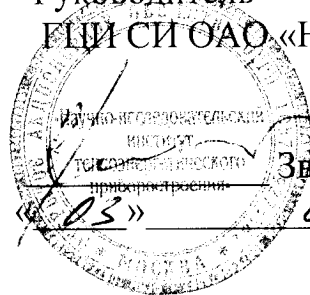


ГЦИ СИ ОАО «НИИТеплоприбор»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

ГЦИ СИ ОАО «НИИТеплоприбор»



Звенигородский Э.Г.
_____ 2012 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ

ТСМ

Методика поверки
ЭС 99556332.005.000 МП

Москва

Содержание

Введение.....	3
1. Операции поверки.....	3
2. Средства поверки.....	4
3. Требования безопасности.....	4
4. Условия поверки.....	5
5. Внешний осмотр.....	5
6. Проверка герметичности и прочности ППР.....	5
7. Проверка электрического сопротивления изоляции.....	6
7.1. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика.....	6
7.2. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей электродов ППР.....	6
8. Подготовка к поверке.....	6
8.1. Проверка готовности СИ к поверке.....	6
8.2. Выбор контрольных точек поверки.....	6
9. Проведение поверки.....	7
9.1. Опробование.....	7
9.2. Определение относительной погрешности при измерении расхода теплоносителя.....	7
9.3. Определение относительной погрешности вычисления объема.....	8
9.4. Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры.....	8
9.5. Определение погрешности измерений разности температур.....	9
9.6. Определение относительной погрешности измерения интервалов времени.....	9
9.7. Определение приведенной погрешности каналов измерения сигналов от ДИД.....	9
9.8. Определение погрешности измерения частотных сигналов преобразователей расхода.....	10
9.9. Определение погрешности преобразования объемного расхода в массовый (объема в массу).....	10
9.10. Определение погрешности ТСМ–ИВП при измерении количества теплоты.....	11
9.11. Определение относительной погрешности измерения количества теплоты.....	11
9.12. Определение относительной погрешности преобразования измеренного параметра в импульсный или частотный сигнал.....	12
9.13. Поверка измерительных преобразователей (ИП и ТС), входящих в состав теплосчетчика.....	13
9.14. Определение идентификационных данных программного обеспечения.....	13
10. Оформление результатов поверки.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	17

Введение

Настоящая методика распространяется на теплосчетчики ТСМ, выпускаемые по ТУ 4213-005-99556332–2012, (в дальнейшем – теплосчетчики) и устанавливает методику и средства их первичной и периодической поверок.

Теплосчетчики подлежат обязательной первичной государственной поверке при выпуске из производства, а также периодической поверке по истечению интервала между поверками или после ремонта. Поверку теплосчётчиков проводят поэлементно.

Интервал между поверками – 4 (четыре) года.

В состав теплосчетчика входят:

- измерительно-вычислительный преобразователь (ТСМ–ИВП) конструктивно совмещенный с первичным (индукционным) преобразователем расхода (ППР) – 1 шт;
- расходомер с частотным или импульсным выходом – до 1 шт;
- комплекты термопреобразователей сопротивления (КТС) – 1 компл. и термопреобразователь сопротивления (ТС) – до 1 шт;
- измерительные преобразователи давления (ДИД) – до 2 шт.;
- индикатор-регистратор ТСМ–И – до 1 шт.

К индикатору-регистратору ТСМ–И возможно подключение от шести до шестнадцати ТСМ–ИВП.

1. 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	да	да
Проверка герметичности и прочности ППР	7	да	нет
Проверка электрического сопротивления изоляции.	8	да	нет
Подготовка к поверке	9	да	нет
Опробование	9.1	да	да
Определение относительной погрешности при измерении расхода теплоносителя	9.2	да	да
Определение относительной погрешности вычисления объема	9.3	да	да
Определение абсолютной погрешности канала измерения температуры	9.4	да	да
Определение погрешности измерения разности температур	9.5	да	да
Определение относительной погрешности измерения интервалов времени	9.6	да	да
Определение приведенной погрешности измерения сигналов от ДИД	9.7	да	да
Определение погрешности измерения частотных сигналов преобразователей расхода	9.8	да	да
Определение погрешности преобразования объемного расхода в массовый (объема в массу)	9.9	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение погрешности измерения количества теплоты	9.10	да	да
Определение относительной погрешности измерения количества теплоты	9.11	да	да
Определение относительной погрешности преобразования измеренного параметра в импульсный или частотный сигнал	9.12	да	да
Поверка измерительных преобразователей (ИП и ТС), входящих в состав теплосчетчика.	9.13	да	да
Определение идентификационных данных программного обеспечения	9.14	да	да
Примечание: Поверка проводится для имеющихся в наличии измерительных каналов, указанных в паспорте теплосчетчика			

