



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



Е.В. Морин

«30» декабря 2016 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ ТЭСМА-106
МОДИФИКАЦИИ ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.01),
ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.02.1), ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.02.2),
ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.02.3)

Методика поверки

РТ-МП-4112-449-2016

г. Москва
2016

Настоящая методика поверки распространяется на Теплосчётчики ТЭСМА-106 модификации ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.01), ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.02.1), ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.02.2), ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ.02.3) (далее по тексту – теплосчётчики) и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверок.

Теплосчётчики предназначены для измерений и регистрации значений потребленного (отпущенного) количества теплоты (тепловой энергии), теплоносителя и других параметров систем теплоснабжения и горячего водоснабжения.

Интервал между поверками – 4 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Подготовка к поверке	6	Да	Да
2. Внешний осмотр	7.1	Да	Да
3. Проверка электрического сопротивления изоляции	7.2	Да	–
4. Проверка герметичности	7.3	Да	Да
5. Опробование	7.4	Да	Да
6. Определение метрологических характеристик	7.5	Да	Да
7. Проверка идентификационных данных ПО СИ	8	Да	Да
8. Оформление результатов поверки	9	Да	Да

Примечание:

- Операции поверки по п. 7.5 проводятся при наличии соответствующих функциональных параметров (определяются в спецификации заказа);
- При периодической поверке допускается проводить операции по п. 7.5 только для используемых каналов в их рабочем диапазоне.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основных средств поверки
7.2	Мегаомметр Ф4102/1-1М, регистрационный номер 9225-88, диапазон измерений электрического сопротивления от 0 до 500 МОм
7.3	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-010И, регистрационный номер 33587-12, диапазон измерений от 0 до 6 МПа, погрешность ±0,05 %
7.3	Насос опрессовочный ручной ГИМ, диапазон воспроизведений давления от 0 до 6 МПа
7.4, 7.5	Установка поверочная ТЭСМАРТ-РУ-200, регистрационный номер 57776-14, диапазон воспроизведения расхода от 0,015 до 200 м ³ /ч, погрешность ±0,25 %
7.4, 7.5	Установка поверочная, диапазон воспроизведения расхода от 0,08 до 600 м ³ /ч, погрешность ±0,25 %

Продолжение таблицы 2.

7.4, 7.5	Вольтметр универсальный В7-78/1, регистрационный номер 52147-12, диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 25 мА, погрешность $\pm(0,05 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$
7.4, 7.5	Калибратор многофункциональный Calog-PRO-R, регистрационный номер 47999-11, Диапазон воспроизведения постоянного тока от 0 до 24 мА, погрешность $\pm(0,0001 \cdot I_k + 1 \text{ е.м.р.})$; диапазон воспроизведения частоты от 1 до 2000 Гц, погрешность $\pm(0,0001 \cdot F_k + 1 \text{ е.м.р.})$
7.4, 7.5	Меры электрического сопротивления постоянного тока многозначные типа Р3026-2, регистрационный номер 8478-04, диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0,01 до 1000 Ом, погрешность $\pm 0,005 \%$
7.5	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88, регистрационный номер 41190-09, диапазон измерений частоты от 0,01 до 10000 Гц, погрешность $\delta_f = \pm(\delta_0 + 1/f_x \cdot \tau_{\text{сч}})$
Примечание – При первичной поверке ИПР (поверке после ремонта) допускается использовать технологические ИВБ теплосчётчиков ТЭСМА-106, регистрационный номер 52455-13.	

2.2 Все применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 Поверка проводится квалифицированным персоналом предприятий и организаций, аккредитованных на право проведения поверки в установленном порядке.

3.2 Поверку должен проводить поверитель, изучивший эксплуатационную документацию на все составные части теплосчётчика.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования, определяемые:

- правилами безопасности при эксплуатации теплосчётчиков;
- правилами безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенными в эксплуатационной документации;
- правилами техники безопасности и пожарной безопасности, действующими на предприятии.

4.2 Эталонные средства измерений, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.3, ГОСТ 12.2.007.7.

5 Условия поверки

- | | |
|--|------------------------|
| – температура окружающего воздуха | от +15 до +30 °С |
| – относительная влажность | от 30 до 85 % |
| – атмосферное давление | от 84,0 до 106,7 кПа |
| – поверочная среда для теплосчётчиков вода по | СанПиН 2.1.4.1074-2001 |
| – дрейф температуры поверочной среды, не более | 3 °С/ч |

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки теплосчётчик выдерживают в нормальных климатических условиях не менее 1 часа.

6.2 Подготавливают к работе средства измерений, применяемые при проверке теплосчётчика, в соответствии с их эксплуатационной документацией. Проверяют наличие действующих свидетельств об их проверке.

6.3 Подготавливают теплосчётчик к работе в соответствии с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации на него. Подключают кнопку «старт/стоп» к контактам контакты ХР2 (Приложение А).

6.4 Перед началом проверки теплосчётчика необходимо выдержать ППР, установленные в рабочем канале поверочной установки, в течение:

- 30 минут при первичной проверке;
- 15 минут при периодической проверке.

При этом через ППР должен протекать расход со скоростью поверочной жидкости, равной 1...3 м/с. ИП выдерживаются в канале поверочной установки в соответствии с их методиками проверки (Приложение Д).

6.5 Перед началом проверки теплосчётчика необходимо выдержать датчики давления ППД, установленные в системе для проверки датчиков давления в течение 15 минут, под давлением $0,5 \cdot P_{\text{ППД}}$ (где $P_{\text{ППД}}$ – верхний предел измерений датчиков давления ППД). Допускается совместить данный пункт методики с п.п. 6.4.

6.6 Перед началом проверки теплосчётчика необходимо выдержать ИВБ во включённом состоянии в течение 15 минут. Допускается совместить данный пункт методики с п.п. 6.4.

7 Проведение проверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие проверяемых теплосчётчиков следующим требованиям:

- комплектность соответствует данным, указанным в сопроводительной документации на теплосчётчик;
- маркировка соответствует указанной в руководстве по эксплуатации;
- заводской номер теплосчётчика и его комплектующих соответствует указанному в сопроводительной документации;
- корпуса ИВБ, ППР, ИП, ТС и ППД (ДИД) не имеют механических повреждений, следов коррозии и перегрева влияющих на работоспособность СИ;

Теплосчётчики считаются поверенными по данному пункту, если по внешнему виду, маркировке и комплектности соответствуют предоставленной сопроводительной документации и руководству по эксплуатации.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчиков

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчиков (ИВБ) относительно корпуса проводить мегаомметром с номинальным напряжением 500 В.

