

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест - Москва»



А.С. Евдокимов

« 24 » июля 2013 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ

Теплосчетчики компактные «СТК»

Методика поверки

МП РТ 1941-2013

Москва
2013 г.

Введение

Настоящий документ распространяется на теплосчётчики компактные «СТК» (далее – теплосчётчики), изготавливаемых серийно, по ТУ 4213-006-77986247-2013 «Технические условия. Теплосчетчики компактные «СТК», фирмой ООО «ПК ПРИБОР», и устанавливает методику их периодической поверки.

Межповерочный интервал теплосчётчика - 6 лет.

1. Операции и средства поверки

1.1. При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр;
- проверка герметичности;
- опробование (проверка функционирования);
- определение метрологических характеристик;
- проверка идентификационных данных ПО.

1.2. При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в Таблице 1.

1.3. Средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 1.

Наименование	Тип (обозначение)	Используемые характеристики
1. Установка поверочная	УПСЖ-50/В	Диапазоны расходов $0,01 \div 50 \text{ м}^3/\text{ч}$, ПГ не более $\pm 0,25 \%$
2. Источник питания постоянного тока	Б5-47	Напряжение $0 \div 4 \text{ В}$, ток - не более 500 мА
3. Генератор импульсов	АКИП-3301	ПГ $\pm(5 \cdot T \cdot 10^{-5} + 5 \text{ нс}) \text{ с}$
4. частотомер электронно-счётный	ЧЗ-63	ПГ $\pm(5 \cdot 10^{-7} + 1 \text{ ед. сч}) \text{ с}$
5. Секундомер электронный	«Интеграл С-01»	Диапазон измерений $(0 \div 999,99) \text{ с}$, ПГ $\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01) \text{ с}$
6. Термостат переливной прецизионный	ТПП-1.0	нестабильность не более $\pm 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$
7. Термостат переливной прецизионный	ТПП-1.1	нестабильность не более $\pm 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$
8. Измеритель температуры многоканальный	МИТ-8.10	ПГ $\pm 0,004 + 10^{-5} \cdot t \text{ }^\circ\text{C}$
9. Термометр сопротивления платиновый вибропрочный	ПТСВ-1-2	ПГ не более $\pm 0,07 \text{ }^\circ\text{C}$
10. Термогигрометр	Testo-610	Диапазон измерений относительной влажности воздуха $(15 \div 85) \%$, ПГ $\pm 2,5 \%$. Диапазон измерений температуры $(0 \div +50) \text{ }^\circ\text{C}$, ПГ $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
11. Барометр-анероид	БАММ	Диапазон измерений атмосферного давления $(80 \div 106) \text{ кПа}$, ПГ $\pm 0,2 \text{ кПа}$.

Допускается применение других средств поверки, с метрологическими характеристиками с точностью, не хуже приведённых в Таблице 1.

2. Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации теплосчётчика, данную методику поверки и эксплуатационную документацию используемых средств поверки и вспомогательного оборудования.

3. Требования безопасности

3.1. Лица, проводящие поверку, должны быть ознакомлены с правилами (условиями) безопасной работы теплосчётчиков и средств поверки, указанными в РЭ на них.

3.2. При поверке теплосчётчиков необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 12.3.006, а так же правила техники безопасности.

4. Условия поверки

4.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха $+(20 \pm 10)^\circ\text{C}$;
- температура поверочной среды $+(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- дрейф температуры поверочной среды не должен превышать 3°C/ч ;
- относительная влажность окружающего воздуха $(30 \div 80)\%$;
- атмосферное давление $(84 \div 106)$ кПа;
- поверочная среда для преобразователя расхода теплосчетчика – вода.
- длина прямолинейного участка трубопровода:
 - на входе теплосчётчика - не менее $5 \cdot D_u$;
 - на выходе теплосчётчика - не менее $3 \cdot D_u$.

5. Подготовка к поверке

5.1. Перед началом поверки необходимо в измерительном канале поверочной установки, с предустановленным в него теплосчетчиком, установить и выдержать, в течение 10 минут, расход жидкости, равный $(0,3 \div 0,9) \cdot Q_{\text{max}}$ (Q_{max} - максимальный расход для данного типа теплосчётчика, $\text{м}^3/\text{ч}$).