2. Средства поверки

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

Таблица 2

Наименование	Технические характеристики
Установка поверочная для счётчиков жидкости	Диапазон воспроизведения расходов (0,015÷200) м ³ /ч, допускаемая основная относительная погрешность, не более ± 0,25 %,
Генератор импульсов точной амплитуды Г5-75	Погрешность установки $\pm 1 \cdot 10^{-3} \cdot T$, где T – установленный период повторения
Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64/1	Относительная погрешность $\sigma_f = \pm 5 \cdot 10^{-7}$
Мегаомметр Е6-16	Диапазон измерений от 1 МОм до 10 ГОм, основная погрешность не более ±3,0 %
Магазин сопротивлений Р3026/2	Кл. т. 0,005; диапазон установок от 0,01 Ом до 99 999,99 Ом
Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000	Диапазон измеряемых и воспроизводимых токов от 0 до 25 мА, основная погрешность воспроизведения тока не более ±1,0 мкА
Примечание - допускается применение других средств измерения и вспомогательного оборудования, обеспечивающих требуемую точность в заданных диапазонах.	

3. 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 12.2.007.0 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.019 «Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4. Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- поверочная жидкость – вода;
- температура поверочной жидкости от плюс 15 °С до плюс 35 °С;
- изменение температуры поверочной жидкости в процессе поверки – не более ± 2 °С;
- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 35 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86,0 кПа до 106,7 кПа;
- напряжение питания ТСМ–ИВП и ТСМ–И 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 теплосчетчиков, отсутствуют;
- вибрация и тряска, влияющие на работу теплосчетчиков и средств измерений, отсутствуют;
- прямолинейный участок трубопровода не менее трех диаметров условного прохода до плоскости электродов установленных ППР и расходомеров и двух – после них.

5. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие паспорта с указанием комплектности теплосчетчика;
- комплектность;
- наличие пломб предприятия-изготовителя;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей, маркировки, отсчету показаний по ЖКИ;
- отсутствие на корпусах ТСМ–ИВП и ТСМ–И трещин, сколов и других повреждений;
- отсутствие повреждений сетевого шнура, герметичных вводов;
- отсутствие повреждений элементов коммутации;
- отсутствие трещин фторопласта ППР;
- отсутствие внутри составных частей теплосчетчика незакрепленных деталей и посторонних предметов;
- наличие действующего свидетельства о поверке КТС и/или ТС (в зависимости от комплектации).

6. Проверка герметичности и прочности ППР

Проверка проводится пробным давлением по ГОСТ 356-80 «Давления условные, пробные и рабочие. Ряды». Теплосчетчик устанавливают на стенд избыточного давления. Давление внутри трубы плавно, в течение 1 минуты, увеличивают до значения 2,4 МПа и контролируют по контрольному манометру.

Теплосчетчик считают выдержавшими проверку, если в течение 1 минуты показания контрольного манометра не уменьшались.

7. Проверка электрического сопротивления изоляции

7.1. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей питания ТСМ–ИВП относительно корпуса проводить при температуре окружающего воздуха (20 ± 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.

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

7.2. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей электродов ППР

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей электродов ППР относительно корпуса проводить мегаомметром с номинальным напряжением 500 В при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 % до 80 %.

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

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

8.2. Выбор контрольных точек поверки

Характеристики контрольных точек поверки приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

№ контрольной точки	Объемный расход, м ³ /ч	Частота входных импульсов, Гц	t_1 , °С	t_2 , °С
1	От G_H до $1,1 \cdot G_H$	25÷30	145	10
2	от $0,2 \cdot G_B$ до $0,22 \cdot G_B$	2 000÷2 200	80	65
3	от $0,9 \cdot G_B$ до $1,0 \cdot G_B$	9 000÷10 000	60	58

Значения верхнего G_B и нижнего G_H пределов измерений расходов приводятся в паспорте поверяемого теплосчетчика.

Таблица 4

Значение температуры в контрольной точке, °С	Значения сопротивления термопреобразователей, соответствующие значениям температуры, с номинальной статической характеристикой типа, Ом			
	$\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$		$\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	
	$R_0=100 \text{ Ом}$	$R_0=500 \text{ Ом}$	$R_0=100 \text{ Ом}$	$R_0=500 \text{ Ом}$
-35	86,03	430,15	86,25	431,25

0	100,00	500,00	100,00	500,00
10	103,96	519,80	103,90	519,50
58	122,83	614,15	122,47	612,35
60	123,61	618,05	123,24	616,20
65	125,55	627,75	125,16	625,80
80	131,38	656,90	130,90	654,50
145	156,33	781,65	155,46	777,30

9. Проведение поверки

9.1. Опробование

Опробование включает следующие операции:

