

**ГЦИ СИ ОАО «НИИТеплоприбор»**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Генерального директора ОАО  
«НИИТеплоприбор»

\_\_\_\_\_ Тюрин Ю. А.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011г

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ**

**ТЭМ-104**

**Методика поверки**

**ЭС 99556332.002.000 МП**

**Москва**

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Операции поверки.....	3
3. Средства поверки .....	4
4. Требования безопасности .....	5
5. Условия поверки .....	5
6. Подготовка к поверке.....	5
7. Проведение поверки .....	5
8. Оформление результатов поверки .....	13
Приложение 1. Схемы электрических соединений.....	14
Приложение 2. Перечень документов, на которые даны ссылки в методике поверки .	17
Приложение 3. Форма протокола поверки теплосчетчика.....	18

## 1. Введение

Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики ТЭМ-104, выпускаемые по ТУ 4213-002-99556332 – 2011, (в дальнейшем теплосчетчики) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 4 года.

В состав теплосчетчика входят:

- измерительно-вычислительный блок (в дальнейшем – ИВБ) – 1 шт;
- первичные преобразователи расхода электромагнитного типа (в дальнейшем – ППР) – от 1 до 2 шт;
- преобразователи расхода с частотно-импульсным выходным сигналом (в дальнейшем – ИП) – до 2 шт;
- термопреобразователи сопротивления (в дальнейшем – ТС) – от 1 до 6 шт;
- по дополнительному заказу преобразователи давления (ДИД) – от 1 до 4 шт.

В зависимости от состава по метрологическим характеристикам теплосчетчики соответствуют классу В или классу С по ГОСТ Р 51649-2000.

## 2. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	да	да
Проверка электрического сопротивления изоляции	7	да	да
Опробование	9.1	да	да
Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода теплоносителя	9.2	да	да
Определение относительной погрешности ИВБ при вычислении количества теплоты (погрешности вычислителя)	9.3	да	да
Поверка измерительных преобразователей (ИП, ТС)	9.4	да	да
Определение относительной погрешности вычисления количества теплоты каналом теплосчетчика	9.5	да	да
Определение относительной погрешности ИВБ при вычислении объема и массы теплоносителя	9.6	да	да
Определение абсолютной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ТС	9.7	да	да
Определение приведенной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ДИД	9.8	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение приведённой погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне (4÷20) мА	9.9	да	да
Определение относительной погрешности при измерении времени	9.10	да	нет
<p>Примечания:</p> <p>Операции поверки по пп. 9.1-9.10 проводятся при наличии соответствующих функциональных параметров (определяется по спецификации заказа);</p> <p>Поверка проводится для имеющихся в наличии измерительных каналов, указанных в паспорте теплосчетчика</p>			

### 3. Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и средства испытаний, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Технические характеристики
Мегаомметр Е6 - 16	Диапазон измерений от 2 Ом до 200 МОм при U=500 В. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 1,5\%$
Установка поверочная для поверки и градуировки расходомеров-счетчиков жидкости	Диапазон расходов (0,03÷600) м <sup>3</sup> /ч. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения $\pm 0,3\%$ .
Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-54	Пределы допускаемой относительной погрешности $\sigma_f = \pm 5 \cdot 10^{-7}$
Секундомер электронный СТЦ 2	Пределы допускаемой погрешности измерения интервалов времени не превышают $\Delta = \pm(15 \cdot 10^{-6} \cdot T + C)$ , где T значение измеряемого интервала времени, C=1 при цене деления 1с, C=0,01 при цене деления 0,01 с
Генератор прямоугольных импульсов Г5-60	Пределы погрешности установки периода следования импульсов $\pm(3 \text{ нс} + 0,1\tau)$
Источник питания постоянного тока Б5-31	Выходное напряжение (0÷15) В
Магазин сопротивлений Р4831	Класс $0,02/2 \cdot 10^{-6}$
Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000	Диапазон измеряемых и воспроизводимых токов (0÷25) мА, основная погрешность измерения и воспроизведения тока не более $\pm 0,006$ мА

3.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими характеристиками, не хуже указанных в таблице 2.

#### 4. Требования безопасности

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на теплосчетчик, применяемые средства измерений и испытаний, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Все подключения средств поверки к теплосчетчику необходимо производить при отключенном напряжении питания.

При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.2.007, ГОСТ 12.2.086, ГОСТ 12.3.019, «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

#### 5. Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- поверочная жидкость (теплоноситель) - вода;
- температура поверочной жидкости от +5 °С до +90 °С;
- температура окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86,0 кПа до 106,7 кПа;
- напряжение питания ИВБ от 187 В до 242 В;
- частота сети питания от 49 Гц до 51 Гц;
- внешние электрические и магнитные поля (кроме поля Земли), влияющие на работу теплосчётчиков, отсутствуют;
- вибрация и тряска, влияющие на работу теплосчетчиков и средств измерений, отсутствуют;
- прямолинейный участок трубопровода не менее трех диаметров условного прохода до плоскости электродов установленного ППР и одного - после.

#### 6. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- 1) отсутствие крупных дефектов в окраске корпуса и дефектов, затрудняющих отсчет показаний и манипуляции органами управления, отсутствие внутри составных частей теплосчетчика незакрепленных деталей и посторонних предметов;
- 2) соответствие маркировки на теплосчетчике и маркировки, приведенной в РЭ;
- 3) отсутствие осадка на электродах и на внутреннем покрытии трубы ППР, отсутствие трещин фторопласта;
- 4) отсутствие повреждений сетевого шнура, герметичных вводов и отсутствие повреждений элементов коммутации;
- 5) наличие действующего свидетельства о поверке КТС и/или ТС (в зависимости от комплектации).

#### 7. Проверка электрического сопротивления изоляции

##### 7.1 Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчиков относительно корпуса проводить при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С и относительной влажности не более 80 % мегаомметром с номинальным напряжением 500 В.

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

Теплосчетчик считается выдержавшим проверку, если электрическое сопротивление изоляции цепей питания относительно корпуса не менее 40 МОм.

