



ИНСТРУКЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ТЕПЛОСЧЕТЧИК-РЕГИСТРАТОР
MT200DS

Методика поверки

В24.00-00.00 И1

1997

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	5
4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	6
5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	6
6. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	6
7. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ.....	6
8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	7
9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схемы подключения ТС	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Протокол поверки ТС	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Режимы поканальной поверки при определении погрешности измерения количества тепловой энергии, тепловой мощности	24

Утверждена
ГЦИ СИ ВНИИР
23 октября 1997 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая инструкция распространяется на теплосчетчик-регистратор МТ200DS (далее – теплосчетчик), выпускаемый фирмой «ВЗЛЕТ», для закрытых и открытых систем теплоснабжения (теплоснабжения) и устанавливает методику первичной и периодических проверок.

Теплосчетчик (ТС) МТ200DS, изготовленный фирмой «ВЗЛЕТ», соответствует рекомендациям МИ 2164 и МОЗМ Р75 (OIML R75) и включен в Государственный реестр средств измерений.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ГИ	- генератор импульсов;
D_y	- диаметр условного прохода;
КД	- калибратор давления;
КТК	- компактный температурный калибратор;
ПД	- преобразователь давления;
ПК	- персональный компьютер;
ПО	- программное обеспечение;
ПР	- преобразователь расхода;
ПТ	- преобразователь температуры;
ТВ	- тепловычислитель;
ТС	- теплосчетчик;
ТСП	- термопреобразователь сопротивления платиновый;
ЭМР	- электромагнитный расходомер.

ВНИМАНИЕ!

1. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** на всех этапах работы с теплосчетчиком касаться руками электродов, находящихся во внутреннем канале электромагнитного расходомера (ЭМР).

2. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** снимать с ЭМР стяжной болт с пластинами на время более 30 минут.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операций	Пункт документа по поверке	Операции, проводимые при данном виде поверки	
		первичная	периодическая
1. Внешний осмотр	8.1	+	+
2. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания	8.2	+	—
3. Опробование	8.3	+	+
4. Определение погрешности ТС при измерении объема (массы) и среднего объемного (массового) расхода теплоносителя	8.4	+	+
5. Определение погрешности ТС при измерении температуры теплоносителя и разности температур теплоносителя	8.5	+	+
6. Определение погрешности ТС при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности	8.6	+	+
7. Определение погрешности при измерении давления	8.7	+	+
8. Определение погрешности ТС при измерении времени наработки и времени останова (погрешность часов ТС)	8.8	+	+

2.2. Поверка ТС МТ200DS может выполняться как методом непосредственного сличения (в том числе имитационными способами), так и методом поэлементной поверки.

2.3. По согласованию с представителем Госстандарта поверка может проводиться по сокращенной программе. При этом погрешность измерения отдельных параметров может не определяться.

2.4. Допускается поверка ТС не в полном диапазоне паспортных значений параметров, а в эксплуатационном диапазоне (в т.ч. в соответствии с «Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя»).

2.5. Допускается по согласованию с представителями территориального органа Госстандарта вносить в методику поверки изменения. При этом должна быть обеспечена необходимая достоверность поверки. При внесении изменений составляется «Бюллетень изменений», предъявляемый при проведении поверки вместе с методикой поверки.

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки применяется следующее поверочное оборудование:

1) средства измерения и контроля:

а) при поэлементной поверке:

- установка поверочная по ГОСТ 23868, ГОСТ 8.510 или ГОСТ 8.156 с пределами относительной погрешности не более $\pm 0,3 \%$;
- мегаомметр М4100/3, ГОСТ 8038, напряжение 500 В, кл.1,0;
- магазин сопротивлений Р 4831, 2.704.0001 ТУ, отн. погр. 0,02 %;
- сопротивление калиброванное Р331, 100 Ом, класс 0,01;
- термостаты по ГОСТ 6709, заполненные водой и полиметилсилоксановой жидкостью по ГОСТ 13032;
- термометр, ГОСТ 13646;
- источник питания постоянного тока Б5-50;
- вольтметр цифровой В7-43 Тг2.710.026 ТО, кл. 0,1;
- частотомер ЧЗ-64, ДЛИ 2.721.066 ТУ;
- секундомер, ГОСТ 5072;
- контрольный манометр, кл 0,4, ГОСТ 6521;