Отсчет показаний по мегаомметру производить по истечении 1 минуты после приложения напряжения.

Теплосчетчики считаются выдержавшими проверку, если электрическое сопротивление изоляции цепей питания теплосчетчиков (ИВБ) относительно корпуса не менее 40 МОм.

7.2.2 Проверка электрического сопротивления изоляции цепей электродов ППР

Операция проводится при наличии ППР в составе теплосчетчика.

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей электродов ППР относительно корпуса проводить мегаомметром с номинальным напряжением 500 В. При проверке ППР должен быть отключен от ИВБ.

Один зажим мегаомметра с обозначением «земля» соединить с корпусом первичного преобразователя, а другой – последовательно соединять с каждым из электродов первичного преобразователя.

Теплосчетчики (ППР) считаются выдержавшими проверку, если сопротивление изоляции электродов ППР относительно корпуса не менее 100 МОм.

7.3 Проверка герметичности

7.3.1 Проверку герметичности ППР проводить на номинальном давлении. Для этого ППР заглушить фланцами, присоединить к опрессовочному насосу и заполнить водой. Давление внутри ППР плавно, в течение 1 минуты, увеличить до номинального значения. Давление контролировать по контрольному манометру.

ППР считают выдержавшими проверку, если в течение 1 минуты показания контрольного манометра не уменьшались и отсутствует каплеобразование.

7.3.2 Перед проведением поверки ППД необходимо проверить герметичность системы, состоящей из соединительных линий и эталонного средства измерений (СИ), давлением, равным 120 % от верхнего предела измерений поверяемого датчика. При проверке герметичности ППД и эталонное СИ отключают от устройства, задающего давление.

Систему считают герметичной, если в течение 1 минуты показания контрольного манометра не уменьшались.

7.3.3 Проверку герметичности ППД проводить на номинальном давлении. Для этого необходимо подключить ППД и эталонное СИ к устройству, задающему давление. Давление внутри ППД плавно, увеличить до номинального значения. Давление контролировать по эталонному СИ.

ППД считают выдержавшими проверку, если в течение 1 минуты показания эталонного СИ не уменьшались.

7.3.4 Проверку герметичности ИП проводить в соответствии с их методиками поверки (Приложение Д).

7.4 Опробование

Опробование включает следующие операции:

- установку ППР теплосчетчика на измерительный участок поверочной установки в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации теплосчетчика и руководства по эксплуатации поверочной установки;

- заполнение внутреннего объема измерительного участка водой и выдержку не менее 5 минут при расходе от $0,5 \cdot G_B$ до $0,9 \cdot G_B$ (где: G_B – «верхний» (наибольший) предел измерений расхода ППР, м³/ч);

- подключение составных частей теплосчетчика и средств поверки в соответствии с рисунком 1 и рисунком 2 (Приложение А);

- подключение теплосчетчика к сети питания и проверку функционирования органов управления (кнопок);

- проверку индикации установленных и измеряемых параметров на индикаторе (ЖКИ) ИВБ;

- проверку работоспособности теплосчетчика при измерении температуры теплоносителя в пределах от 0 до +150 °С путем изменения устанавливаемых на магазинах значений сопротивления;

- проверку установки индикатора расхода теплосчетчика на ноль при отсутствии расхода;

- проверку работоспособности интерфейсов RS-485 и RS-232 путём сличения паспортных значений установленных параметров (D_u , G_B) на индикаторе теплосчетчика и выводимых на экран монитора ПК.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если в процессе ее проведения не обнаружено разночтений между информацией на индикаторе теплосчетчика и информацией, отображаемой на мониторе ПК.

Опробование ИП, ТС и ДИД проводится по методикам поверки на эти изделия (Приложение Д).

7.5 Определение метрологических характеристик

7.5.1 Определение метрологических характеристик при поэлементной поверке

7.5.1.1 Определение относительной погрешности измерительных каналов расхода

7.5.1.1.1 Определение относительной погрешности измерительных каналов расхода, в состав которых входят ППР

Определение относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода проводится только для каналов ППР на расходах: $0,9 \cdot G_B \leq G \leq G_B$, $0,1 \cdot G_B \leq G \leq 0,11 \cdot G_B$,

$G_H \leq G \leq 1,1 \cdot G_H$ (где G_H – «нижний» (наименьший) предел расхода, G_B – «верхний» (наибольший) предел расхода). Рекомендуется начинать проверку с наибольшего расхода.

К каналам измерения температуры рекомендуется подключить имитаторы температуры или магазины сопротивлений.

В каждой контрольной точке проводится не менее трёх измерений.

Запуск и остановка счёта осуществляется при помощи кнопки «старт/стоп». Для повтора измерения необходимо одновременно нажать кнопки «служебная» и «вход». Счет интеграторов при каждом следующем измерении начинается с «нуля».

Среднее значение расхода, за время измерения, будет отображаться на ЖКИ теплосчётчика после повторного нажатия кнопки «старт/стоп».

Относительная погрешность измерительного канала расхода δ_G , %, определяется по формуле (1) при проведении поверки методом сличения, и по формуле (2) – при поверке методом статического взвешивания.

$$\delta_G = \frac{G - G_0}{G_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где G – средний расход по поверяемому теплосчётчику, м³/ч;
 G_0 – средний расход по поверочной установке, м³/ч.

$$\delta_G = \left(\frac{G \cdot \rho \cdot T_{\Pi}}{3600 \cdot M_0} - 1 \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где M_0 – масса воды, накопленная в емкости за время измерений T_{Π} , кг;
 T_{Π} – время поверки (интервал времени между сигналами «старт» и «стоп»), с;
 ρ – плотность воды при температуре поверки, кг/м³.

Время поверки T_{Π} рекомендуется выбирать не менее:

40 секунд – в первой контрольной точке ($0,9 \cdot G_B \leq G \leq G_B$);

120 секунд – во второй контрольной точке ($0,1 \cdot G_B \leq G \leq 0,11 \cdot G_B$);

180 секунд – в третьей контрольной точке ($G_H \leq G \leq 1,1 \cdot G_H$).

Теплосчетчик считают прошедшим поверку, если относительная погрешность измерительного канала расхода в каждой контрольной точке не выходит за пределы:

– для приборов класса 1: $\pm(0,8 + 0,004 \cdot G_B/G)$ %, но не более $\pm 3,5$ %;

– для приборов класса 2: $\pm(1,5 + 0,01 \cdot G_B/G)$ %, но не более $\pm 5,0$ %.