## 7.2 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 температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ )°С и относительной влажности от 30 % до 80 %. При проверке ППР должен быть отключен от ИВБ.

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

Теплосчетчики считаются выдержавшими проверку, если сопротивление изоляции электродов первичного преобразователя относительно корпуса не менее 100 МОм.

## 8. Подготовка к поверке

### 8.1 Проверка готовности СИ к поверке.

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- проверить наличие паспорта с отметкой ОТК,
- проверить наличие СИ и вспомогательного оборудования в соответствии с таблицей 2,
- проверить наличие действующих свидетельств или отметок о поверке СИ,
- проверить соблюдение условий п.4.. настоящей методики.

Перед проведением поверки СИ, входящие в состав поверочного оборудования, должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

### 8.2 Выбор контрольных точек поверки

Таблица 3. Контрольные значения объемного расхода, частоты входных импульсных сигналов и температур для точек поверки

№ контрольной точки	Объемный расход, м <sup>3</sup> /ч	Частота, Гц	t <sub>1</sub> , °С	t <sub>2</sub> , °С	Δt, °С
1	G <sub>Н</sub> ... 1,1·G <sub>Н</sub>	100÷110	145	10	135
2	0,2·G <sub>В</sub> ... 0,22·G <sub>В</sub>	2 000÷2 200	80	65	15
3	0,9·G <sub>В</sub> ... 1,0·G <sub>В</sub>	9 000÷10 000	60	58	2

Значения верхнего G<sub>В</sub> и нижнего G<sub>Н</sub> пределов измерений расходов приводятся в паспорте поверяемого теплосчетчика.

Таблица 4. Значения сопротивлений термопреобразователей, соответствующих температурам в контрольных точках

Номер контрольной точки	Значение температуры теплоносителя в трубопроводе		Разность температуры теплоносителя в трубопроводах $\Delta t, ^\circ\text{C}$	Тепловой коэффициент К, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{M}^3$	Значения сопротивления термопреобразователей, соответствующие значениям температуры, с номинальной статической характеристикой типа			
	подающ, $t_p, ^\circ\text{C}$	обратн, $t_o, ^\circ\text{C}$			100 П ( $W_{100}=1.391$ ) в трубопроводе		Pt 100 ( $W_{100}=1.385$ ) в трубопроводе	
					подающ, R1, Ом	обратн, R2, Ом	подающ, R1, Ом	обратн, R2, 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	145,55	156.32	103.96	155.46	103.90

## 9. Проведение поверки

### 9.1 Опробование.

Опробование включает следующие операции:

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

- заполнение внутреннего объема измерительного участка водой и выдержку не менее 5 минут при расходе от 50 % до 90 % от наибольшего;

- подключение составных частей теплосчетчика и средств поверки в соответствии со схемой ПРИЛОЖЕНИЯ 1;

- 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  $^\circ\text{C}$  путем изменения устанавливаемых на магазинах значений сопротивлений;

- проверку работоспособности теплосчетчика при измерении объемного и массового расхода, объема и массы теплоносителя в пределах рабочего диапазона;

- 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. Теплосчетчик считают прошедшим проверку, если в процессе ее проведения не обнаружено разночтений между информацией на индикаторе теплосчетчика и информацией, выводимой на монитор.

Примечание – опробование ИП, ТС проводится по методикам поверки на эти изделия.

### 9.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода теплоносителя каналов, в состав которых входят ППР.

При проведении поверки используется расходомерная поверочная установка.

Составные части теплосчетчика и средства поверки подключаются в соответствии со схемой Приложения 1 (рис.1).

Поверка проводится для каналов G1 и G2 при расходах, указанных в таблице 3. Если расходомерная установка не воспроизводит расходов, соответствующих  $0,9 \cdot G_B$ , то допускается в 3 контрольной точке выполнять измерения на максимальном воспроизводимом установкой расходе, при условии, что его значение не менее  $0,3 \cdot G_B$ .

В каждой контрольной точке проводится по три измерения.

Относительная погрешность при измерении объемного расхода теплоносителя  $\delta_G$  в процентах определяется по формуле (1) при проведении операции поверки методом сличения, по формуле (2) - при поверке объемным методом.

$$\delta_G = \left( \frac{G_u}{G_o} - 1 \right) \times 100 \%, \quad (1)$$

где  $G_u$  – показания, индицируемые на ЖКИ, м<sup>3</sup>/ч;

$G_o$  - показания расходомерной установки, усредненные за время измерения, м<sup>3</sup>/ч.

$$\delta_G = \left( \frac{G_u}{3600 \cdot V_o / T_{изм}} - 1 \right) \times 100 \%, \quad (2)$$

где  $V_o$  - объем, измеренный эталонным средством (мерником), м<sup>3</sup>,

$T_{изм}$  – интервал времени однократного измерения (интервал времени между сигналами «старт» и «стоп»), с.

$T_{изм}$  рекомендуется выбирать не менее:

- 180 секунд в 1-ой контрольной точке;
- 120 секунд во 2-ой контрольной точке;
- 30 секунд в 3-ей контрольной точке.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность при измерении объемного расхода теплоносителя в каждой контрольной точке не выходит за пределы:

$\pm(1,5+0,01G_B/G) \%$  для приборов класса **B**;

$\pm(0,8+0,004G_B/G) \%$  для приборов класса **C**.

### 9.3 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода теплоносителя каналов, в состав которых входят расходомеры.

**9.3.1 Поверка входящих в состав теплосчетчика расходомеров**, зарегистрированных в Государственном реестре как средства измерения с установленными для них собственными межповерочными интервалами, выполняется по методикам поверки на эти изделия, утвержденным и согласованным в установленном порядке.

### 9.3.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода теплоносителя для частотно-импульсных входов ИВБ

Операцию поверки проводить для каждого измерительного канала. Допускается одновременное проведение поверки всех измерительных каналов.

Операцию поверки рекомендуется совмещать с операциями поверки по п.9.4.