б) при комплектной поверке:

- комплекс поверочный имитационный для теплосчетчиков КПИТ-МТ, В36.00-00.00;
- калибратор давления РМ110РІС, приведенная погрешность 0,05 %;
- компактный температурный калибратор ТС-150, точность $\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$;

2) вспомогательные устройства:

- генератор импульсов Г5-88, ГВ3.264.117 ТУ;
- осциллограф С1-96, 2.044.011 ТУ;
- коммутатор импульсов, В36.00-00.02;
- имитаторы расхода и температуры, В36.00-00.03;
- IBM совместимый персональный компьютер (ПК);
- универсальная пробойная установка УПУ-1М кл.4 АЭ2.771.007 ТУ.

3.2. Допускается применение другого оборудования, приборов и устройств, характеристики которых не уступают характеристикам оборудования и приборов, приведенных в п.3.1. При отсутствии оборудования и приборов с характеристиками, не уступающими указанным, по согласованию с представителем территориального органа Госстандарта, выполняющего поверку, допускается применение оборудования и приборов с характеристиками, достаточными для получения достоверного результата поверки.

3.3. Все средства измерения и контроля должны быть поверены и иметь действующие свидетельства или отметки о поверке.

4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1. К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, изучившие эксплуатационную документацию на ТС и средства их поверки, имеющие опыт поверки средств измерений расхода, объема жидкости и приборов учета тепла, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями».

6. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- температура поверочной жидкости от 5 до 40 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86,0 до 106,7 кПа;
- напряжение питания переменного тока от 187 до 242 В;
- частота питающей сети от 49 до 51 Гц;
- внешние электрические и магнитные поля напряженностью свыше 40 А/м отсутствуют.

7. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия паспорта с отметкой отдела технического контроля фирмы «ВЗЛЕТ» на поверяемый ТС и товарного знака фирмы «ВЗЛЕТ» на этикетке ТС;
- проверка наличия лицензии на право изготовления или продажи данного средства измерения - ТС МТ200DS (при проведении первичной поверки);
- проверка наличия поверочного оборудования в соответствии с п.п. 3.1 и 3.2 настоящей инструкции;
- проверка наличия действующих свидетельств или отметок о поверке средств измерения и контроля;
- проверка соблюдения условий п.6.1 настоящей инструкции.

7.2. Перед проведением поверки должна быть проведена подготовка к работе каждого прибора, входящего в состав поверочного оборудования, в соответствии с его инструкцией по эксплуатации.

7.3. Перед проведением поверки должна быть собрана соответствующая поверочная схема (либо для поверки методом непосредственного сличения, либо для поэлементной поверки). При проведении поверки методом непосредственного сличе-

ния собирается схема в соответствии с рис.1 приложения 1. При проведении поэлементной поверки собирается схема в соответствии с рис. 2 приложения 1. При поэлементной поверке определяются относительные погрешности каждого блока в отдельности либо сочетаний двух и более блоков. При поэлементной поверке допускается поверять отдельные блоки или их сочетания методом непосредственного сличения. Преобразователи температуры (ПТ) и преобразователи давления (ПД) при поэлементной поверке рекомендуется передавать в поверку в лаборатории Госстандарта.

При поэлементной поверке ТС магазин сопротивлений R имитирует ПТ, а генератор импульсов (ГИ) - преобразователь расхода (ПР).

ПРИМЕЧАНИЕ.

Допускается по согласованию с представителями территориального органа Госстандарта при поставке ТС потребителям методику поверки поставлять с учетом технических возможностей по обеспечению поверки потребителем. Рекомендуется при поставках ТС методику поверки поставлять в объеме, обеспечивающем проведение поэлементной поверки.