- проверку индикации установленных и измеряемых параметров на ЖКИ ТСМ–И;
- проверку работоспособности теплосчетчика при измерении температуры в пределах от 0 до 150 °С путем изменения устанавливаемых на магазинах значений сопротивлений;
- проверку работоспособности теплосчетчика при измерении объемного и массового расходов, объема и массы теплоносителя в пределах рабочего диапазона;
- проверку установки индикатора расхода теплосчетчика на ноль при отсутствии расхода;
- проверку работоспособности интерфейсов RS 485, RS-232, Ethernet или ZigBee путём сличения значений установленных в ТСМ–ИВП параметров (G_u , G_v , t_1) на ЖКИ ТСМ – И и выводимых на экран монитора ПК. Схемы подключения см. ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (Рис.1 и Рис.2).

Теплосчетчики считают прошедшими проверку, если в процессе ее проведения не обнаружено разночтений между информацией на ЖКИ и информацией, выводимой на монитор.

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

9.2. Определение относительной погрешности при измерении расхода теплоносителя

При проведении операций поверки используется установка поверочная для счётчиков жидкости. Индикатор-регистратор ТСМ–И и ПК подключается к ТСМ–ИВП с помощью интерфейсов RS 485 или ZigBee.

Поверка проводится при расходах согласно таблице 3 с учетом диаметра условного прохода ППР. Если расходомерная установка не воспроизводит расходов, соответствующих третьей контрольной точке, то допускается выполнять измерения на максимальном воспроизводимом установочной расходе, при условии, что его значение не менее $0,3 \cdot G_v$.

В каждой контрольной точке проводится по три измерения и определяется относительная погрешность δ_G по формуле (1) при проведении поверки методом сличения, по формуле (2) – при поверке методом статического взвешивания.

$$\delta_G = \left(\frac{G_{\text{и}}}{G_0} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $G_{\text{и}}$ – показания, индицируемые на ЖКИ, м³/ч;

G_0 – показания расходомерной установки, усредненные за время измерения, м³/ч.

$$\delta_G = \left(\frac{G_{\text{и}}}{3600 \cdot M_0 / (\rho \cdot T_{\text{изм}})} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где M_0 – результат измерения массы воды, накопленной в мерной емкости за время

измерений, кг,

ρ – плотность воды, кг/м³

$T_{\text{изм}}$ – интервал времени однократного измерения, с.

$T_{\text{изм}}$ выбирать не менее:

– 120 секунд в 1-й контрольной точке;

– 30 секунд во 2-й контрольной точке;

– 30 секунд в 3-й контрольной точке.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность измерения расхода теплоносителя в каждой контрольной точке не превышает значений, указанных в таблице 5

Таблица 5

Класс по ГОСТ Р 51649	Диапазон измерения расхода (объема)	Пределы допускаемой относительной погрешности, δ_G (δ_V), %,
В	$G_H \leq G < G_B$	$\pm(1,5+0,01G_B/G)$
С	$G_H \leq G < G_B$	$\pm(0,8+0,004G_B/G)$

9.3. Определение относительной погрешности вычисления объема

Операция поверки выполняется во 2 контрольной точке таблицы 3.

Допускается совмещать с испытаниями по п 9.2, зафиксировав показания объема $V_{\text{и}}$, накопленного теплосчетчиком за интервал времени измерения.

Погрешность вычисления объема теплоносителя (δ_V) при поверке методом сличения определяется по формуле, %.

$$\delta_V = \left(\frac{V_{\text{и}}}{G_0 \cdot T_{\text{изм}}} - 1 \right) \cdot 100 \% , \quad (3)$$

где $V_{\text{и}}$ – значение объема теплоносителя, накопленное теплосчетчиком за интервал времени наблюдения, м³.

Погрешность вычисления объема теплоносителя (δ_V) при поверке методом статического взвешивания определяется по формуле, %.

$$\delta_V = \left(\frac{V_{\text{и}}}{M_0 / \rho} - 1 \right) \cdot 100 \% , \quad (4)$$

где M_0 – масса воды, накопленная в мерной емкости.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если погрешности вычисления объёма теплоносителя не превышают значений, указанных в таблице 5.

9.4. Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

Операция поверки проводится для каждого канала измерения температуры.

Подключить магазины сопротивлений в соответствии с Рис.3 ПРИЛОЖЕНИЯ 1.

Установить переключатели магазинов сопротивлений в положение, соответствующее значениям температур: (0, +60, +145) °С – для каналов t_1 и t_2 , (минус 35, 0, +145) °С – для канала t_3 и зафиксировать в протоколе показания температуры, индицируемые на ЖКИ.

Абсолютная погрешность измерения температуры вычисляется по формуле:

$$\Delta_t = t_{\text{и}} - t \quad (5)$$

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

t – значение температуры в контрольных точках, °С.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если абсолютная погрешность измерения каждого температурного канала, определенная по формуле (5), не превышает $\pm 0,05$ °С.