7.5.1.1.2 Определение относительной погрешности измерительных каналов расхода, в состав которых входят ИП

К частотно-импульсным каналам расхода ИВБ подключается генератор (калибратор). Данную операцию можно проводить параллельно для всех каналов. Задаются значения частот, указанные в таблице 4.1. Измеренные значения считывают с ЖКИ ИВБ.

Относительная погрешность измерительного канала расхода δ_G , %, определяется по формуле

$$\delta_{\text{ИП}} = |\delta_{\text{ИП}}| + |\delta_f| \quad (3)$$

где $\delta_{\text{ИП}}$ – погрешность ИП, %;

δ_f – погрешность ИВБ при измерении частоты, определяемая по формуле

$$\delta_f = \frac{G}{G_B} \cdot \frac{f_{\text{max}} - f_0}{f_0} \cdot 100 \quad (4)$$

где f_0 – заданная частота, Гц

f_{max} – максимальная частота для поверяемого канала, Гц

G_B – максимальный расход для поверяемого канала, м³/ч;

Последовательно повторяют описанные выше действия для всех остальных каналов.

Допускается проводить поверку параллельно для всех каналов.

Теплосчетчик считают прошедшим испытание, если относительная погрешность измерительного канала расхода в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в п.п. 7.5.1.1.1.

7.5.1.2 Определение приведённой погрешности входных каналов ИВБ при измерении давления

7.5.1.2.1 Определение приведенной погрешности измерительных каналов давления для датчиков избыточного давления сторонних производителей

Подать с калибратора тока на вход ДИД1 ток, пропорциональный значению избыточного давления (см. таблицу 3).

Приведенная погрешность измерительного канала давления γ_p , %, определяется по формуле

$$\gamma_p = \left(\frac{P - P_0}{P_{\max} - P_{\min}} \right) \cdot 100, \quad (5)$$

где P – избыточное давление по показаниям поверяемого теплосчетчика, МПа;
 P_0 – расчетное значение избыточного давления, приведённое в таблице 3, МПа,
 P_{\max} – максимальное значение измеряемого давления ($P_{\max} = 1,6$ МПа).

Таблица 3 – Значения избыточных давлений при поверке

Диапазон измерений, МПа	Диапазон входных токов ДИД, мА	Номер контрольной точки					
		1		2		3	
		I_0 , мА	P_0^* , МПа	I_0 , мА	P_0^* , МПа	I_0 , мА	P_0^* , МПа
от 0 до 1,6	от 4 до 20	4,80	0,08	12,00	0,80	20,00	1,60
	от 0 до 5	0,25	0,08	2,50	0,80	5,00	1,60

Примечание: * – Значение для справок.

$$P_0 = \left[\left(\frac{I_0 - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right) \times (P_{\max} - P_{\min}) \right] + P_{\min} \quad (6)$$

где P_{\max} – максимальное давление для данного типа датчика, МПа;
 P_{\min} – минимальное давление для данного типа датчика, МПа;
 I_{\max} – максимальное значение установленного диапазона токового выхода, мА;
 I_{\min} – минимальное значение установленного диапазона токового выхода, мА;
 I_0 – ток, измеренный миллиамперметром (универсальным вольтметром), мА;

Повторить операции поверки для всех остальных каналов.

Теплосчётчик считают прошедшим поверку, если приведенная погрешность измерения давления каждого измерительного канала во всех контрольных точках не превышает $\pm 0,15$ %.

7.5.1.2.2 Определение приведенной погрешности измерительных каналов давления с датчиками избыточного давления ППД

Испытания проводятся только для тех теплосчётчиков, в составе которых есть ППД. Первичные преобразователи давления ППД поверяются только в комплекте с ИВБ.

Установить ППД в систему задания избыточного давления и подключить его к ИВБ (рисунок 2, Приложение А). Последовательно устанавливая значения давлений, указанных в таблице 3. Заданные избыточные давления контролировать по эталонному преобразователю давления. Измеренные ППД значения избыточных давлений смотреть на ЖКИ ИВБ.

Приведенная погрешность измерительного канала давления γ_p , %, определяется по формуле 5.

Если теплосчётчик укомплектован двумя и более ППД, то необходимо повторить операцию поверки для всех остальных каналов ППД. Допускается проводить параллельную поверку сразу всех каналов ППД.

ППД в комплекте с теплосчётчиком считают прошедшими поверку, если приведенная погрешность измерения каждого канала во всех контрольных точках не превышает $\pm 1,0$ %.

7.5.1.3 Определение относительной погрешности измерений интервалов времени

Определение относительной погрешности измерений интервалов времени проводят при помощи электронного частотомера. Подключить частотомер к разъему ХР6 (см. рисунок 1, Приложение А).

Относительная погрешность измерений интервалов времени δ_{τ} , %, определяется по формуле

$$\delta_{\tau} = \frac{f_{\tau} - f_0}{f_0} \cdot 100, \quad (7)$$

где f_{τ} – частота таймера ИВБ, Гц;
 f_0 – эталонная частота ($f_0=512,0$ Гц).

Теплосчетчик считают прошедшим поверку, если относительная погрешность измерений интервалов времени δ_{τ} , не превышает $\pm 0,01$ %.

7.5.1.4 Определение абсолютной погрешности входных каналов ИВБ при измерении температуры

Определение абсолютной погрешности при измерении температуры проводится для каждого входного измерительного канала температуры ИВБ.

Подключить магазины сопротивлений МС1 и МС2 как показано на рисунке 2 (Приложение А). Последовательно установить переключатели магазинов сопротивлений МС1 и МС2 в положения, соответствующие значениям сопротивлений ТС при температурах $+10$ °С, $+60$ °С и $+145$ °С. Зафиксировать в протоколе показания температуры, индицируемые на ЖКИ.

Абсолютная погрешность входного измерительного канала температуры ИВБ определяется по формуле

$$\Delta t = t - t_0 \quad (8)$$

где t – значение температуры, индицируемое на ЖКИ теплосчётчика, °С;
 t_0 – значение температуры, установленное на магазинах сопротивлений, °С.

Теплосчётчик считают прошедшим поверку, если абсолютная погрешность каждого входного измерительного канала температуры ИВБ не превышает $\pm(0,05+0,001 \cdot t)$ °С.

Допускается совместить данный пункт поверки с п.п. 7.5.1.5 настоящей методики поверки.

7.5.1.5 Определение относительной погрешности вычисления тепловой энергии (количества теплоты)

Относительная погрешность вычисления тепловой энергии (количества теплоты) вычисляется для всех каналов измерения тепловой энергии теплосчётчика при первичной поверке и для рабочих каналов – при периодической поверке.