7.4. Подключение поверочного и вспомогательного оборудования к ТС и калибровка (при необходимости) ТС выполняется в соответствии с документом: «Теплосчетчик-регистратор МТ200DS. Инструкция по проверке» В24.00-00.00 ИЗ.

Монтаж ЭМР на испытательном стенде поверочной установки выполняется с соблюдением требований документа: «Теплосчетчик-регистратор МТ200DS. Инструкция по монтажу» В24.00-00.00 ИМ.

ПРИМЕЧАНИЯ.

1. При поверке ПР допускается вместо ПТ подключать резисторы, имитирующие ПТ.
2. При поверке ПТ допускается вместо ПР подключать имитаторы расхода.
3. При поверке ТС, в комплект поставки которых не входят кабели связи ТВ-ПР, допускается использовать технологические кабели ТВ-ПР.

7.5. При поверке ТС на КПИТ-МТ подготовка и поверка выполняются в соответствии с требованиями, изложенными в эксплуатационной документации на поверочный комплекс.

8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие внешнего вида ТС следующим требованиям:

- на функциональных блоках, входящих в состав ТС, должны быть нанесены заводские номера;
- на функциональных блоках не должно быть механических повреждений и дефектов покрытий, препятствующих чтению надписей и снятию отсчетов по индикатору, ухудшающих технические характеристики и влияющих на работоспособность;

- комплектность ТС и заводские номера функциональных блоков должны соответствовать указанным в паспорте.

По результатам осмотра делается отметка о соответствии в протоколе (приложение 2).

8.2. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания.

8.2.1. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания ТС производится мегаомметром при напряжении (500 ± 50) В. ТС при этом должен быть отключен от питающей сети.

Зажим мегаомметра с обозначением «—» соединяется с клеммой защитного заземления «—», а зажим «М» – с замкнутыми между собой выводами питания. Сопротивление изоляции должно быть не менее 40 МОм.

По результатам поверки делается отметка о соответствии в протоколе (приложение 2).

8.3. Опробование.

8.3.1. Опробование ТС.

Перед проведением опробования собирается поверочная схема в соответствии с рис.1 или рис.2 приложения 1.

Опробование допускается проводить в отсутствие представителя Госстандарта.

Перед опробованием убедиться, что в ТС введены равными нулю значения температуры $t_{хв}$ и давления $P_{хв}$ воды источника холодного водоснабжения, а значения давления в подающем P_1 и обратном P_2 трубопроводах 0,9 МПа и 0,5 МПа соответственно.

После включения питания на дисплее ТС высвечивается тип прибора, версия ПО, режим работы. Затем ТС переходит в режим индикации измеряемых параметров. Необходимо проверить наличие индикации измеряемых и контролируемых параметров на дисплее ТС, наличие импульсов на импульсных выходах, наличие коммуникационной связи по RS выходу с персональным компьютером (ПК).

При подаче на измерительные каналы ТС воздействий соответствующих измеряемых параметров (или имитационных воздействий) должны изменяться соответствующие показания ТС.

8.3.1.1. Опробование ТС при измерениях по каналу расхода производится после установки ПР на испытательный стенд поверочной установки с соблюдением требований инструкции по монтажу. После включения питания ТС устанавливается режим индикации расхода по каналам. Изменяя скорость потока через ПР от минимальной до максимальной, убедиться в соответствующих изменениях показаний ТС.

8.3.1.2. Опробование ТС при измерениях по каналу температуры производится после установки ПТ в компактный температурный калибратор (КТК) (термостат) с соблюдением требований по установке. После включения питания ТС устанавливается режим индикации температуры по каналам. Изменяя температуру от минимальной до максимальной, убедиться в соответствующих изменениях показаний ТС. (При отсутствии КТК или термостата данную операцию допускается не проводить).

При опробовании ТВ к его входам подключаются имитаторы расхода и температуры, с помощью которых задаются входные воздействия.

8.3.1.3. При опробовании канала измерения давления ПД устанавливается на калибратор давлений с соблюдением требований по установке.