9.5. Определение погрешности измерений разности температур

Операцию поверки допускается совмещать с испытаниями по п.9.4.

Операция поверки проводится для каналов t_1 и t_2 .

Подключить к входам ТС1 и ТС2 ТСМ–ИВП магазины сопротивлений (схема электрических соединений приведена на Рис.3 ПРИЛОЖЕНИЯ 1).

Установить на магазинах значения сопротивлений, соответствующие температурам t_1 и t_2 в соответствующей контрольной точке (см. таблицы 3 и 4).

Зафиксировать значения температур $t_{1И}$ и $t_{2И}$, индицируемые на ЖКИ.

Определить абсолютную погрешность теплосчетчика при измерении разности температур по формуле:

$$\Delta_{\Delta t} = (t_{1И} - t_{2И}) - (t_1 - t_2), \quad (6)$$

где: $t_{1И}, t_{2И}$ – значения температур по показаниям ЖКИ, °С,
 t_1, t_2 – значения температур в контрольной точке (см. таблицу 3), °С.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если абсолютная погрешность измерения каждого температурного канала, определенная по формуле (6), не превышает $\pm(0,03 + 0,001 \cdot \Delta t)$ °С.

9.6. Определение относительной погрешности измерения интервалов времени

Выполнить синхронизацию часов ПК (<http://www.vniiftri.ru/index.php/ru/services/22-ntp>).

Выполнить синхронизацию таймеров ТСМ–ИВП и ТСМ–И с ПК. Зафиксировать показания часов ТСМ–ИВП, ТСМ–И и ПК

Через, не менее, чем 24 часа повторно зафиксировать показания часов.

Сравнить показания часов ПК и ТСМ–ИВП (ТСМ–И).

Относительную погрешность измерения интервалов времени определяют по формуле:

$$\delta_T = \left(\frac{T_{ПК} - T}{T_0} \right) \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где $T_{ПК} - T$ – разность показаний часов ПК и ТСМ–ИВП (ТСМ–И), с;

T_0 – интервал времени по часам точного времени, с.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если относительные погрешности измерения интервалов времени ТСМ–ИВП и ТСМ–И не превышают $\pm 0,01$ %.

9.7. Определение приведенной погрешности каналов измерения сигналов от ДИД

Операцию поверки проводить для каждого канала измерения давления в контрольных точках согласно таблице 6.

Подать с калибратора тока на вход ДИД ток, пропорциональный значениям избыточного давления (см. табл.6).

Таблица 6

Диапазон измерения, МПа	Диапазон выходных токов ДИД, мА	Номер контрольной точки					
		1		2		3	
		Ток, I, мА	P_p , МПа	Ток, I, мА	P_p , МПа	Ток, I, мА	P_p , МПа
0 ÷ 1,6	4 ÷ 20	4,800	0,08	12,00	0,80	20,00	1,60
	0 ÷ 20	1,00		10,00		20,00	
	0 ÷ 5	0,25		2,50		5,00	

Приведенная погрешность канала измерения избыточного давления γ_p рассчитывается по формуле:

$$\gamma_p = \left(\frac{P_n - P_p}{P_{\max}} \right) \cdot 100 \%, \quad (8)$$

где: P_n – значение давления, индицируемое на ЖКИ, МПа;

P_p – расчетное значение давления, приведенное в таблице 6, МПа,

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

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если приведенная погрешность измерения давления в каждом канале во всех контрольных точках не превышает $\pm 0,1$ %.

9.8. Определение погрешности измерения частотных сигналов преобразователей расхода

Подключить к теплосчетчику генератор импульсов в соответствии со схемой Рис. 2 ПРИЛОЖЕНИЯ 1.

Установить на генераторе значение частоты $f_{\max} = 10$ кГц, амплитуды - 5 В, положительной полярности и скважности - 2.

Погрешность измерения частотных сигналов преобразователей расхода определяется по формуле:

$$\delta_{VF} = \left(\frac{G_n}{(f/f_{\max}) \cdot G_{\max}} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (9)$$

где f – поданная на вход теплосчетчика частота;

G_{\max} – максимальный расход для данного Ду, м³/ч;

G_n – индицируемое значение, м³/ч.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если погрешность, определенная по формуле (9) не превышает $\pm 0,05$ %.

9.9. Определение погрешности преобразования объемного расхода в массовый (объема в массу)

Установить теплосчетчик в режим «Поверка».

Установить программно значение объемного расхода (G_0), равное 60 м³/ч.

Установить программно значения температуры 10 °С, 60 °С и 145 °С.

Установить программно значение давления 0,9 МПа.