Подключить средства поверки к ИВБ в соответствии с Приложением 1 (рис. 2), установить на генераторе значение частоты 10 кГц (соответствует  $G_B$ ), амплитуды - 5 В, положительной полярности и скважности - 2.

Относительную погрешность  $\delta_G$  рассчитывать по формуле (1), при  $G_o = G_B$ .

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если относительная погрешность  $\delta_G$  не выходит за пределы  $\pm 0,1\%$ .

#### **9.4 Определение относительной погрешности вычисления тепловой энергии (количества теплоты) ИВБ**

Операцию поверки проводить для каждого измерительного канала.

Подключить средства поверки к ИВБ в соответствии с Приложением 1 (рис.2).

Поверка выполняется в контрольных точках, указанных в таблице 4.

Установить переключатели магазинов сопротивлений в положение, соответствующее значениям сопротивлений термопреобразователей в контрольной точке (табл. 4).

Установить на генераторе параметры выходного сигнала для каналов G3 и G4: частота - 10 кГц, амплитуда - 5 В, положительная полярность, скважность - 2.

Перевести ИВБ в режим "Поверка".

Примечание - в режиме "Поверка" в ИВБ автоматически устанавливаются:

- значения избыточного давления равными 0,9 МПа и 0,5 МПа в подающих и обратных трубопроводах соответственно;

- значения объемных расходов в каналах G1 и G2 равными значениям наибольшего расхода  $G_B$  каждого канала;

- значения частот, соответствующих максимальным расходам в каналах G3 и G4, равными 10 кГц

Программно установить в вычислителе интервал времени наблюдения (рекомендуемый - 120 с). Перевести ИВБ в режим счета с накоплением. Счет с накоплением будет вестись по каждому измерительному каналу количества теплоты. Остановка накопления по истечении времени наблюдения производится автоматически с допуском, определяемым внутренним таймером ИВБ.

Примечание - в ИВБ имеется возможность изменять время наблюдения программно в интервале от 30 с до 600 с.

Зафиксировать накопленное значение количества теплоты  $Q_{и}$  в каждом измерительном канале.

Относительная погрешность вычислителя при определении количества теплоты  $\delta_{ТВ}$  в процентах рассчитывается по формуле

$$\delta_{ТВ} = \left( \frac{Q_{и}}{Q_{р}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

где  $Q_{и}$  - значение количества теплоты, накопленное за время наблюдения, кВт·ч;

$Q_p$  - расчетное значение количества теплоты с нарастающим итогом за время наблюдения в выбранной точке, кВт·ч, определять по формуле

$$Q_p = K \cdot V_p \quad (4)$$

где  $K$  - тепловой коэффициент, соответствующий контрольной точке, кВт·ч/м<sup>3</sup>, приведенный в таблице 4;

$V_p$  – расчетное значение объема теплоносителя в контрольной точке, м<sup>3</sup>.

$V_p$  в каналах G1 и G2 определяется по формуле

$$V_p = T \cdot G_b / 3600 \quad (5)$$

$V_p$  в каналах G3 и G4 определяется по формуле

$$V_p = \frac{T \cdot G_b}{3600 \cdot f_{\max}} \cdot f_0 \quad (6)$$

где  $f_0$  – значение частоты по показаниям образцового частотомера, Гц;

$f_{\max}$  - значение частоты при максимальном расходе, Гц

(в режиме "Поверка"  $f_{\max}=10000$  Гц);

$G_b$  - значение максимального расхода, м<sup>3</sup>/ч

(установлено в ИВБ программно и соответствует паспортному значению ИП, подключаемого к измерительному каналу ИВБ);

$T$  – время наблюдения, с ( $T = 120$  с).

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность ИВБ, определяемая по формуле (3), в каждом измерительном канале не превышает  $\pm 1.5\%$ ,  $\pm 0.6\%$  и  $\pm 0.5\%$  в 1, 2 и 3 контрольной точке соответственно.

- во 2 точке  $\pm 2,7\%$ ;

- в 3 точке  $\pm 3,1\%$ .

### **9.5 Поверка измерительных преобразователей (ИП и ТС), входящих в состав теплосчетчика.**

Поверка входящих в состав теплосчетчика комплектов ТС и ИП зарегистрированных в Государственном реестре как средства измерения с установленными для них собственными межповерочными интервалами, выполняется в сроки и по методикам поверки на эти изделия, утвержденным и согласованным в установленном порядке.

Поверка термопреобразователей сопротивления производится по ГОСТ 8.461-82 на соответствие классам А или В по ГОСТ 6651-94.

### **9.6 Определение абсолютной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ТС**

Операцию поверки проводить для всех каналов измерения температуры. Поверку проводить путем имитации сигналов от ТС магазинами сопротивлений (см. схему ПРИЛОЖЕНИЯ 1, рис.2) в соответствии с номинальной статической характеристикой используемых термопреобразователей. Допускается совмещать с операцией поверки по п.9.4.

Установить переключатели магазинов сопротивлений в положение, соответствующее значениям сопротивлений ТС при температуре 0 °С (100,00 Ом) и зафиксировать в протоколе показания температуры, индицируемые на ЖКИ.

Повторить операцию при значениях сопротивлений ТС при температуре 60 и 145 °С (см. таблицу 4).

Абсолютную погрешность измерения сигнала от ТС вычислять по формуле (11).

$$\Delta_{\text{ин}} = t_{\text{и}} - t \quad (11)$$

где  $t_{\text{и}}$  - значение температуры, индицируемое на ЖКИ, °С;

$t$  – значение температуры в контрольных точках (0, 60, 145) °С.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если абсолютная погрешность измерения каждого температурного канала, определенная по формуле (11), не превышает  $\pm(0,2+0,001 \cdot t)$  °С.

### 9.7 Определение приведенной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ДИД

Установить в ИВБ режим измерения сигналов от датчиков избыточного давления в диапазоне (4÷20) мА и войти в меню индикации избыточного давления.