После включения питания регистратора токового универсального устанавливается режим индикации давления по каналам. Изменяя давление от минимального до максимального, убедиться в соответствующих изменениях показаний регистратора.

При опробовании регистратора токового универсального к его входам подключается источник постоянного тока, с помощью которого задаются входные воздействия.

По результатам опробования делается отметка о соответствии в протоколе (приложение 2).

8.4. Определение погрешности ТС при измерении объема (массы) и среднего объемного (массового) расхода теплоносителя.

8.4.1. При определении погрешности ТС при измерении объема (массы) и среднего объемного (массового) расхода теплоносителя выполняются операции, изложенные ниже.

ПР устанавливается на поверочную установку с температурой поверочной жидкости (воды) от 5 до 40 °С. Для поверки могут применяться поверочные установки для поверки методом измерения объема, расхода или массы. При использовании имитатора расхода в соответствии с инструкцией имитатора к нему подключается ПР.

Определение погрешности ТС проводится при трех значениях расхода – $0,02 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$ (расход устанавливается с допуском + 10 %). Выполняется по одному измерению при каждом значении расхода. Погрешность определяется сравнением действительного значения массы (объема) m_o (V_o) [массового (объемного) расхода Q_{m_o} (Q_{v_o})] и значения массы (объема) $m_{и}$ ($V_{и}$) [массового (объемного) расхода $Q_{m_{и}}$ ($Q_{v_{и}}$)], измеренного ТС.

ПРИМЕЧАНИЕ.

Допускается до начала поверки производить юстировку каналов расхода ТС.

При поверке методом измерения объема в качестве действительного значения объема V_o используется значение объема жидкости, набранного в меру вместимости поверочной установки. Действительное значение расхода Q_{v_o} определяется по формуле:

$$Q_{v_o} = V_o / T_{\text{пр}} , \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad [8.1]$$

где: Q_{v_o} - действительное значение расхода, $\text{м}^3 / \text{ч}$;

V_o - действительное значение объема, измеренное объемной установкой, м^3 ;

$T_{\text{пр}}$ - время проливки, ч.

Для определения значения массы жидкости при поверке методом измерения объема или расхода используется значение температуры 150 ± 15 °С, заданное с помощью КТК или прецизионного резистора (магазина сопротивлений), и введенное в ТС значение давления для подающего P_1 или обратного P_2 трубопроводов. На основании этих значений температуры и давления по таблицам ГСССД 98-86 «Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...800 °С и давлениях 0,001...1000 МПа» определяется плотность поверочной жидкости. Масса жидкости определяется по формуле:

$$m_o = V_o \cdot \rho, \text{ кг}, \quad [8.2]$$

где: m_o - действительное значение массы жидкости, кг;
 ρ - плотность жидкости, кг/м³.

Действительное значение среднего массового расхода Q_{mo} определяется по формуле:

$$Q_{mo} = m_o / T_{пр}, \text{ кг/ч}. \quad [8.3]$$

При поверке методом измерения расхода действительное значение объема определяется расчетным путем:

$$V_o = Q_{v \text{ ср}} \cdot T_{пр}, \text{ м}^3, \quad [8.4]$$

где $Q_{v \text{ ср}}$ - среднее значение расхода из 10 – 20 показаний, измеренное образцовым расходомером, м³/ч.

Действительное значение массы определяется по формуле [8.2].

Действительное значение массового расхода определяется по формуле [8.3].

Для определения действительного значения массы жидкости, прошедшей через ПР, на поверочных установках с весовым устройством пользуются показаниями весового устройства. Объем при этом определяется по формуле:

$$V_o = m_o / \rho, \text{ м}^3.$$

Перед началом поверки на поверочной установке с весовым устройством необходимо определить по контрольному манометру среднее давление жидкости, а по термометру - температуру в трубопроводе испытательного стенда поверочной установки. На основании измеренных значений температуры и давления по таблицам ГСССД 98-86 «Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...800 °С и давлениях 0,001...1000 МПа» определяется плотность поверочной жидкости. Измеренное значение давления вводится в ТС, а измеренное значение температуры либо устанавливается в КТК, либо имитируется с помощью магазина сопротивлений.