Подключить к ИВБ магазины сопротивлений в соответствии с рисунком 2 (Приложение А). Перевести ИВБ в режим «Поверка».

Примечание – Конфигурация схем учета, автоматически устанавливаемая при входе в режим «Поверка», приведена в таблице 7 (Приложение Г).

Выбрать время поверки T_{Π} (рекомендуемое значение $T_{\Pi}=120$ с) и расход, соответствующий первой точке поверки (значения расхода устанавливаются автоматически, таблица 4.1). На магазинах сопротивлений установить значения сопротивлений R_1 и R_2 , для каналов измерения температуры t_1 и t_2 , соответствующие первой точке поверки (таблица 4.2). Значения избыточного давления автоматически устанавливаются равными 0,9 МПа и 0,5 МПа, для подающего и обратного трубопроводов соответственно.

Таблица 4.1 – Контрольные значения входных сигналов при поэлементной поверке

№ контр. точки	Объемный расход, м ³ /ч	Частота генератора, Гц	t_1 , °С	t_2 , °С	Δt , °С
1	G_B	2000	60,0	58,0	2,0
2	$0,1 \cdot G_B$	200	80,0	65,0	15,0
3	G_H	5	145,0	10,0	135,0

После нажатия кнопки «Вход» (на панели ИВБ) измерения запустятся и автоматически остановятся по окончании времени поверки T_{Π} .

Таблица 4.2 – Контрольные значения входных сигналов при поэлементной поверке

Номер контрольной точки	Значение температуры теплоносителя		Разность температур теплоносителя $\Delta t, ^\circ\text{C}$	Тепловой коэффициент $K, \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$	Значения сопротивления ТС, соответствующие значениям температуры, с номинальной статической характеристикой типа			
	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$			100П ($W_{100}=1,391$)		Pt100 ($W_{100}=1,385$)	
					$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$
1	60	58	2	2,3766	123,61	122,83	123,24	122,47
2	80	65	15	17,061	131,39	125,56	130,90	125,16
3	145	10	135	145,51	156,32	103,96	155,46	103,90

Относительная погрешность вычисления тепловой энергии (количества теплоты) $\delta_{\text{тв}}, \%$, рассчитывается по формуле

$$\delta_{\text{тв}} = \frac{E - E_0}{E_0} \cdot 100, \quad (9)$$

где E – значение тепловой энергии (количества теплоты) по теплосчётчику, накопленное за время измерения $T_{\text{п}}, \text{кВт}\cdot\text{ч}$ (МДж);

E_0 – расчетное значение тепловой энергии (количества теплоты), $\text{кВт}\cdot\text{ч}$ (МДж).

Расчетное значение тепловой энергии (количества теплоты) E_0 , в контрольной точке определяется по формуле

$$E_0 = \frac{K \cdot G_0 \cdot T_{\text{п}}}{3600}, \quad (10)$$

где K – тепловой коэффициент, соответствующий контрольной точке (таблица 4.2), $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$; G_0 – заданное значение расхода теплоносителя в контрольной точке (таблица 4.1), $\text{м}^3/\text{ч}$.

Повторяют описанные выше действия для второй и третьей контрольных точек, установив соответствующие значения расхода и сопротивлений.

Затем подключают последовательно другие измерительные каналы тепловой энергии (количества теплоты) и повторяют для них все описанные выше действия.

Теплосчетчик считают прошедшим поверку, если максимальная относительная погрешность, определяемая по формуле (9), в каждом измерительном канале не превышает значения (ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011): $\pm(0,5 + \Delta t_{\text{мин}}/\Delta t) \%$.

7.5.1.6 Определение относительной погрешности канала тепловой энергии (количества теплоты)

Определение относительной погрешности канала тепловой энергии (количества теплоты) проводится расчетным методом, путём сложения максимальных значений погрешностей всех влияющих величин для каждого измерительного канала.

Относительная погрешность канала тепловой энергии (количества теплоты) $\delta_E, \%$, определяется по формуле

$$\delta_E = |\delta_G| + |\delta_i| + |\delta_{\text{тв}}|, \quad (11)$$

где δ_G – Максимальная относительная погрешность измерительного канала расхода, %;

δ_i – Максимально допустимая погрешность комплекта ТС, %;

$\delta_{\text{тв}}$ – Максимальная погрешность вычисления тепловой энергии (по всем точкам), %.

Максимально допустимая погрешность комплекта ТС $\delta_i, \%$ (по ГОСТ Р ЕН 1434-2011) определяется по формуле

$$\delta_i = \pm(0,5 + 3 \cdot \Delta t_{\text{мин}}/\Delta t), \quad (12)$$

Теплосчетчик считают прошедшим поверку, если относительная погрешность канала тепловой энергии (количества теплоты) δ_E , не превышает значений:

– для класса 1: $\pm(2 + 4 \cdot \Delta t_{\text{н}}/\Delta t + 0,01 \cdot G_{\text{в}}/G) \%$;

– для класса 2: $\pm(3 + 4 \cdot \Delta t_{\text{н}}/\Delta t + 0,02 \cdot G_{\text{в}}/G) \%$.

7.5.2 Определение метрологических характеристик при комплексной поверке

Относительная погрешность измерительного канала тепловой энергии (количества теплоты) при комплексной поверке вычисляется только на периодической поверке и только для рабочих каналов.

Подключить к ИВБ первичные преобразователи расхода ППР (ИП) и магазины сопротивлений в соответствии с рисунком 2 (Приложение А). Перевести теплосчётчик в режим «Поверка» и установить расход, соответствующий первой точке поверки (таблица 5). На магазинах сопротивлений установить значения сопротивлений R_1 и R_2 , для каналов измерения температуры t_1 и t_2 , соответствующие первой точке поверки (таблица 4.2). Значения избыточного давления установить равными 0,9 МПа и 0,5 МПа, для подающего и обратного трубопроводов соответственно.

Таблица 5 – Контрольные значения входных сигналов при комплексной поверке

№ контр. точки	Объемный расход, м ³ /ч	Частота генератора, Гц	t_1 , °С	t_2 , °С	Δt , °С
1	от $0,9 \cdot G_B$ до G_B	от 1800 до 2000	60,0	58,0	2,0
2	от $0,1 \cdot G_B$ до $0,11 \cdot G_B$	от 200 до 220	80,0	65,0	15,0
3	от G_H до $1,1 \cdot G_H$	от 5,0 до 5,5	145,0	10,0	135,0

После нажатия кнопки «Вход» (на панели ИВБ) измерения запустятся и автоматически остановятся по окончании времени поверки $T_{п}$.