Операцию поверки проводить в контрольных точках согласно таблице 6.

Подать с калибратора тока на вход ДИД1 ток, пропорциональный значениям избыточного давления (см. табл.5).

Таблица 5

Диапазон измерения, МПа	Диапазон выходных токов ДИД, мА	Номер контрольной точки					
		1		2		3	
		Ток, I, мА	$P_{\text{изб}P}$ , МПа	Ток, I, мА	$P_{\text{изб}P}$ , МПа	Ток, I, мА	$P_{\text{изб}P}$ , МПа
0 ÷ 1,6	4 ÷ 20	4,800	0,08	12,00	0,80	20,00	1,60

Зафиксировать индицируемые на ЖКИ теплосчетчика показания избыточного давления в каждом канале. Приведенная погрешность измерения избыточного давления  $\gamma_p$  в процентах рассчитывается по формуле

$$\gamma_p = \left( \frac{P_{\text{изб}И} - P_{\text{изб}P}}{P_{\text{max}}} \right) \times 100\% \quad (12)$$

где  $P_{\text{изб}И}$  – значение давления, индицируемое на ЖКИ, МПа;

$P_{\text{изб}P}$  – расчетное значение давления, приведенное в таблице 5, МПа,

$P_{\text{max}}$  – максимальное значение измеряемого давления ( $P_{\text{max}} = 1,6$  МПа).

Повторить операцию поверки для каналов ДИД2÷ДИД4.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если приведенная погрешность измерения каждого канала во всех контрольных точках не превышает  $\pm 0,15\%$ .

### 9.8 Определение относительной погрешности при измерении времени

Операцию поверки допускается совмещать с п.9.4.

Подключить частотомер к импульсному выходу 2 верхней платы ИВБ (см. Приложение 1, рис.3). Установить на частотомере режим измерения длительности импульса.

Перевести ИВБ в режим "Поверка". Программно установить в вычислителе интервал времени наблюдения (рекомендуемый - 120 с). Перевести ИВБ в режим счета с накоплением. При этом на импульсном выходе 2 генерируется импульс с длительностью  $T$ , равной программно установленному в ИВБ интервалу времени наблюдения. Передний фронт импульса запускает, а задний фронт импульса останавливает измерение длительности этого импульса частотомером.

Относительная погрешность при измерении времени определяется по формуле

$$\delta_T = \left( \frac{T}{T_o} - 1 \right) \times 100 \%, \quad (14)$$

где  $T_o$  – интервал времени наблюдения (длительность импульса) по показаниям образцового частотомера, с.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность при измерении времени, определенная по формуле (14), не превышает  $\pm 0,01 \%$ .

### 9.9 Определение приведённой погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне (4÷20) мА

На магазине сопротивлений установить значение  $R_o$  согласно таблице 6 и зафиксировать значение тока на токовом выходе в контрольных точках.

Таблица 6

Контрольная точка	100П	Pt100	t, °C
	$R_o$ , Ом	$R_o$ , Ом	
1	156,32	155,46	145
2	103,96	103,90	10

Приведенная погрешность преобразования измеренного значения температуры в унифицированный сигнал постоянного тока определяется по формуле (13).

$$\gamma_I = \left( \frac{I_{и} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} - \frac{t_{и}}{t_{\max}} \right) \times 100\% \quad (13)$$

где  $I_{и}$  - измеренное значение тока в выбранной точке, мА;

$I_{\max}$ ,  $I_{\min}$  - максимальное и минимальное значения выходного тока (20 мА и 4 мА соответственно);

$t_{и}$  – температура по показаниям индикатора теплосчётчика, °C;

$t_{\max} = 150$  °C.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если погрешность, определённая по формуле 13, не превышает  $\pm 0,5 \%$  в каждой контрольной точке.

### 9.10 Определение относительной погрешности вычисления объема

Рекомендуется совмещать с операцией поверки по п.9.2. При выполнении п.9.2 зафиксировать показания объема  $V_{и}$  для каждого измерительного канала.

Относительную погрешность ИВБ при измерении объема теплоносителя ( $\delta_v$ ) рассчитывать по формуле (7), %.

$$\delta_v = \left( \frac{V_{и}}{V_p} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (7)$$

где  $V_{и}$  - значение объема теплоносителя, накопленное за время наблюдения, л;

$V_p$  – расчётное значение объема теплоносителя за время наблюдения, л.

При программировании входов вычислителя на прием *частотных* сигналов  $V_p$  определять по формуле (8).

$$V_p = \frac{T \cdot G_b}{3600 \cdot f_{\max}} \cdot f_0 \quad (8)$$

где  $f_0$  – значение частоты по показаниям образцового частотомера, Гц;

$f_{\max}$  - значение частоты при максимальном расходе, Гц

(в режиме "Поверка"  $f_{\max}=10000$  Гц);

$G_b$  - значение максимального расхода, м<sup>3</sup>/ч

(установлено в ИВБ программно для каждого канала измерения расхода и соответствует паспортным значениям применяемых ИП);

$T$  – время наблюдения, с ( $T = 120$  с).

При программировании входов вычислителя на прием *импульсных* сигналов  $V_p$  определять по формуле (9).

$$V_p = 0,001 \cdot K_v \cdot T / \tau_{и} \quad (9)$$

где  $\tau_{и}$  - период следования импульсов по показаниям образцового частотомера, с;

$K_v$  – значение весового коэффициента импульса, л/имп

(в режиме "Поверка"  $K_v=1$  л/имп).

В каналах с ППР  $V_p$  определять по формуле (10).

$$V_p = T \cdot G_b / 3600 \quad (10)$$

Поверку проводить в контрольных точках 1, 2 и 3 (см.табл.3).

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если относительная погрешность не выходит за пределы  $\pm 0,1$  %.

### 9.11 Определение относительной погрешности вычисления массы

Операция поверки выполняется в 1-ой контрольной точке таблицы 3 для всех каналов измерения расхода.

Рекомендуется совмещать с операцией поверки по п.9.2. При выполнении п.9.2 зафиксировать показания объема  $M_{и}$  для каждого измерительного канала.