Действительное значение объемного расхода рассчитывается по формуле [8.1], значение образцового массового расхода - по формуле [8.3].

При снятии показаний ТС с дисплея и RS выхода выполняются следующие процедуры. Кнопкой на лицевой панели ТВ устанавливается в режим индикации поверяемого параметра. На подключенном к RS выводу ПК устанавливается режим вывода на экран поверяемого параметра (установка режима ПК – в соответствии с документом «Теплосчетчик-регистратор МТ200DS. Программное обеспечение пользователя. Описание применения» В24.00-00.00 ОП). Перед каждым измерением в поверочной точке производится регистрация начального значения массы (объема) m_n (кг) [V_n (м³)], зарегистрированного ТС. После пропуска жидкости через ПР в данной поверочной точке регистрируется конечное значение массы (объема) m_k (кг) [V_n (м³)]. По разности показаний рассчитывается измеренное значение массы (объема) теплоносителя:

$$m_n(V_n) = m_k(V_k) - m_n(V_n), \text{ кг (м}^3\text{)},$$

где m_n, V_n - измеренное значение массы, объема соответственно.

Измеренное ТС значение объема может определяться по показаниям частотомера, подключенного к соответствующему импульсному выводу ТВ. Для этого час-

тотомер устанавливается в режим счета импульсов, а на импульсные выходы среднего объемного расхода поверяемых каналов ТС подается напряжение питания с помощью переключателей (в соответствии с инструкцией по проверке В24.00-00.00 И3). Импульсный выход ТС, импульсный вход частотомера и синхронизирующий выход поверочной установки подключаются к соответствующим входам коммутатора импульсов. Перед началом измерения частотомер устанавливается в режим счета и обнуляется. По стартовому синхроимпульсу поверочной установки импульсы с выхода ТС начинают поступать на вход частотомера. Объем жидкости V_n , прошедшей через преобразователь расхода, определяется по формуле:

$$V_n = N / K_{p1}, \text{ л,}$$

где: N – количество импульсов, подсчитанное частотомером;
 K_{p1} – константа преобразования, имп/л.

Значения K_{p1} для различных типоразмеров ЭМР (условного прохода D_y) приведены в таблице 2.

D_y , мм	K_{p1} , имп/л
10	1600
20	400
32	100
40	100
65	25
80	25
150	7

Измеренный средний массовый (объемный) расход теплоносителя, прошедшего через ТС, определяется по формуле:

$$Q_{mi} (Q_{vi}) = m_n (V_n) / T_{np}, \text{ кг/ч (м}^3 \text{/ч)},$$

где $Q_{mi} (Q_{vi})$ - массовый (объемный) расход, измеренный ТС, кг/ч (м³/ч).

Определение погрешности ТС при измерении массы теплоносителя производится по формуле:

$$\sigma_{TC m} = \frac{m_n - m_o}{m_o} \cdot 100, \%$$

Определение погрешности ТС при измерении объема теплоносителя производится по формуле:

$$\sigma_{TC v} = \frac{V_n - V_o}{V_o} \cdot 100, \%$$

Определение погрешности ТС при измерении среднего массового расхода теплоносителя производится по формуле:

$$\sigma_{TC qm} = \frac{Q_{mi} - Q_{mo}}{Q_{mo}} \cdot 100, \%$$

Q_{mo}

Определение погрешности ТС при измерении среднего объемного расхода теплоносителя производится по формуле:

$$\sigma_{TC\ qv} = \frac{Q_{vh} - Q_{vo}}{Q_{vo}} \cdot 100 \text{ , \% .}$$

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность ТС при измерении массы (объема), среднего массового расхода (среднего объемного расхода) теплоносителя в первой поверочной точке не превышает $\pm 2 \%$, во второй и третьей $\pm 1 \%$. При поверке ТС, поставляемого с подобранной парой преобразователей расхода, проверяется условие, чтобы разность относительных погрешностей измерения преобразователей расхода в каждой из поверочных точек не должна превышать по абсолютной величине $0,5 \%$.