5.2. Проверяют наличие эксплуатационной документации на теплосчетчик.

5.3. Подготавливают к работе средства измерений, применяемые при поверке теплосчетчика, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

5.4. Подготавливают теплосчетчик к работе в соответствии с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации на него.

5.5. Подключают теплосчетчик к источнику электропитания (в том случае, если теплосчётчик имеет вывод внешнего электропитания);

6. Проведение поверки

6.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемых теплосчётчиков следующим требованиям:

- комплектность соответствует данным, указанным в сопроводительной документации на теплосчётчик;
- маркировка соответствует указанной в руководстве по эксплуатации теплосчётчика;
- заводской номер теплосчётчика соответствует указанному в сопроводительной документации;
- корпуса первичного преобразователя и тепловычислителя не имеют механических повреждений, влияющих на работоспособность теплосчётчика;
- окно индикатора чистое и не имеет дефектов, препятствующих правильному считыванию показаний;

6.2. Опробование

Опробование производится при помощи поверочной установки. Поверяемый теплосчетчик установить в рабочем канале поверочной установки. Затем, цифровой выход теплосчетчика (в случае его наличия) подключить к компьютеру.

Включить теплосчетчик и проверить связь с компьютером.

При опробовании задаются расходы в диапазонах: $(0,05 \div 0,2) \cdot Q_{\text{max}}$ и $(0,5 \div 1,0) \cdot Q_{\text{max}}$, (где Q_{max} – максимальный расход теплосчетчика, $\text{м}^3/\text{ч}$).

Теплосчетчики допускаются к поверке, если выполняются условия:

- Компьютер устойчиво поддерживает связь с теплосчетчиком (при наличии канала связи RS485);
- на дисплее отображаются значения измеряемых и рассчитываемых величин, происходит изменение текущих данных;
- обеспечивается возможность переключения измеряемых величин при помощи кнопки;
- при неизменном расходе отображаемое значение текущего расхода должно быть неизменно, а отображаемое значение суммарного объема должно увеличиваться с течением времени;
- значение температуры подающего и обратного трубопроводов соответствуют температуре среды, в которую помещены термопреобразователи сопротивления.

Допускается совместить данный пункт методики поверки с п. 6.5.

6.5. Определение относительной погрешности измерений объема

Определение относительной погрешности измерений объема производится при помощи поверочной установки, в 3-х контрольных точках: Q_n , $0,1 \cdot Q_n$ и Q_{min} (где Q_n – номинальный расход теплосчетчика ($Q_n = 0,5 \cdot Q_{max}$), $m^3/ч$).

Для каждой контрольной точки проводится не менее 3-х измерений. Результат каждого измерения заносится в протокол.

Примечание: Допустимо проводить поверку по данному пункту методики в соответствии с МИ 2997-2006, с учётом диаметров и расходов теплосчётчиков.

Перед проведением измерений (примерно за 30 минут) теплосчетчик должен быть приведён в рабочее состояние и через него должен быть пропущен (примерно в течении 10 минут) расход испытательной среды, равный $(0,2 \div 0,5) \cdot Q_{max}$.

Нажимая кнопку, перевести теплосчётчик в состояние индикации накопленного объема. Затем, удерживая кнопку более 6-и секунд, перейти в режим измерения объема с увеличенной разрядностью индикатора.

Относительную погрешность измерений объема δ_{Vi} , %, определяют по формуле

$$\delta_{Vi} = \frac{V_i - V_{зм}}{V_{зм}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $V_{зм}$ – объем, измеренный поверочной установкой, л;
 V_i – объем, измеренный теплосчетчиком, л.

Затем вычисляется среднее арифметическое значение для каждой контрольной точки.

За результат принимается наихудшая величина среднего арифметического значения в каждой контрольной точке.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если наихудшее среднее арифметическое значение относительной погрешности измерений объема δ_{Vi} , в каждой контрольной точке, не превышает значения $\pm(2+0,05(Q_n/Q_{зм}))$ % (где $Q_{зм}$ – расход, на котором проводились испытания).

6.6. Определение абсолютной погрешности измерений разности температур

Определение абсолютной погрешности измерений разности температур проводится при помощи двух термостатов, в 3-х контрольных точках (Таблица 2).