Погрешность вычисления массового расхода определяется по формуле:

$$\delta_m = \left(\frac{G_{\text{мн}}}{G_0 \cdot \rho} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (10)$$

где $G_{ми}$ – показания теплосчетчика, т/ч

ρ – плотность воды при температуре контрольной точки, кг/м³.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если погрешность, определенная по формуле (10), не превышает $\pm 0,05$ %.

9.10. Определение погрешности ТСМ–ИВП при измерении количества теплоты

Операцию поверки допускается совмещать с испытаниями по п.9.5.

Установить теплосчетчик в режим «Поверка».

Ввести программируемые значения расхода, температуры и давления в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Номер контрольной точки	Значения параметров теплоносителя в трубопроводах							Расход теплоносителя, G , м ³ /ч
	подающем,				обратном,			
	t_1 , °С	ρ_1 , кг/м ³	P_1 , МПа	h_1 , кДж/кг	t_2 , °С	P_2 , МПа	h_2 , кДж/кг	
1	145	921,95	0,9	611,06	10	0,5	42,605	0,15
2	80	972,20	0,9	335,71	65	0,5	272,56	12
3	60	983,60	0,9	251,98	58	0,5	243,28	60

Программно установить интервал времени наблюдения $\tau = 120$ с и зафиксировать значения количества теплоты Q_n в каждой контрольной точке.

Погрешность измерения количества теплоты определяется по формуле:

$$\delta_{ТВ} = \frac{Q_n - Q_{расч}}{Q_{расч}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где Q_n – показания теплосчетчика,

$Q_{расч}$ – расчетное значение, определяемое по формуле:

$$Q_{расч} = G \cdot \rho_1 \cdot (h_1 - h_2) \cdot \tau / 3600. \quad (12)$$

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если погрешность, определенная по формуле (11) не превышает значения $\pm 0,15$ %.

9.11. Определение относительной погрешности измерения количества теплоты

Операция поверки проводится в каждой контрольной точке:

Относительная погрешность измерения количества теплоты δ_t определяется по формуле

$$\delta_t = \sqrt{\delta_G^2 + \delta_m^2 + \delta_{\Delta t}^2 + \delta_{ТВ}^2 + \delta_{ТС}^2}, \quad (13)$$

где δ_G – относительная погрешность измерения объемного расхода, %.

δ_m – относительная погрешность преобразования объемного расхода в массовый, %.

$\delta_{ТВ}$ – относительная погрешность канала измерения количества теплоты %;

$\delta_{\Delta t} = \Delta_{\Delta t} / \Delta t \cdot 100$ – относительная погрешность ТСМ–ИВП при измерении разности температур теплоносителя в контрольных точках, %;

$\delta_{ТС} = \pm(0,5 + 3\Delta t_{\min} / \Delta t)$, – относительная погрешность комплекта ТС, %.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность измерения ко-

личества теплоты, определяемая в каждой контрольной точке по формуле (13), не превышает пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{T \max}$, рассчитанные по формулам:

– для класса С по ГОСТ Р 51649	$\delta_{T \max} = \pm(2+4\Delta t_{\min} / \Delta t + 0,01G_B/G)$
что составляет:	
в 1 контрольной точке	$\pm 6,0 \%$
во 2 контрольной точке	$\pm 2,6 \%$
в 3 контрольной точке	$\pm 6,0 \%$
– для класса В по ГОСТ Р 51649:	$\delta_{T \max} = \pm(3+4\Delta t_{\min} / \Delta t + 0,02G_B/G)$
что составляет:	
в 1 контрольной точке	$\pm 7,0 \%$
во 2 контрольной точке	$\pm 3,7 \%$
в 3 контрольной точке	$\pm 8,0 \%$

9.12. Определение относительной погрешности преобразования измеренного параметра в импульсный или частотный сигнал.

Для определения относительной погрешности преобразования измеренного расхода в частотный сигнал подключают к выводам F/N_{out+} и F/N_{in-} ТСМ–ИВП частотомер (см. Рис. 2 ПРИЛОЖЕНИЕ 1,) и устанавливают его в режим измерения частоты. В ТСМ–ИВП программируют выходной частотный сигнал с $f_{\max} = 10000$ Гц.

Относительную погрешность определяют по формуле:

$$\delta_f = \left(\frac{f_{и}}{f_p} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (14)$$

где $f_p = (G_0/G_{\max}) \cdot f_{\max}$ – расчётное значение частоты, Гц;
 $f_{и}$ – измеренное значение выходной частоты расходомера, Гц;
 f_{\max} – частота, соответствующая верхнему пределу измерения, Гц.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если погрешность преобразования объёмного расхода в частотный сигнал в контрольных точках не превышает $\pm 0,1 \%$.

Для определения относительной погрешности преобразования измеренного значения объёма в импульсный выходной сигнал частотомер устанавливают в режим счёта импульсов.