Минимально необходимое количество пропускаемой через ПР при одном измерении жидкости при снятии показаний с импульсного выхода ТС определяется техническими характеристиками поверочной установки и весом импульса и должно быть таким, чтобы при минимальных пульсациях образцового расхода ошибка в один импульс не превышала $0,2 \%$ константы преобразования K_{p1} . При снятии показаний с дисплея или RS выхода необходимо набирать не менее $0,5 \text{ м}^3$ жидкости.

При поверке ТС могут определяться погрешности измерения только массы и массового расхода либо только объема и объемного расхода.

Для сокращения времени поверки допускается выполнять определение погрешности измерения ТС только по импульсному выходу. При этом измеренные значения, считанные с дисплея и RS выхода, не должны отличаться от результата измерения по импульсному выходу более чем на единицу младшего разряда дисплея (RS выхода).

8.4.2. При поэлементной поверке каналов измерения массы (объема, расхода) ТС выполняются операции, изложенные ниже.

Для определения погрешности ТВ при измерении объема (массы) и среднего объемного (массового) расхода теплоносителя проверяется соответствие параметров импульсов импульсного выхода ПР параметрам импульсного входа ТВ. При необходимости устанавливается соответствие.

ПР подвергается поверке в соответствии со своей инструкцией по поверке. Погрешность измерения объема (среднего объемного расхода) ПР при этом не должна превосходить $\pm 1,9 \%$ в диапазоне от $Q_{наим}$ до $Q_{п}$ и $\pm 0,9 \%$ в диапазоне от $Q_{п}$ до $Q_{наиб}$. При этом, при поставке ТС с подобранной парой ПР должно выполняться условие, чтобы разность относительных погрешностей измерения ПР не должна превышать по абсолютной величине $0,4 \%$ в диапазоне от $Q_{п}$ до $Q_{наиб}$.

ТВ поверяется при тех же расходах, что и ТС. Для этого поверяемый импульсный вход ТВ, генератор прямоугольных импульсов и частотомер подключаются к коммутатору импульсов (при его наличии) таким образом, чтобы импульсы с генератора по разрешающему сигналу поверителя (синхроимпульсу) начинали поступать на импульсный вход ТВ и счетный вход частотомера. При отсутствии коммутатора импульсов допускается использовать другие приспособления или устройства при соблюдении указанного требования. На вход ТВ, предназначенный для подклю-

чения ПТ, устанавливается калиброванный резистор (магазин сопротивлений) с сопротивлением, соответствующим температуре теплоносителя 150 ± 15 °С.

Исходно на коммутатор импульсов подается запрещающий сигнал. Частотомер обнуляется. На генераторе устанавливается частота, соответствующая поверочному значению расхода, которая рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{ген}} = \frac{Q_{\text{во}} \cdot K_{\text{рп}}}{3,6}, \text{ Гц,}$$

где: $F_{\text{ген}}$ - частота генератора, Гц;

$Q_{\text{во}}$ – действительное значение расхода в поверочной точке, м³/ч;

$K_{\text{рп}}$ - константа преобразования, имп/л.

Подготовка ТВ к выполнению измерений, считывание и обработка результатов выполняются в такой же последовательности, как при поверке ТС по п.8.4.1. Температура, при которой определяется масса, задается калиброванным резистором (магазином сопротивлений).

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность ТВ при измерении объема (массы), среднего объемного расхода (среднего массового расхода) теплоносителя во всех поверочных точках не превышает $\pm 0,2$ %, а разность относительных погрешностей измерения ТВ (при поставке ТС с подобранной парой ПР), в каждой из поверочных точек не превышает по абсолютной величине 0,1 %.

По результатам поверки делается отметка о соответствии в протоколе (приложение 2).

8.5. Определение погрешности ТС при измерении температуры теплоносителя и разности температур теплоносителя.