Допускается совместить испытание по данному пункту с п. 6.8 настоящей методики.

Таблица 2.

№ точки	Температура t, °C		Разность температур Δt , °C
	подающий труб-од	обратный труб-од	
1	100	2	98
2	70	50	20
3	20	20	0

Для каждой контрольной точки проводится не менее 3-х измерений. Результат каждого измерения заносится в протокол.

Во время поверки, термопреобразователи сопротивления помещаются в соответствующие термостаты. Контрольные точки задаются последовательно.

Примечание: Каждый раз, после выхода калибраторов на температурный режим, для стабилизации температуры выдерживают паузу перед началом нового измерения (примерно 5 ÷ 10 минут).

Абсолютную погрешность измерений разности температур Δt_i , определяют по формуле

$$\Delta t_i = \Delta t_{изм} - \Delta t_{эм}, \quad (2)$$

где $\Delta t_{эм}$ – разность температур, заданная при помощи термостата, °С;

$\Delta t_{изм}$ – разность температур, измеренная теплосчётчиком, °С.

Затем вычисляется среднее арифметическое значение для каждой контрольной точки.

За результат принимается наихудшая величина среднего арифметического значения в каждой контрольной точке.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если наихудшее среднее арифметическое значение абсолютной погрешности измерений разности температур, в каждой контрольной точке, не превышает величины $\pm(0,2+0,005 \cdot \Delta t)$ °С.

6.7. Определение относительной погрешности измерений интервалов времени

Определение относительной погрешности измерений интервалов времени проводится при помощи электронного секундомера.

Проводится не менее 2-х измерений. Результат каждого измерения заносится в протокол. Для этого переводят теплосчётчик в режим индикации текущего времени. Фиксируют в протоколе время на индикаторе теплосчётчика. Затем, когда произойдёт переключение очередной минуты на индикаторе теплосчётчика, необходимо запустить секундомер. Не менее чем через 1 час остановить секундомер, в момент переключения очередной минуты на индикаторе теплосчётчика.

Зафиксировать время на индикаторе теплосчётчика и время, которое показал электронный секундомер.

Относительную погрешность измерения интервалов времени δT_i , определяют по формуле

$$\delta T_i = \frac{T_{изм} - T_{эм}}{T_{эм}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $T_{изм}$ – значение времени, измеренного теплосчётчиком, с;

$T_{эм}$ – значение времени, измеренного электронным секундомером, с.

За результат принимается наихудшее значение относительной погрешности из всех измерений.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если наихудшее значение относительной погрешности измерения интервалов времени, не превышает значения $\pm 0,05 \%$.

6.8. Определение относительной погрешности вычислений тепловой энергии

Определение относительной погрешности вычислений тепловой энергии проводится при помощи поверочной установки, в одной контрольной точке. Проводится не менее 3-х измерений. Результат каждого измерения заносится в протокол.

Перед началом поверки теплосчетчик устанавливается в рабочий канал поверочной установки, и подготавливается в соответствии с п. 5.4. Термопреобразователь сопротивления, закреплённый в корпусе теплосчётчика, необходимо выкрутить, а на его место вкрутить заглушку.

Термопреобразователи сопротивления из комплекта теплосчётчика помещаются в соответствующие им термостаты, с заданным значением температуры (Таблица 3.).

6.8.1. После стабилизации температуры фиксируют показания накопленной тепловой энергии на индикаторе теплосчётчика, а так же значение накопленного объёма.

Таблица 3.

№ точки	Температура t, °С		Разность температур Δt , °С	Плотность* ρ , кг/м ³		Энтальпия* h , ккал/кг		Тепловой коэфф.* k , кДж·ч/(м ³ ·°С)	
	подача (1)	обратка (2)		подача (1)	обратка (2)	подача (1)	обратка (2)	подача (1)	обратка (2)
1	100	2	98	959,05	1000,68	100,360	2,3928	0,95874	1,00036

* - Все значения приведены и рассчитаны для избыточного давления $P_{изб} = 1,6$ МПа.

6.8.2. Проливают через теплосчётчик объём воды равный 100 литрам (для всех типоразмеров теплосчётчиков), на расходе, соответствующем номинальному расходу теплосчётчика.