Относительная погрешность измерительного канала тепловой энергии (количества теплоты) δ_k , %, рассчитывается по формуле

$$\delta_k = \frac{E - E_0}{E_0} \cdot 100, \quad (13)$$

где E_0 – рассчитывают по формуле (9), кВт·ч (МДж);

В качестве заданного расхода G_0 , м³/ч (в формуле (10)), используется средний расход по поверочной установке.

Повторяют описанные выше действия для второй и третьей контрольных точек, установив соответствующие значения расхода и сопротивлений.

Затем подключают последовательно другие измерительные каналы тепловой энергии (количества теплоты) и повторяют для них все описанные выше действия (п.п 7.5.2).

Относительная погрешность канала тепловой энергии (количества теплоты) δ_E , %, определяется по формуле

$$\delta_E = |\delta_i| + |\delta_k|, \quad (14)$$

Теплосчетчик считают прошедшим поверку, если относительная погрешность, определяемая по формуле (13), в каждом измерительном канале не превышает критериев указанных в п.п 7.5.1.6.

7.5.3 Определение приведенной погрешности преобразования измеренного параметра в сигнал постоянного тока

Определение приведенной погрешности преобразования измеренного параметра в сигнал постоянного тока обязательно проводить при первичной поверке. При периодической поверке этот пункт методики проводится только в том случае, если данная функция используется.

Собрать схему в соответствии с рисунком 1 (Приложение А). На магазине сопротивлений установить значение R_0 согласно таблице 5 и зафиксировать значение тока на токовом выходе в контрольных точках.

Таблица 5 – Контрольные значения сопротивлений R_0 и G_0

Контрольная точка	R_0 (Pt100), Ом	Заданная температура t_0 , °С	Заданный расход G_0 , м ³ /ч
1	155,46	145	от $0,9 \cdot G_B$ до G_B
2	103,90	10	от $0,1 \cdot G_B$ до $0,11 \cdot G_B$

Приведенная погрешность преобразования измеренного значения температуры (расхода)

в унифицированный сигнал постоянного тока γ_1 , %, определяется по формуле:

$$\gamma_1 = \left(\frac{I_{\text{изм}} - I_0}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \right) \cdot 100, \quad (14)$$

где I_0 – ток, соответствующий измеренной величине, мА, определяемый по формулам:

$$I_0 = \left[\left(\frac{t_0 - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \right) \times (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) \right] + I_{\text{min}} \quad (15)$$

или

$$I_0 = \left[\left(\frac{G_0 - G_H}{G_B - G_H} \right) \times (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) \right] + I_{\text{min}} \quad (16)$$

где $t_{\text{min}} = 150$ °С;

G_0 и t_0 – показания индикатора теплосчетчика.

Теплосчётчик считают прошедшим поверку, если приведенная погрешность преобразования измеренного значения температуры (расхода) в унифицированный сигнал постоянного тока γ_1 , не превышает $\pm 0,5$ % в каждой контрольной точке.

8. Проверка идентификационных данных ПО

Информация о версии программного обеспечения доступна для просмотра на ЖКИ, ИВБ. Для прочтения кода контрольной суммы (CRC) необходимо подать на прибор напряжение питания, удерживая нажатой кнопку «выход». По истечении одной минуты нажать одновременно кнопки «влево» и «вправо» после чего на ЖКИ отобразится код контрольной суммы CRC.

Теплосчётчик считают прошедшим поверку, если переписанные значения соответствуют данным, указанным в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.3х
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	A8C62B9F*
Примечание: * – контрольная сумма метрологически значимой части	

9. Оформление результатов поверки

9.1. Результаты поверки заносят в протокол. Пример формы протокола поверки приведён в Приложении Б.


9.2. При положительном результате поверки в паспорте на прибор делают отметку, заверяемую подписью лица, проводившего поверку, и ставят оттиск поверительного клейма или выписывают свидетельство о поверке.

9.3. При отрицательных результатах поверки выдаётся извещение о непригодности, с указанием причины.


Разработано:

Начальник лаборатории № 449
ФБУ "Ростест-Москва"

Гл. специалист лаборатории №449
ФБУ "Ростест-Москва"