Погрешность преобразования протекшего объёма в импульсный сигнал определяют по формуле:

$$\delta_N = \left(\frac{N_{и}}{N_p} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (15)$$

где $N_{и}$ – показания частотомера;
 N_p – расчётное количество импульсов: целая часть значения, вычисленного по формуле:

$$N_p = \frac{1000 \cdot V}{K_v}, \quad (16)$$

где V – накопленный объём, м³;

K – весовой коэффициент импульса, л/имп, установленный программно в диапазоне от 10^2 до 10^3 .

Теплосчётчики считают прошедшими испытания, если погрешность преобразования протекшего объёма в импульсный сигнал в контрольных точках не превышает $\pm 0,1 \%$.

9.13. Поверка измерительных преобразователей (расходомера, ДИД, ТС, КТС), входящих в состав теплосчетчика.

Поверка входящих в состав теплосчетчика расходомера, ДИД и КТС зарегистрированных в Государственном реестре как средства измерения с установленными для них собственными интервалами между поверками, выполняется в сроки и по методикам поверки на эти изделия, утвержденным и согласованным в установленном порядке.

Поверка ТС производится по ГОСТ 8.461 – 2009 на соответствие классам А или В по ГОСТ 6651 – 2009.

9.14. Определение идентификационных данных программного обеспечения

Номера версий программного обеспечения ТСМ–ИВП и ТСМ–И и соответствующие контрольные суммы индицируются на ЖКИ ТСМ–И в режиме «Расширенный рабочий» в меню СЕРВИС/КОНТРОЛЬНАЯ СУММА.

Вычисление контрольной суммы программы для ПК TSMwin.exe осуществляется с помощью вспомогательной программы HashCalc.exe, номер версии программы индицируется в пункте меню ВЕРСИЯ программы (идентификационный номер).

Результаты определения идентификационных параметров ПО должны совпадать с приведенными в таблице 8.

Таблица 8

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Микропрограмма ТСМ–ИВП	TSM.hex	v1.03	f27c80d2	CRC32
Микропрограмма ТСМ–И	TSMI.hex	v1.37	5ef7dc56	CRC32
Программа для ПК	TSMwin.exe	1.27	7f7dd193	CRC32

10. Оформление результатов поверки

10.1. При положительных результатах выдают свидетельство о поверке по установленной форме. Устанавливают пломбу с оттиском поверительного клейма в местах, препятствующих доступу к органам настройки теплосчетчика.

10.2. Результаты поверки вносят в протокол по форме, приведенной в Приложении 4.

10.3. Теплосчетчики, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, к применению не допускаются. Клеймо гасят, а пломбу снимают.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Схемы электрических соединений