Относительная погрешность ИВБ при измерении массы теплоносителя ( $\delta_m$ ) рассчитывается по формуле (11), %.

$$\delta_m = \left( \frac{M_{и}}{M_p} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (11)$$

где:  $M_{и}$  - значение массы теплоносителя, накопленное за время наблюдения, т;

$M_p$  – расчетное значение, определяется по формуле (12).

$$M_p = 0,001 \cdot \rho \cdot V_p \quad (12)$$

где  $\rho$  [кг/м<sup>3</sup>] – табл. значение плотности воды при температуре  $t_1$  и  $P_{абс} = 1,0$  МПа.

Примечание - значения  $\rho$  в контрольных точках приведены в Приложении Б.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если относительная погрешность  $\delta_M$  не выходит за пределы  $\pm 0,15$  %.

### 9.12 Определение абсолютной погрешности вычисления разности температур

Допускается совмещать с операцией поверки по п.9.5.

Операция поверки проводится в 3-ей контрольной точке (точка с минимальным значением разности температур  $\Delta t$ ) для каждого измерительного канала.

а) Подключить к входам  $T_1 - T_7$  блока ИВБ магазины сопротивлений (схема электрических соединений приведена в Приложении А).

б) Установить на магазинах значения сопротивлений, соответствующие температурам  $t_1$  и  $t_2$  в контрольной точке (см табл. 4)

с) Перевести ИВБ в режим "Поверка".

д) Зафиксировать в протоколе значения температур  $t_{1И}$  и  $t_{2И}$ , индицируемые на ЖКИ, для каждого измерительного канала (системы учета).

е) Определить абсолютную погрешность теплосчетчика при измерении разности температур теплоносителя по формуле:

$$\Delta_{\Delta t} = (t_{1И} - t_{2И}) - (t_1 - t_2), \quad (13)$$

где:

$t_{1И}$ ,  $t_{2И}$  - зафиксированные значения температур по показания ЖКИ, °С,

$t_1$ ,  $t_2$  - значение температур в контрольной точке (см. таблицу 3а), °С,

Примечание - В режиме "Поверка" в ИВБ автоматически устанавливается конфигурация систем учета и измерительных каналов температуры T1-T7 в каждой системе в соответствии с разделом «Описание режима «Поверка»» [5] (модификация ТЭМ-106-1) или [6] (модификация ТЭМ-106-2 (с ППР))

Результат проверки считать положительным, если при измерении  $\Delta_{\Delta t}$  для каждого измерительного канала выполняется условие:

$$|\Delta_{\Delta t}| \leq 0,03 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (14)$$

### 9.13 Определение относительной погрешности вычисления тепловой энергии (количества теплоты) каналом теплосчетчика

Определение относительной погрешности вычисления количества теплоты  $\delta_T$  каналом теплосчетчика в процентах производить путем расчёта по формуле

$$\delta_T = \pm (\delta_{ТВ\max} + \delta_{G\max} + \delta_{ТС\max}), \quad (7)$$

где  $\delta_{ТВ\max}$  - пределы допускаемой относительной погрешности ИВБ при вычислении количества теплоты %;

$\delta_{G\max}$  - пределы допускаемой относительной погрешности ИП при измерении расхода, %;

$\delta_{ТС\max}$  - пределы допускаемой относительной погрешности ТС при измерении разности температуры теплоносителя в трубопроводах, %.

Так как у теплосчетчиков измерение количества теплоты может производиться по нескольким независимым каналам, то определение относительной погрешности вычисления количества теплоты рассчитывается для каждого канала отдельно.

Относительная погрешность вычисления количества теплоты  $\delta_T$ , определяемая по формуле 7, не должна превышать пределов  $\delta_{T \max}$ :

- для класса В:  $\delta_{T \max} = \pm(3+8/\Delta t+0,02G_B/G)$ , что составляет:
- в 1 точке  $\pm 7,0 \%$ ;
  - во 2 точке  $\pm 3,7 \%$ ;
  - в 3 точке  $\pm 5,1 \%$ .
- для класса С:  $\delta_{T \max} = \pm(2+8/\Delta t+0,01G_B/G)$ , что составляет:
- в 1 точке  $\pm 6,0 \%$ ;
  - во 2 точке  $\pm 2,7 \%$ ;

## 10. Определение идентификационных данных программного обеспечения

Подключить Теплосчетчик к сервисному компьютеру в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Включить питание теплосчетчика.

Запустить на компьютере программу «ТЕМ-info» (алгоритм вычисления цифрового идентификатора CRC32).

В окне «Соединение» выставить номер СОМ-порта, к которому подключен теплосчетчик и выставить скорость обмена аналогичную той, которая установлена в теплосчетчике (9600 или 19200).

В окне «Тип прибора» выставить тип теплосчетчика ТЭМ-104

Нажать кнопку «Прочитать».

Считать идентификационные данные в окне «Идентификация».

Результаты определения идентификационных параметров ПО должны совпадать с приведенными в Таблице 7.

Таблица 7.

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Микропрограмма теплосчетчика ТЭМ-104	ТЕМ-104	2.12	E1C397B7	CRC32

## 11. Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки:

- оформляется протокол поверки по форме Приложения 3;
- оформляется свидетельство о поверке установленной формы;
- наносится подпись и оттиск клейма поверителя, а также наносится оттиск клейма поверителя в месте, предназначенном для пломбы, расположенном на экране, защищающем платы ИВБ от несанкционированного доступа.