А.А. Сулин



Н.В. Салунин

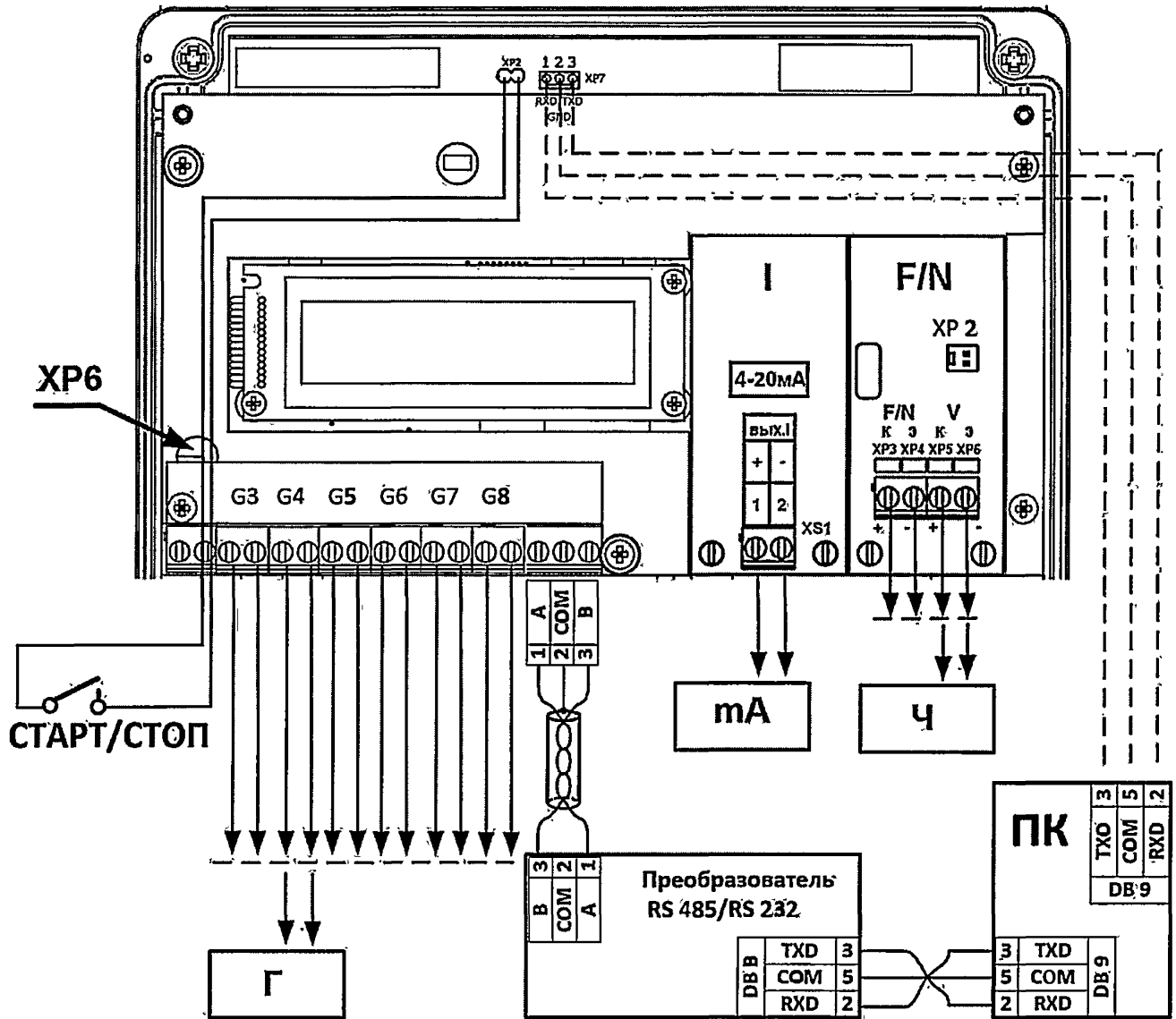


Рисунок 1 – Схема электрических соединений верхней платы теплосчетчика

где mA – миллиамперметр;
 ПК – персональный компьютер;
 Г – генератор;
 Ч – частотомер.

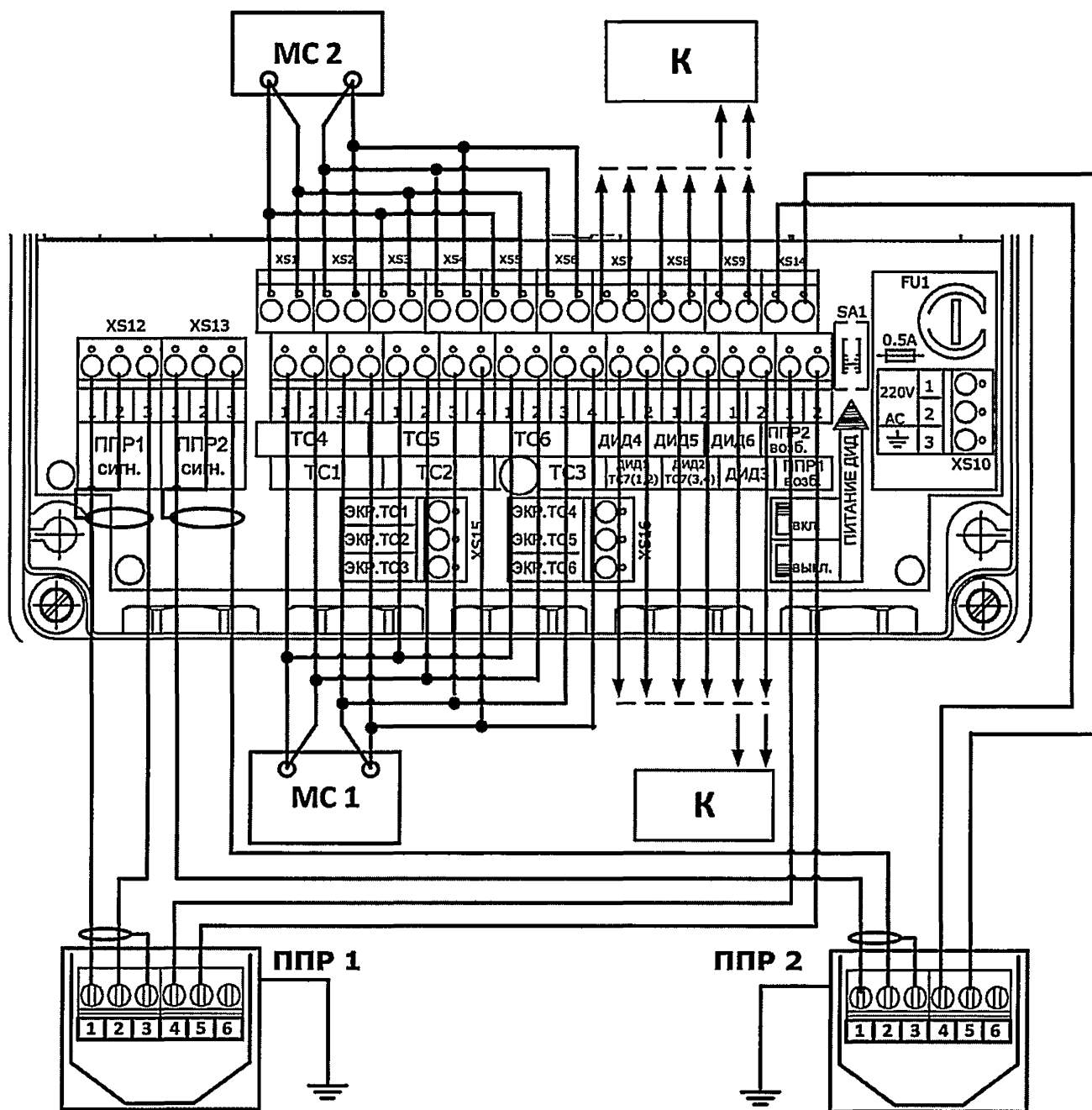


Рисунок 2 – Схема электрических соединений нижней платы теплосчетчика

где
 MC – магазин сопротивлений;
 K – калибратор;
 ППР – первичный преобразователь расхода электромагнитного типа.

Форма протокола поверки теплосчетчика

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от «__» _____ 20__ г.