6.8.3. По окончании проливки фиксируют показания накопленной тепловой энергии и значение накопленного объёма.

6.8.4. Вычисляют разницу показаний $\Delta E_{изм}$ и $\Delta V_{изм}$ по формулам

$$\Delta E_{изм} = E_{кон} - E_{нач}, \quad (4)$$

где $E_{кон}$ – значение накопленной тепловой после проведения проливки, Мкал;

$E_{нач}$ – значение накопленной тепловой до проведения проливки, Мкал;

$$\Delta V_{изм} = V_{кон} - V_{нач}, \quad (5)$$

где $V_{кон}$ – значение накопленного объёма после проведения проливки, м³/ч;

$V_{нач}$ – значение накопленного объёма до проведения проливки, м³/ч.

Примечание: При наличии импульсного выхода, накопленные значения тепловой энергии ($\Delta E_{изм}$) можно получить в виде количества импульсов N . Вес импульсов K , приведён в паспорте теплосчётчика или на лицевой панели прибора. Тогда $\Delta E_{изм} = K \cdot N$.

6.8.5. Рассчитывают значение тепловой энергии $E_{расч}$, для условий, заданных в таблице 3, по формулам

– для теплосчётчика устанавливаемого на обратном трубопроводе:

$$E_{расч} = \Delta V_{изм} \cdot \rho_2 \cdot (h_1 - h_2) \text{ или } E_{расч} = \Delta V_{изм} \cdot k_2 \cdot (t_1 - t_2), \quad (6)$$

– для теплосчётчика устанавливаемого на подающем трубопроводе:

$$E_{расч} = \Delta V_{изм} \cdot \rho_1 \cdot (h_1 - h_2) \text{ или } E_{расч} = \Delta V_{изм} \cdot k_1 \cdot (t_1 - t_2), \quad (7)$$

где ρ_1 и ρ_2 – плотность воды в подающем и обратном трубопроводе, соответственно, кг/м³;

k_1 и k_2 – тепловой коэффициент в подающем и обратном трубопроводе, соответственно, кВт·ч/(м³·°C);

h_1 и h_2 – энтальпия в подающем и обратном трубопроводе, соответственно, кВт·ч/кг.

6.8.6. Относительную погрешность вычисления тепловой энергии δE , %, определяют по формуле

$$\delta E = \frac{E_{изм} - E_{расч}}{E_{расч}} \cdot 100, \quad (8)$$

где $E_{изм}$ – значения тепловой энергии по индикатору теплосчётчика, Мкал;

$E_{расч}$ – расчетное значение тепловой энергии для i -ой точки, Мкал.

6.8.7. Вычисляют среднеарифметическое значение δE для 3-х измерений.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если среднее арифметическое значение относительной погрешности вычисления тепловой энергии не превышает **±3,06 %**;

6.9. Определение абсолютной погрешности измерения количества импульсов дополнительными счетными входами

Поверка по данному пункту проводится только при наличии данных дополнительных входов, по каждому входу – отдельно.

Определение абсолютной погрешности измерения количества импульсов дополнительными счетными входами осуществляется при помощи генератора импульсов и частотомера, в двух контрольных точках, для различной частоты. Испытания проводятся для каждого дополнительного входа.

Для каждой контрольной точки проводится не менее 3-х измерений. Результат каждого измерения заносится в протокол.

Перед началом измерений теплосчётчик переводят в режим отображения накопленного объёма дополнительным счётным входом и подключают к соответствующему дополнительному счётному входу генератор импульсов. Параллельно генератору импульсов подключают частотомер, для контроля частоты следования импульсов.

Фиксируют показания накопленного объёма $V_{доп1}$ и весовой коэффициент $K_{доп}$, л/имп, для данного дополнительного входа.

Затем подают импульсы, в соответствии с таблицей 4. По окончании счёта импульсов фиксируют значение накопленного объёма $V_{доп2}$.

Таблица 4.