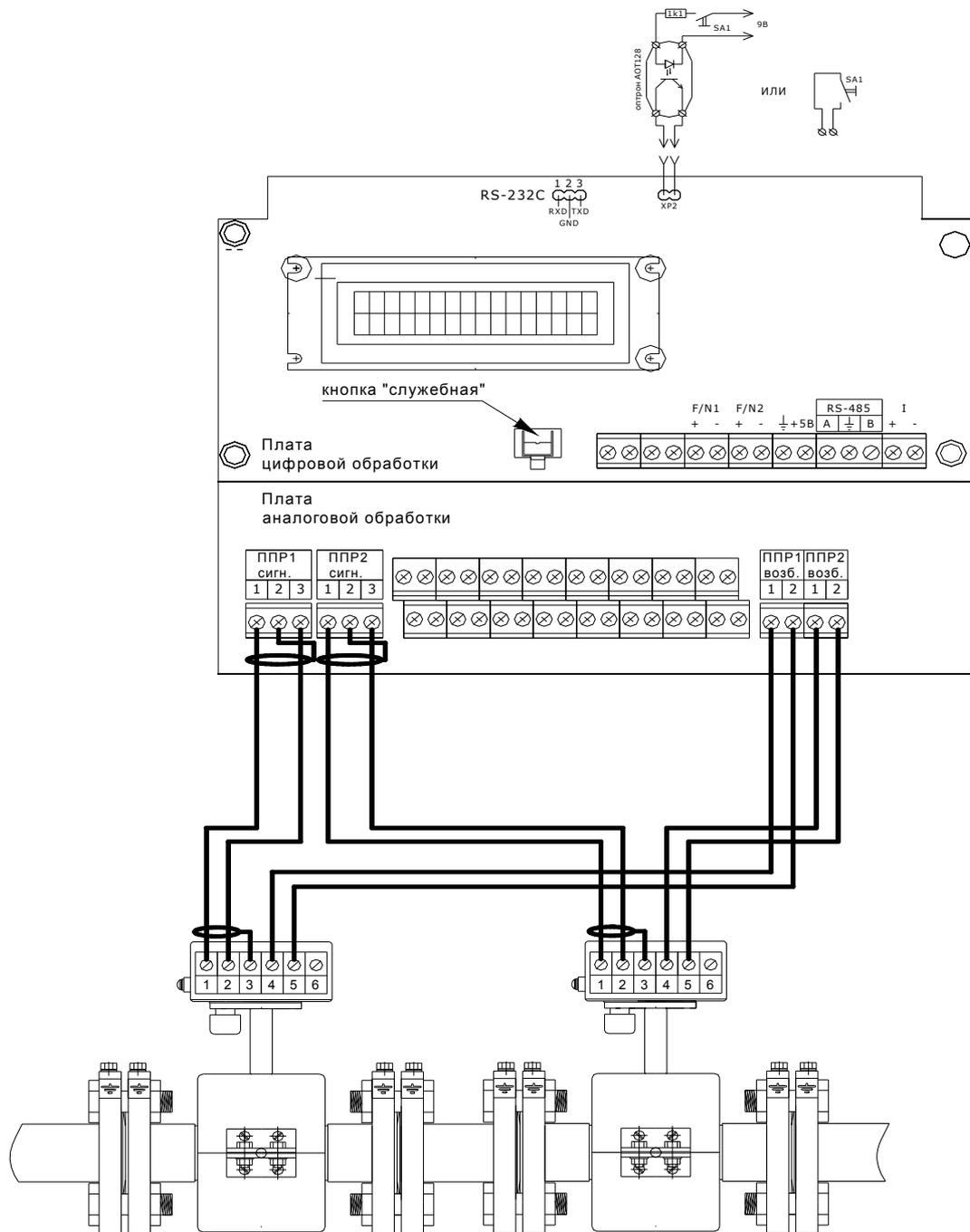
В случае отрицательных результатов первичной поверки расходомер бракуется.

При отрицательных результатах периодической поверки расходомер к применению не допускается, в его паспорте производится запись о непригодности, а оттиск клейма гасится.

**Приложение 1**

(обязательное)