Вид поверки Первичная / Периодическая

Владелец _____

Место проведения поверки _____

Наименование, тип (модификация) СИ ТЭСМА-106 (ТЭСМАРТ)

Заводской номер _____

Условия проведения поверки:

– температура окружающего воздуха _____

– относительная влажность окружающего воздуха _____

– атмосферное давление _____

Применяемые эталоны _____

Результаты поверки:

Внешний осмотр Гожен / Негожен

Проверка герметичности Гожен / Негожен

Опробование Гожен / Негожен

Таблица 1 – Определение относительной погрешности измерительного канала расхода с ППР

№ точки	Изм. величина	Канал ППР 1			Канал ППР 2		
		1 изм.	2 изм.	3 изм.	1 изм.	2 изм.	3 изм.
1	$G, \text{ м}^3/\text{ч}$						
	$G_0, \text{ м}^3/\text{ч}$						
	$\delta_G, \%$						
	$\delta_{G\text{доп}}, \%$						
2	$G, \text{ м}^3/\text{ч}$						
	$G_0, \text{ м}^3/\text{ч}$						
	$\delta_G, \%$						
	$\delta_{G\text{доп}}, \%$						
3	$G, \text{ м}^3/\text{ч}$						
	$G_0, \text{ м}^3/\text{ч}$						
	$\delta_G, \%$						
	$\delta_{G\text{доп}}, \%$						

Таблица 2 – Определение относительной погрешности измерительных каналов ИВБ тепловой энергии и объема

№ точки	№ изм. канала	$E_0,$ кВт·ч, (МДж)	$E,$ кВт·ч, (МДж)	$\delta_{\text{ТВ}},$ %	$\delta_{\text{ТВдоп}},$ %
1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

Таблица 3 – Определение относительной погрешности измерительных каналов расхода (объема) ИВБ, в состав которых входят расходомеры с частотно-импульсным выходом

№ точки	№ изм. канала	f , Гц	G , м ³ /ч	δ_f , %	$\delta_{\text{Гип}}$, %
1	F/N1				
	F/N2				
2	F/N1				
	F/N2				
3	F/N1				
	F/N2				
4	F/N1				
	F/N2				
5	F/N1				
	F/N2				
6	F/N1				
	F/N2				

Таблица 4 – Определение погрешности измерительных каналов температуры

№ канала	$t = +10$ °С			$t = +60$ °С			$t = +145$ °С			
	t , °С	Δt , °С	$\Delta t_{\text{доп}}$, °С	t , °С	Δt , °С	$\Delta t_{\text{доп}}$, °С	t , °С	Δt , °С	$\Delta t_{\text{доп}}$, °С	
1			±0,1			±0,16			±0,24	
2										
3										
4										
5										
6										

Таблица 5 – Определение приведенной погрешности измерительных каналов давления

№ канала	$p_0=0,08$ МПа (4,8 мА)		$p_0=0,8$ МПа (12 мА)		$p_0=1,6$ МПа (20 мА)		
	p , МПа	γ_p , %	p , МПа	γ_p , %	p , МПа	γ_p , %	$\gamma_{\text{рдоп}}$, %
1							±0,15
2							
3							
4							
5							
6							

Продолжение таблицы 5.

	$p_0=0,08$ МПа (0,25 мА)	$p_0=0,8$ МПа (2,5 мА)	$p_0=1,6$ МПа (5 мА)	
1				±0,15
2				
3				
4				
5				
6				

Таблица 6 – Определение приведенной погрешности преобразования измеренного параметра в сигнал постоянного тока

$t = +145$ °С		$t = +10$ °С		$G = 0,9 \cdot G_B \dots G_B$		$G = 0,1 \cdot G_B \dots 0,11 \cdot G_B$		$\gamma_{\text{доп}}, \%$
$I, \text{мА}$	$\gamma_I, \%$	$I, \text{мА}$	$\gamma_I, \%$	$I, \text{мА}$	$\gamma_I, \%$	$I, \text{мА}$	$\gamma_I, \%$	
								±0,5

Таблица 7 – Определение относительной погрешности измерений тепловой энергии измерительным каналом теплосчетчика

№ точки	№ канала	$\delta_{\text{ТВmax}}, \%$	$\delta_{\text{Gmax}}, \%$	$\delta_{\Delta t}, \%$	$\delta_Q, \%$	$\delta_{\text{Qдоп}}, \%$
1	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
2	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
3	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

Относительная погрешность измерений интервалов времени ≤ ±0,01 %

Заключение: Средство измерений непригодно / непригодно к применению

Поверитель

подпись

Ф.И.О.

Значения плотности и энтальпии теплоносителя

Теплоноситель	Температура, t	Избыточное давление, P	Плотность, ρ	Энтальпия, h	
	°C			МПа	кДж/кг
Вода	145	0,9	921,95	611,064	145,950
	100		958,77	419,774	100,261
	80		972,20	335,707	80,1822
	60		983,60	251,977	60,1838
	58		984,62	243,617	58,1868
	30		996,05	126,653	30,2506
	10		1000,13	42,9948	10,2691
	145		0,5	921,73	610,811
	100	958,59		419,474	100,190
	80	972,03		335,388	80,1062
	60	983,43		251,642	60,1035
	58	984,44		243,279	58,1062
	30	995,87		126,288	30,1635
	10	999,94		42,6050	10,1760
	0	1000,10		0,56879	0,13585

Схема меню режима «Поверка»