8.5.1. Поверка ТС при измерении температуры и разности температур теплоносителя методом непосредственного сличения выполняется следующим образом. ПТ поверяемого канала измерения температуры помещается в компактный температурный калибратор (или в термостат), диапазон задаваемых температур которого должен соответствовать рабочему диапазону измерения температур ТС.

Поверка выполняется при температурах 30 ± 1 °С, 70 ± 2 °С, 130 ± 5 °С. КТК устанавливается в режим воспроизведения необходимой температуры, а ТС – в режим индикации температуры (в том числе по RS выходу). После установления заданной температуры с КТК считывается действительное значение температуры t_o , а с ТС – измеренное $t_{\text{и}}$. В каждой поверочной точке снимается по три значения $t_{\text{и}}$ и определяется среднее арифметическое:

$$t_{\text{иср}i} = \frac{t_{\text{и}1i} + t_{\text{и}2i} + t_{\text{и}3i}}{3}, \text{ °С,}$$

где: $t_{\text{и}1i}$, $t_{\text{и}2i}$, $t_{\text{и}3i}$ - измеренные значения температуры в i -той поверочной точке, °С;

$t_{\text{иср}i}$ - среднее значение температуры в i -той поверочной точке, °С.

Определение погрешности ТС при измерении температуры жидкости производится по формуле:

$$\sigma_{\text{ТС } t_i} = \frac{t_{\text{иср}i} - t_{oi}}{t_{oi}} \cdot 100, \text{ \% ,}$$

t_{oi}

где: $\sigma_{TC\ t_i}$ - погрешность ТС в i -той поверочной точке при измерении температуры жидкости, %;

t_{oi} - действительное значение температуры в i -той поверочной точке, °С.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность ТС при измерении температуры не превышает значений:

$$\begin{array}{ll} \sigma_{TC\ t} = \pm 2,5 \% & \text{при } t_{o1} = 30 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C} ; \\ \sigma_{TC\ t} = \pm 1,5 \% & \text{при } t_{o2} = 70 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C} ; \\ \sigma_{TC\ t} = \pm 1,0 \% & \text{при } t_{o3} = 130 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C} ; \end{array}$$

и выполняются условия:

$$\begin{array}{ll} \left| \sigma_{TC\ t_i(1)} - \sigma_{TC\ t_i(2)} \right| \leq 0,5 \% & \text{при } t_{o1} = 30 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C} ; \\ \left| \sigma_{TC\ t_i(1)} - \sigma_{TC\ t_i(2)} \right| \leq 0,2 \% & \text{при } t_{o2} = 70 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C} ; \\ \left| \sigma_{TC\ t_i(1)} - \sigma_{TC\ t_i(2)} \right| \leq 0,1 \% & \text{при } t_{o3} = 130 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C} ; \end{array}$$

где: $\sigma_{TC\ t_i(1)}$, $\sigma_{TC\ t_i(2)}$ – абсолютные значения относительных погрешностей измерения ТС температуры в i -той поверочной точке подобранной пары ПТ, %.

По результатам поверки делается отметка о соответствии в протоколе (приложение 2).

8.5.2. При поэлементной поверке каналов измерения температуры ТС входящих в состав теплосчетчика ПТ с номинальной статической характеристикой Pt100 (Pt500) должны быть поверены по ГОСТ 8.461 ГСИ «Термопреобразователи сопротивления. Методы и средства поверки» на значение сопротивления ПТ в точке 0 °С (R_0) и отношение $W100 = R100/R_0$, где $R100$ – сопротивление ПТ при температуре 100 °С.

Подобранные пары ПТ проверяются на погрешность измерения разности температур.

Поверка каналов измерения температуры ТВ производится следующим образом.

К входу ТС вместо ПТ подключается магазин сопротивлений R.