**Схема электрических соединений нижней платы теплосчетчика**

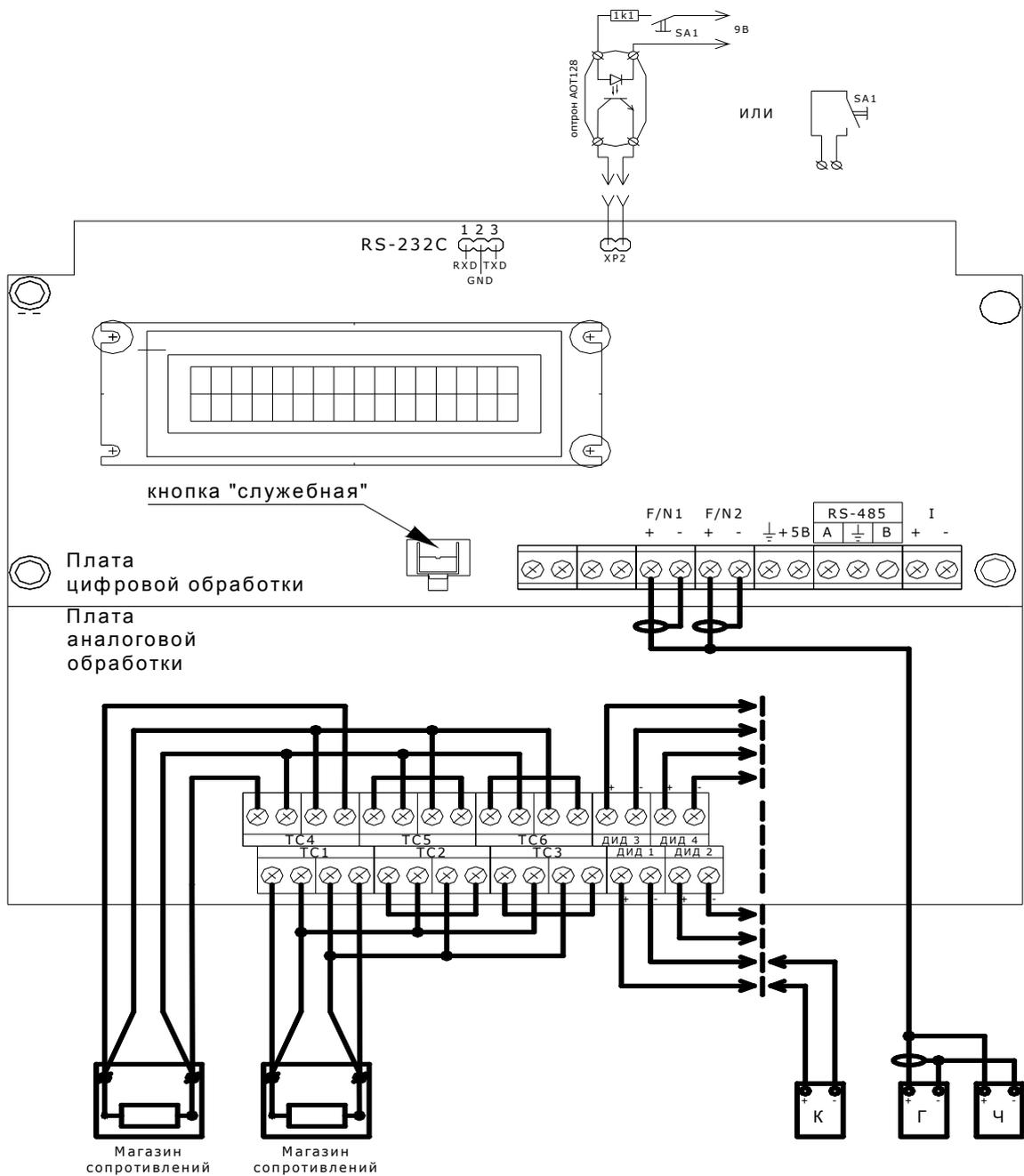


**Рис.1**

**Приложение 1**

(продолжение)

**Схема электрических соединений нижней платы теплосчетчика**



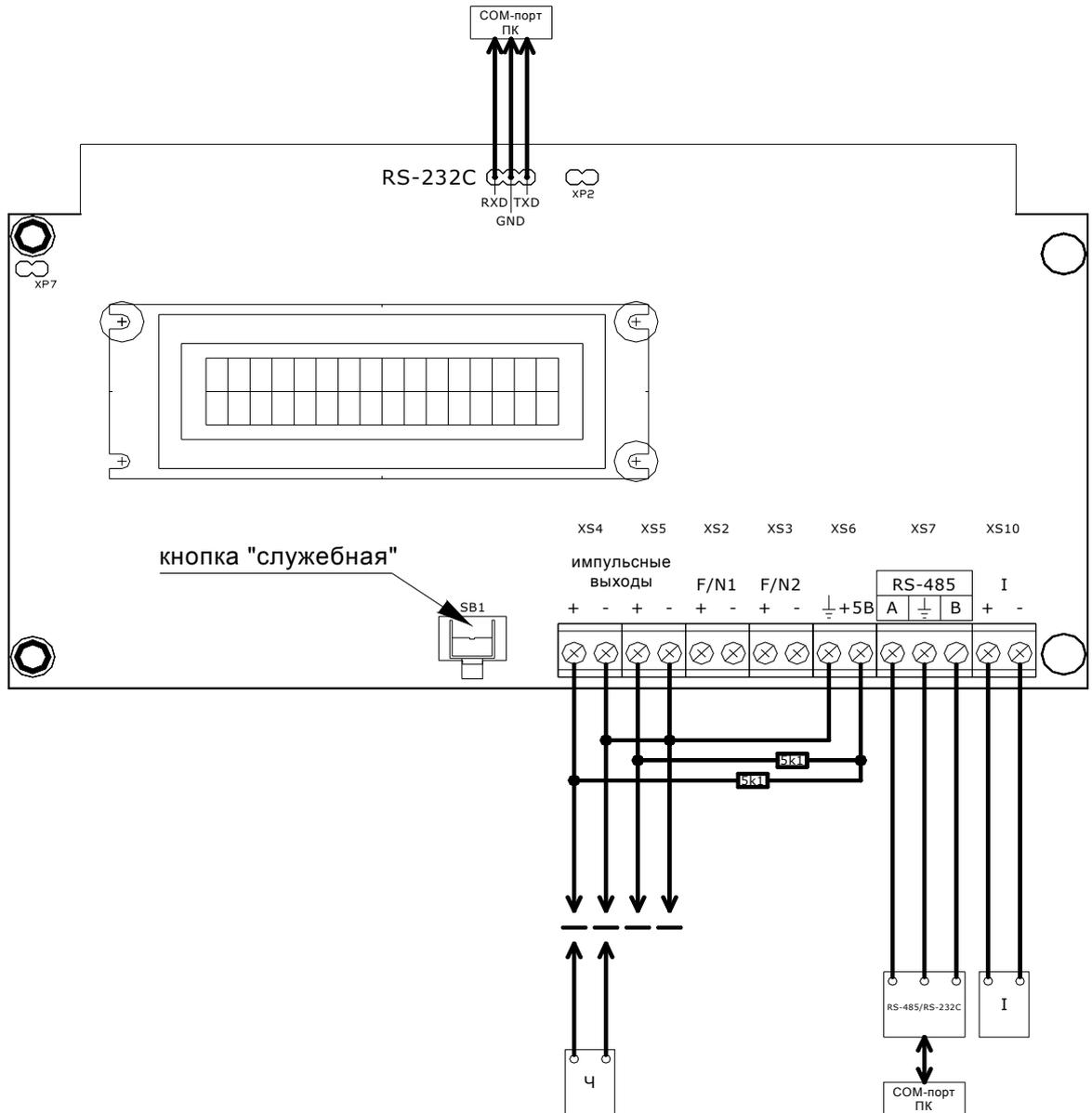
1. На схеме использованы следующие сокращения:
  - К – калибратор (П 320);
  - Г – генератор;
  - Ч - частотомер
2. Допускается входы F/N 1, F/N 2 (G3, G4) подключать параллельно к одному генератору. При этом генератор должен обеспечивать выходной ток не менее 60мА.