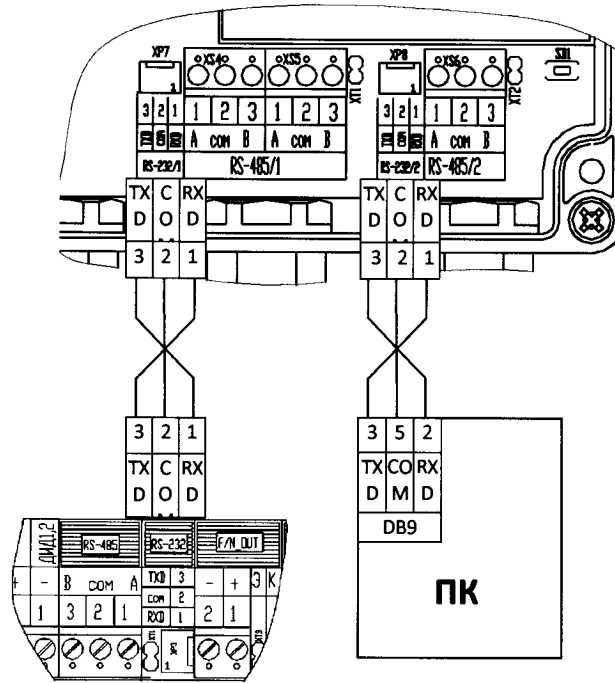


Рис.1. Схема подключения индикатора ТСМ-И к ТСМ-ИВП и ПК по интерфейсу RS-232

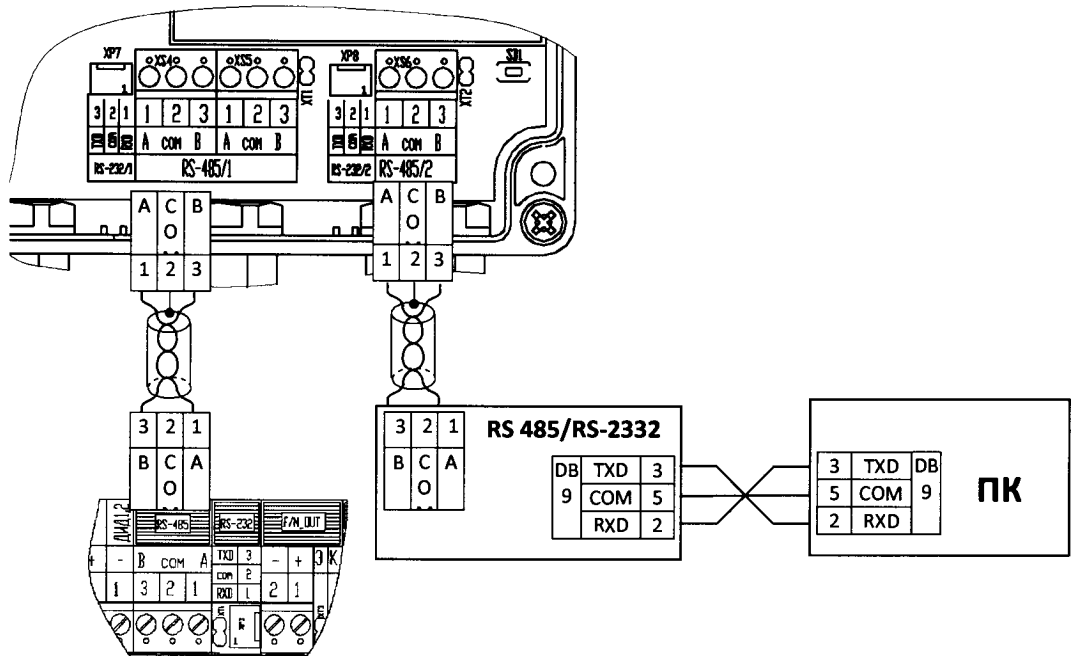


Рис.2. Схема подключения индикатора ТСМ-И к ТСМ-ИВП и ПК по интерфейсу RS 485

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(продолжение)

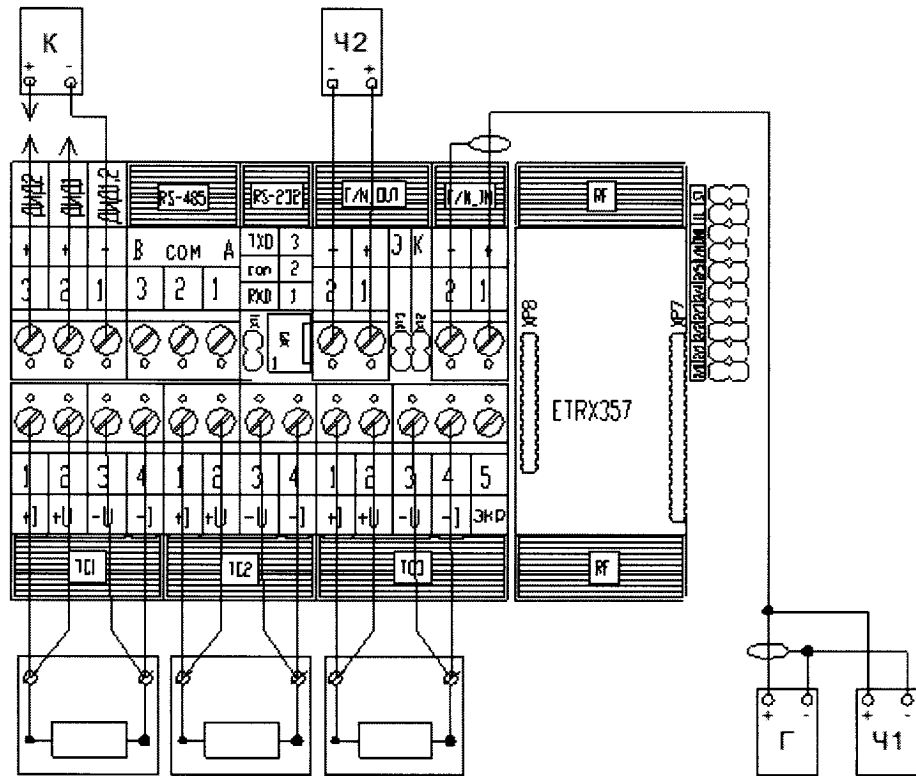


Рис.3. Схема электрических соединений модуля ТСМ–ИВП
К – калибратор; Г – генератор; Ч1, Ч2 – частотомеры

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(обязательное)

Значения плотности и энтальпии в контрольных (поверочных) точках

Тепло-носитель	Температура t, °С	Абсолютное давление P _{абс} , МПа	Плотность ρ, кг/м ³	Энтальпия, h	
				кДж/кг	ккал/кг
Вода	145	1,0	921,95	611,06	145,95
	80		972,20	335,71	80,182
	60		983,60	251,98	60,184
	65	0,6	980,78	272,56	65,099
	58		984,44	243,28	58,106
	10		999,94	42,605	10,176