№ точки	Частота следования импульсов, Гц	Количество импульсов $N_{зад}$, шт.
1	1	100
2	100	10000

Рассчитывают значение накопленного объёма по формуле

$$\Delta V_{дон} = V_{дон2} - V_{дон1}, \quad (9)$$

Рассчитывают количество измеренных теплосчётчиком импульсов по формуле

$$N_{изм} = \Delta V_{дон} / K_{дон}, \quad (10)$$

Абсолютная погрешность измерения количества импульсов дополнительными счетными входами определяется по формуле

$$\Delta N = N_{изм} - N_{зад}, \quad (11)$$

Вычисляют среднеарифметическое значение ΔN по трём измерениям, для каждой точки.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если среднее арифметическое значение абсолютной погрешности измерения количества импульсов дополнительными счетными входами не превышает **±1 импульс**.

6.10. Проверка идентификационных данных ПО

Для проверки идентификационных данных ПО необходимо после подключения теплосчётчика к компьютеру переписать данные, отображаемые в программе.

Если канал связи RS485 отсутствует, то версию ПО, указанную в паспорте теплосчётчика сравнивают с надписью на лицевой панели прибора

Теплосчётчик считают прошедшим поверку, если значения из программы соответствуют данным, указанным в паспорте и на лицевой панели теплосчётчика.

7. Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки заносят в протокол. Пример формы протокола поверки приведён в Приложении А.

7.2. При положительном результате поверки в паспорте на расходомер делают отметку, заверяемую подписью лица, проводившего поверку, и ставят оттиск поверительного клейма или выписывают свидетельство о поверке, в соответствии с ПР 50.006-94.

7.3. При отрицательных результатах поверки выдаётся извещение о непригодности, с указанием причины, в соответствии с ПР 50.006-94.

ФОРМЫ ПРОТОКОЛОВ ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ № _____
поверки прибора

Дата

Город

Тип прибора:

Заводской номер:

Поверочная установка:

Условия проведения поверки:

Температура воды = °С; Температура воздуха = °С;

Давление воздуха = кПа; Влажность воздуха = %.

Ду мм;

Q_{макс} м³/ч

Таблица А.1.1

Расход, м ³ /ч	Измерен- ный объём $\Delta V_{\text{изм}}, \text{м}^3$	Эталон-ный объём $\Delta V_{\text{эт}}, \text{м}^3$	Относит. погр. $\delta_V, \%$	Относит. погр. средняя $\delta_{V\text{ср}}, \%$	Допустимая относит. погр. $\delta_{V\text{доп}}, \%$
Q _{ном}					
0,1·Q _{ном}					
Q _{мин}					

Таблица А.1.2

Точка поверки	Измеренная разность температур $\Delta t_{\text{изм}}, ^\circ\text{C}$	Эталонная разность температур $\Delta t_{\text{эт}}, ^\circ\text{C}$	Абсолютная погрешность $\Delta t, ^\circ\text{C}$	Абсолютная погрешность средняя $\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	Допустимая абсолютн. погр. $\Delta t_{\text{доп}}, ^\circ\text{C}$
1					
2					
3					

Таблица А.1.3

№ п/п	Начальное показание	Конечное показание	Измеренное время, с	Эталонное время, с	Относит. погр. $\delta T, \%$	Относит. погр. средняя $\delta T_{\text{ср}}, \%$	Допустимая относит. погр. $\delta T_{\text{доп}}, \%$
1							±0,05
2							

Таблица А.1.4

Накопленный объем ΔV , м ³	Измеренная разность температур Δt , °С	Измеренное значение тепловой энергии $E_{изм}$, Мкал	Расчётное значение тепловой энергии $E_{расч}$, Мкал	Относит. погрешн. δE , %	Относит. погрешн. средняя $\delta E_{ср}$, %	Допустимая относит. погрешн. $\delta E_{доп}$, %
						±3,06

Таблица А.1.5 (для одного дополнительного канала счётного входа)

№ точки	Частота импульсов, Гц	Накопленный объем $\Delta V_{доп}$, м ³	Измеренное количество импульсов $N_{зад}$, шт.	Заданное количество импульсов $N_{зад}$, шт.	Абсолютн. погр. ΔN , %	Абсолютн. погрешн. средняя $\Delta N_{ср}$, %	Допустимая Абсолютн. погр. $\Delta N_{доп}$, %
1	1						±1
2	100						

Заключение: Пригоден / непригоден

Поверитель:

подпись

расшифровка подписи