**Рис.2**

**Приложение 1**

(продолжение)

**Схема электрических соединений верхней платы теплосчетчика**



Примечание - на схеме использованы следующие сокращения:

- I – миллиамперметр (Щ-300);
- Ч - частотомер
- RS 232 / RS 485 – преобразователь (конвертер) интерфейса RS 232 / RS 485 (I-7520);
- ПК – персональный компьютер.

**Рис.3**

**Приложение 2**

обязательное

***Перечень документов, на которые даны ссылки в методике поверки***

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта МП
ГОСТ Р 51649-2000	Теплосчётчики для водяных систем теплоснабжения Общие технические условия	Вводная часть
ГОСТ 12.2.007-75	Изделия электротехнические. Общие требования безопасности	3.3
ГОСТ 12.2.086-83	Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу, испытаниям и эксплуатации	3.3
ГОСТ 12.3.019-80	Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности	3.3
ГОСТ 8.461-82	Термопреобразователи сопротивления Методы и средства поверки	5.5
ГОСТ 6651-94	Термопреобразователи сопротивления Общие технические требования и методы испытаний	5.5

## Приложение 3

## Форма протокола поверки теплосчетчика

## ПРОТОКОЛ

поверки теплосчетчика ТЭМ – 104 № \_\_\_\_\_

Предприятие изготовитель.....

Предприятие, проводившее поверку.....

Внешний осмотр теплосчетчика: соответствует требованиям

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_

- относительная влажность окружающего воздуха \_\_\_\_\_

- атмосферное давление \_\_\_\_\_

Результаты опробования: соответствует требованиям

## Определение относительной погрешности при измерении расхода теплоносителя

Канал G1	% G <sub>B</sub> V= л.				% G <sub>B</sub> V= л.				% G <sub>B</sub> V= л.			
	G <sub>и</sub> м <sup>3</sup> /ч	T <sub>изм</sub> , сек	G <sub>о</sub> м <sup>3</sup> /ч	δ <sub>G</sub> %	G <sub>и</sub> м <sup>3</sup> /ч	T <sub>изм</sub> , сек	G <sub>о</sub> м <sup>3</sup> /ч	δ <sub>G</sub> , %	G <sub>и</sub> м <sup>3</sup> /ч	T <sub>изм</sub> , сек	G <sub>о</sub> м <sup>3</sup> /ч	δ <sub>G</sub> %
1 изм.												
2 изм.												
3 изм.												

Канал G2	% G <sub>B</sub> V= л.				% G <sub>B</sub> V= л.				% G <sub>B</sub> V= л.			
	G <sub>и</sub> м <sup>3</sup> /ч	T <sub>изм</sub> , сек	G <sub>о</sub> м <sup>3</sup> /ч	δ <sub>G</sub> , %	G <sub>и</sub> м <sup>3</sup> /ч	T <sub>изм</sub> , сек	G <sub>о</sub> м <sup>3</sup> /ч	δ <sub>G</sub> , %	G <sub>и</sub> м <sup>3</sup> /ч	T <sub>изм</sub> , сек	G <sub>о</sub> м <sup>3</sup> /ч	δ <sub>G</sub> , %
1 изм.												
2 изм.												
3 изм.												

## Определение относительной погрешности ИВБ при вычислении количества теплоты

№ точки поверки	№ измерительного канала количества теплоты	Количество теплоты, Q,		δ <sub>ТВ</sub> , %	δ <sub>ТВ max</sub> , %
		Q <sub>p</sub>	Q <sub>и</sub>		
1	1				±1,5
	2				
	3				
	4				
2	1				±0,6
	2				
	3				
	4				
3	1				±0,5
	2				
	3				
	4				

**Приложение 3**

(продолжение)

Определение относительной погрешности ИВБ при вычислении объема и массы

Канал измерения расхода	Объем, м <sup>3</sup>		$\delta_v, \%$	$\delta v_{max}, \%$	Масса, м <sup>3</sup>		$\delta_m, \%$	$\delta m_{max}, \%$
	V <sub>p</sub>	V <sub>и</sub>			M <sub>p</sub>	M <sub>и</sub>		
G1				±0,1				±0,15
G2								
G3								
G4								

Определение абсолютной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ТС

№ канала	t = 0 °C			t = 60 °C			t = 145 °C			
	t <sub>и</sub> , °C	$\Delta_{ти}, °C$	$\Delta_{ти max}, °C$	t <sub>и</sub> , °C	$\Delta_{ти}, °C$	$\Delta_{ти max}, °C$	t <sub>и</sub> , °C	$\Delta_{ти}, °C$	$\Delta_{ти max}, °C$	
1			±0,2			±0,26			±0,34	
2										
3										
4										
5										
6										

Определение приведенной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ДИД.

№ канала	P <sub>изб</sub> p=0.08 МПа (4,8 МА)			P <sub>изб</sub> p=0.8 МПа (12,0 МА)			P <sub>изб</sub> p=1.6 МПа (20,0 МА)			
	P <sub>изб</sub> , МПа	$\gamma_p, \%$	$\gamma_{p max}, \%$	P <sub>избИ</sub> , МПа	$\gamma_p, \%$	$\gamma_{p max}, \%$	P <sub>избИ</sub> , МПа	$\gamma_p, \%$	$\gamma_{p max}, \%$	
1			±0,15			±0,15			±0,15	
2										
3										
4										

Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне 4-20 МА

t = 145 °C				t = 10 °C			
t <sub>и</sub> , °C	I <sub>и</sub> , МА	$\gamma_I, \%$	$\gamma_{I max}, \%$	t <sub>и</sub> , °C	I <sub>и</sub> , МА	$\gamma_I, \%$	$\gamma_{I max}, \%$
			±0,5				±0,5

Относительная погрешность при измерении времени ..... ≤ 0.01 %

Теплосчетчик соответствует / не соответствует классу \_\_\_\_ по ГОСТ Р 51649-2000

Госповеритель \_\_\_\_\_ ф.и.о. \_\_\_\_\_ подпись

Дата \_\_\_\_\_