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(справочное)

ПРОТОКОЛ
поверки теплосчетчика ТСМ

ИВП № _____

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 требованиямИдентификационные данные ПО соответствует требованиям

Определение относительной погрешности измерения расхода (объема)

1 Контр. точка (V= _____ л.)		1 измерение	2 измерение	3 измерение
		$G_{и}, М^3/ч$		
$V_{и}, М^3$				
$G_0, М^3/ч$				
$V_0, М^3$				
$M_0, кг$				
$T_{изм}, с$				
$\delta_G, \%$				
$\delta_V, \%$				
$\delta_G (\delta_V)_{доп}, \%$				
2 Контр. точка (V= _____ л.)	$G_{и}, М^3/ч$			
	$V_{и}, М^3$			
	$G_0, М^3/ч$			
	$V_0, М^3$			
	$M_0, кг$			
	$T_{изм}, с$			
	$\delta_G, \%$			
	$\delta_V, \%$			
	$\delta_G (\delta_V)_{доп}, \%$			
	3 Контр. точка (V= _____ л.)	$G_{и}, М^3/ч$		
$V_{и}, М^3$				
$G_0, М^3/ч$				
$V_0, М^3$				
$M_0, кг$				
$T_{изм}, с$				
$\delta_G, \%$				
$\delta_V, \%$				
$\delta_G (\delta_V)_{доп}, \%$				

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
 (продолжение)

Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры

№	t_1				t_2				t_3			
	$t, ^\circ\text{C}$	$t_{и}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$t_{и}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$t_{и}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$
1	0			±0,05	0			±0,05	-35			±0,05
2	60				60				0			
3	145				145				145			

Определение погрешности измерений разности температур

№	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{\Delta t}, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{\Delta t \text{ доп}}, ^\circ\text{C}$
1	145	10	135		0,16
2	80	65	15		0,045
3	60	58	2		0,03

Определение приведенной погрешности каналов измерения сигналов от ДИД

№ канала	$P_p=0,08 \text{ МПа}$			$P_p=0,8 \text{ МПа}$			$P_p=1,6 \text{ МПа}$		
	$P_{и}, \text{ МПа}$	$\gamma_p, \%$	$\gamma_{p \text{ max}}, \%$	$P_{и}, \text{ МПа}$	$\gamma_p, \%$	$\gamma_{p \text{ max}}, \%$	$P_{и}, \text{ МПа}$	$\gamma_p, \%$	$\gamma_{p \text{ max}}, \%$
1	0 ÷ 5		±0,1			±0,1			±0,1
	0 ÷ 20								
	4 ÷ 20								
2	0 ÷ 5								
	0 ÷ 20								
	4 ÷ 20								

Определение погрешности измерения частотных сигналов преобразователей расхода

Контр. точки, Гц	$f, \text{ Гц}$	$G_{и}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$\delta_{VF}, \%$	$\delta_{VF \text{ доп}}, \%$
25 ÷ 28 ($G_H \div 1,1 G_H$)				±0,05%.
2000 ÷ 2200 ($0,2G_B \div 0,22 G_B$)				
9000 ÷ 10000 ($0,9G_B \div G_B$)				

Определение погрешности преобразования объемного расхода в массовый

$\rho_{10}=1000,13 \text{ кг/м}^3$		$\rho_{60}=983,60 \text{ кг/м}^3$		$\rho_{145}=921,95 \text{ кг/м}^3$		$\delta_{\text{м доп}}, \%$
$G_{ми}, \text{ т/ч}$	$\delta_{\text{м}}, \%$	$G_{ми}, \text{ т/ч}$	$\delta_{\text{м}}, \%$	$G_{ми}, \text{ т/ч}$	$\delta_{\text{м}}, \%$	
						0,05

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

Определение относительной погрешности теплосчетчика при вычислении количества теплоты

№ точки поверки	Количество теплоты, ГДж		$\delta_{ТВ}, \%$	$\delta_{Т}, \%$	$\delta_{Т доп}, \%$
	$Q_{расч}$	$Q_{и}$			
1					
2					
3					

Определение относительной погрешности преобразования измеренного параметра в импульсный или частотный сигнал.

№ точки поверки	$G, м^3/ч$	$f_p, Гц$	$f_{и}$	$\delta_{Т}, \%$	$K_V, л/имп$	N_p	$N_{и}$	$\delta_{N}, \%$
1	60	10000			1			
2	12	2000			0,2			
3	0,15	25			0,01			

Относительная погрешность при измерении времени $\leq \pm 0.01 \%$

Теплосчетчик соответствует / не соответствует классу ___ по ГОСТ Р 51649-2000

Госповеритель

_____ ф.и.о.

_____ подпись

Дата _____