. Подготовка к поверке и опробование				8		
		результат		годен		
3. Проверка программного обеспечения				9.		
		результат		годен		
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям				10.		
5. Определение относительной погрешности измерений объема, преобразования его в импульсы				10.1		
Заданный расход/объем, л		Измерение V1, л		Измерение V2, л		Измерение V3, л
Погрешность V1, %		Погрешность V2, %		Погрешность V3, %		Погрешность V3, %
1,0 мин +10 % / 3,097		3,084		-0,42%		3,085
5,0 мин +10 % / 14,47		14,33		-0,97%		14,41
1,0 мин +10 % / 93,64		92,71		-0,99%		91,81
Допуск: ±(2+0,02 Gmax/G), но ≤ ±5		результат		годен		
6. Определение погрешности измерений температур				10.2		
T заданная, °C		T1 изм., °C		T2 изм., °C		T3 изм., °C
погрешность T1, °C		погрешность T2, °C		погрешность T3, °C		погрешность T3, °C
0,004		0,040		0,020		0,050
99,984		99,970		99,940		99,990
Допуск: ±(0,6+0,007·t)		результат		годен		
ΔT заданное, °C		ΔT измеренное, °C		погрешность, %		
99,980		99,950		0,030%		
Допуск: ±(1+4 Δtmin/Δt)		результат		годен		
7. Определение погрешности измерений тепловой энергии				10.3		
Заданный расход/объем, л		заданная ΔT, °C		заданная энергия, Гкал		измеренная энергия, Гкал
погрешность, %		погрешность, %		погрешность, %		погрешность, %
1,0 мин +10 % / 3,137		20,63		0,06225		0,06014
5,0 мин +10 % / 14,09		5,01		0,06853		0,06632
1,0 мин +10 % / 93,51		39,78		3,61221		3,53358
Допуск: ±(3+4 Δtmin/Δt + 0,02 Gmax/G), но ≤ 7,5% в соответствии с ГОСТ Р 51649-2014		результат		годен		
8. Определение погрешности измерений токового сигнала (значение давления)				10.4		
I ток заданный, мА / P давление заданное, МПа		P1 давление измеренное, МПа		P2 давление измеренное, МПа		P3 давление измеренное, МПа
погрешность P1, %		погрешность P2, %		погрешность P3, %		погрешность P3, %
20 / 16		15,96		15,94		15,95
5 / 1		1,01		1,03		1,06
Допуск: ± 0,5 %		результат		годен		
Заключение		Соответствует требованиям				
Поверитель		(ФИО)				

Пример формы протокола поверки (первичная или периодическая), поэлементный метод.

наименование лица аккредитованного на поверку		адрес:		тел +7		mail:	
Уникальный номер записи в Реестре аккредитованных лиц №							
Протокол поверки №		дата					
Наименование СИ:		Теплосчетчик КСТ-22					
тип СИ, модификация, зав №		Прима					
Год выпуска:							
Номер в реестре:							
Заказчик:							
Методика поверки:		МП 208-069-2023					
Вид поверки:		Поэлементный метод					
Условия проведения поверки:							
Параметр		Действительные значения			Допустимые значения		
Температура окружающего воздуха, °C					20 ± 5		
Относительная влажность, %					30...80		
Атмосферное давление, кПа					84...107		
Температура воды, °C					20 ± 5		
Средства поверки:							
Рабочий эталон единиц объемного расхода, объема жидкости в потоке 2-го разряда в соответствии с частью 1 Приказа Росстандарта от 26.09.2022 №2356							
Средства измерения относительной влажности и температуры воздуха, атмосферного давления							
Средства измерений давления							
Рабочий эталон температуры 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253							
Средства измерений сопротивления							
Средства измерений постоянного тока							
Термостаты 0, 100, 150, °C							
Имитатор импульсов							
Операции поверки		Номер пункта методики поверки		Поверка			
				Первичная		Периодическая	
Внешний осмотр		7		да		да	
Подготовка к поверке и опробование		8		да		да	
Проверка программного обеспечения		9		да		да	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям		10		да		да	
Оформление результатов поверки		11		да		да	
1. Внешний осмотр		результат		7.			
2. Подготовка к поверке и опробование		результат		8			
3. Проверка программного обеспечения		результат		9.			
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям		результат		10.			
5. Определение относительной погрешности измерений объема, преобразование его в импульсы		результат		10.1			
Преобразователь расхода		преобразование объема в импульсы					
Заданный расход/объем, м³	Кол-во импульсов ПР	Вес импульсов, дм³	Измеренное V, м³	Погрешность V, %			
1.0 дм³ ±10 % /							
5.0 дм³ ±10 % /							
1.0 дм³ ±10 % /							
1.0 дм³ ±10 % /							
Заданный расход, м³/ч	Частота импульсов ПР, Гц	Вес импульсов, дм³	Измеренный расход v, м³/ч	Погрешность v, %			
1.0 дм³ ±10 % /							
5.0 дм³ ±10 % /							
1.0 дм³ ±10 % /							
1.0 дм³ ±10 % /							
Допуск: $\pm(2+0,02 \cdot G_{max}/G)$, но $\leq \pm 5$		результат					
6. Определение погрешности измерений температуры		результат		10.2			
Термометры и их комплект		результат					
T заданная, °C	T1 изм., °C	T2 изм., °C	погрешность T1, °C	погрешность T2, °C			
0,00							
100,00							
150,00							
Допуск: $\pm(0,3+0,005 t)$		результат					
ΔT заданное, °C	ΔT измеренное, °C	погрешность, °C					
100							
50							
Допуск: $\pm(0,5 + 3 \cdot \Delta t_{min}/\Delta t)$		результат					
Тепловычислитель		результат					
T заданная, °C	T1 изм., °C	T2 изм., °C	T3 изм., °C	погрешность T1, °C	погрешность T2, °C	погрешность T3, °C	
0							
50,53							
70,33							
120,35							
Допуск: $\pm(0,3+0,002 t)$		результат					
ΔT заданное, °C	ΔT измеренное, °C	погрешность, °C					
19,8							
50,02							
Допуск: $\pm(0,5 + \Delta t_{min}/\Delta t)$		результат					
7. Определение погрешности измерений тепловой энергии		результат		10.3			
Тепловычислитель		результат					
Заданный объем, м³	заданная ΔT, °C	заданная энергия, Гкал	измеренная энергия, Гкал	погрешность, %			
0,2	20						
0,2	5						
0,2	40						
Допуск: $\pm(1 + \Delta t_{min}/\Delta t)$, но $\leq 7,5\%$ в соответствии с ГОСТ Р 51649-2014 или $\pm 1\%$ в соответствии с ГОСТ Р 8.591-2002		результат					
8. Определение погрешности измерений токового сигнала (наличие давления)		результат		10.4			
I ток заданное, мА / P давление заданное, МПа	P1 давление измеренное, МПа	P2 давление измеренное, МПа	P3 давление измеренное, МПа	погрешность P1, %	погрешность P2, %	погрешность P3, %	
20 / 16							
5 / 1							
Допуск: $\pm 0,5\%$		результат					
Заключение		Соответствует требованиям					
Поверитель		(ФИО)					