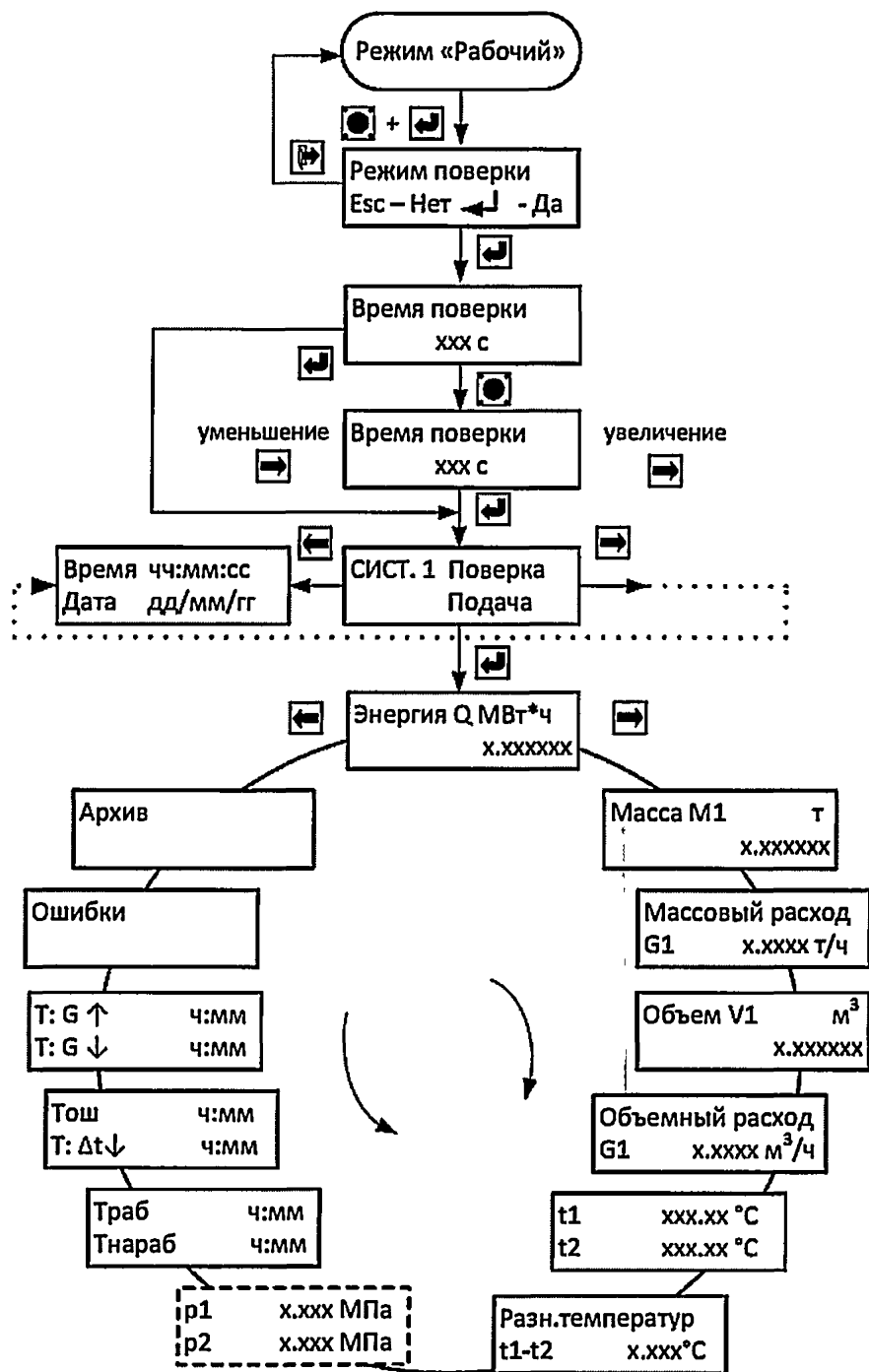


Рисунок 3 – схема меню «Поверка»

Таблица 7 – Конфигурация измерительных каналов

	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5	Система 6
Схема учета	Подача	Подача	Подача	Подача	Подача	Подача
Канал расхода	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Каналы температуры	t1, t4	t2, t5	t3, t6	t1, t4	t2, t5	t3, t6

Нормативные документы, в соответствии с которыми осуществляется поверка средств измерений, входящих в состав теплосчётчиков, указаны в таблицах д.1...д.3.

Таблица д.1 – Методики поверки ИП

Средство измерений	Регистрационный номер	Документ на методику поверки
PCM-05 мод. РСМ-05.03, РСМ-05.05, РСМ-05.07	48755-11	ЭС 99556332.001.000 МП
PCM-05 модификации (ТЭСМАРТ), (ТЭСМАРТ-А), (ТЭСМАРТ-П)	57470-14	ЭС 99556332.012.000 МП
«СТРУМЕНЬ-ГРАН»	52811-13	МРБ МП.2251-2012
WP-Dynamic	15820-07	МИ 1592-2015
ВДХ, ВДГ	58329-14	МИ 1592-2015
СВК (СВК-15Х(М)(И), СВК-20 Х(М)(И))	54835-13	МИ 1592-2015
ВДХ-ИМ, ВДГ-ИМ, ВДТГ-М, ВДТГ-ИМ	59349-14	МИ 1592-2015
ВСХНд, ВСГНд, ВСТН	55115-13	МП 55115-13
ОХТА М	50797-12	МП2550-0197-2012
Росич ВКМ	46589-11	МИ 1592-2015
SITRANS F US(Clamp on)	63638-16	РТ-МП-3105-449-2016
ГКС FST020, ГКС FUX1010	62634-15	РТ-МП-2446-449-2015
ТЭМ211, ТЭМ212	24357-08	РАЖГ.407124.001 РЭ, раздел 7
СВ	56279-14	ГОСТ 8.156-83
ВСХд	23649-07	МП 4213-200-18151455-2001
МЕТЕР ВК	39016-08	ГОСТ 8.156-83
МЕТЕР ВТ	39017-08	МИ 1963-89
ULTRAFLOW	20308-04	МП 20308-04
ЕТ	48241-11	МИ 1592-2015
УРЖ2КМ	23363-12	ТЕСС 015.00 И1, ТЕСС 015.00 И2
ВСХН, ВСХНд, ВСГН	61401-15	МП РТ 2272-2015
ВСХН, ВСХНд, ВСГНд	61402-15	МП РТ 2271-2015
СТРУМЕНЬ Т150	60105-15	МБР МП.2290-2012
ВСГН, ВСТН	40606-09	МП 40606-09
СВК	61399-15	МИ 1592-2015
СВК (СВК-25Г(И), СВК-32Г(И) СВК-40Г(И), СВК-50Г(И))	54836-13	МИ 1592-2015
ВСКМ 90 «АТЛАНТ» и ОСВ "НЕПТУН"	61032-15	МИ 1592-2015
НОРМА СВКМ	57034-14	ГОСТ 8.156-83
ЕТК1 (ЕТW1) ВИНДЭКС	60378-15	МИ 1592-2015
СВ-32, СВ-40 СТРУМЕНЬ	52809-13	МБР МП.2244-2012
АТ-600	62748-15	МП 224-30151-2015
SITRANS F US	60875-15	МП 60875-15

Таблица д.2 – Методики поверки ТС

Средство измерений	Регистрационный номер	Документ на методику поверки
ТСП-Н	38959-12	ГОСТ 8.461-09
КТСП-Н	38878-12	МП ВТ 047-2002
ТЭСМА-К	52980-13	ЭС 99556332.006.000 МП
ТЭСМА	52981-13	ГОСТ 8.461-09
ТПТ	46155-10	ГОСТ Р 8.624-06, ГОСТ 8.461-09
КТСП	45368-10	НКГЖ.405111.006 МП
ТСПТ	57175-14	ГОСТ 8.461-09, МП РТ 2026-2013
ТСПТК	21839-12	МП 21839-12
КТС-Б	43096-15	СДФИ.405210.005 РЭ, раздел 4
ТС-Б	61801-15	МП.ВТ 190-2008

Таблица д.3 – Методики поверки ДИД

Средство измерений	Регистрационный номер	Документ на методику поверки
ИД	26818-15	МРБ МП.2477-2015
ПД-Р	40260-11	ЦТКА.406222.078 МП
БД	38413-08	МИ 1997-89
КОРУНД ДИ	47336-16	КТЖЛ.406234.003 МП
МИДА-13П	17636-06	Раздел 3.5 МДВГ.406233.033 РЭ
СДВ	28313-11	МП 16-221-2009