Поверка выполняется при сопротивлениях магазина, соответствующих температуре $30 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$, $70 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$, $130 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$. ТВ устанавливается в режим индикации температуры (в том числе по RS выходу). В соответствии с установленным на магазине сопротивлением определяется действительное значение температуры t_o . С ТС считывается измеренное $t_{и}$. В каждой поверочной точке снимается по три значения $t_{и}$ и определяется среднее арифметическое:

$$t_{исрi} = \frac{t_{и1i} + t_{и2i} + t_{и3i}}{3}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

где $t_{и1i}$, $t_{и2i}$, $t_{и3i}$ - измеренные значения температуры в i -той поверочной точке, °С.

Определение погрешности ТВ при измерении температуры жидкости производится по формуле:

$$\sigma_{ТВ\ t_i} = \frac{t_{исрi} - t_{oi}}{t_{исрi}} \cdot 100, \text{ } \%,$$

t_{oi}

где: $\sigma_{ТВ\ i}$ – погрешность ТВ в i -той поверочной точке при измерении температуры жидкости, %;

$t_{иср\ i}$ – среднее значение измеренной ТВ температуры в i -той поверочной точке, °С;

t_{oi} – действительное значение образцовой температуры в i -той поверочной точке, °С.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность ТВ при измерении температуры не превышает $\pm 0,2$ % во всех поверочных точках, а разность погрешностей измерения температуры в прямом и обратном трубопроводах не превышает в каждой из поверочных точек по абсолютной величине 0,1 %.

По результатам поверки делается отметка о соответствии в протоколе (приложение 2).

8.6. Определение погрешности ТС при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности.

Поверка ТС при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности выполняется поканально в режимах работы в соответствии с табл. 1 приложения 3 (для ТС, предназначенных к эксплуатации в открытых системах теплоснабжения, поверка выполняется поканально).

Импульсный вход ТС, генератор прямоугольных импульсов и частотомер подключаются к коммутатору импульсов таким образом, чтобы импульсы с генератора по разрешающему сигналу поверителя (синхроимпульсу) начинали поступать на импульсный вход ТС и счетный вход частотомера. При отсутствии коммутатора импульсов допускается использовать другие приспособления или устройства при соблюдении указанного требования. На вход ТС, предназначенный для подключения ПТ, подключается магазин сопротивлений.

С учетом давлений для подающего и обратного трубопроводов, установленных в ТС, и температуры теплоносителя по таблицам ГСССД 98-86 «Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...800 °С и давлениях 0,001...1000 МПа» определяется энтальпия в подающем (1) и обратном (2) трубопроводах.

Перед каждым измерением в поверочной точке производится сброс показаний частотомера и регистрация начального значения W_n [ГДж (Гкал)] по показаниям индикатора ТС в режиме индикации количества тепловой энергии и с персонального компьютера, подключаемого к ТС по RS-выходу.

После окончания процесса подачи импульсов регистрируется конечное значение W_k [ГДж (Гкал)] на индикаторе ТС (и ПК) и число импульсов N , измеренное счетчиком импульсов СЧИ. Показания индикатора ТС фиксируются по истечении 1,5 мин после окончания набора количества импульсов в данной поверочной точке.

Измеренное значение количества тепловой энергии рассчитывается по разности показаний ТС:

$$W_{ni} = W_{ki} - W_{ni} \quad , \text{ ГДж (Гкал) } ,$$

где: W_{ni} – измеренное количество тепловой энергии в i -той поверочной точке, ГДж (Гкал)

W_{ni} – начальное значение показаний ТС в i -той поверочной точке, ГДж (Гкал);

W_{ki} – конечное значение показаний ТС в i -той поверочной точке, ГДж (Гкал).

Измеренное значение тепловой мощности определяется по формуле:

$$E_{ni} = W_{ni} / T_{сч} \quad , \text{ ГДж/ч (Гкал/ч) } ,$$

где: E_{ni} – измеренное значение тепловой мощности в i -той поверочной точке ГДж/ч (Гкал/ч);

$T_{сч}$ – время счета импульсов W_{ni} в i -той поверочной точке, ч.

Действительное значение количества тепловой энергии для тех же значений параметров теплоносителя определяется по формуле:

$$W_{oi} = (h_i - h_{хв}) \cdot \rho \cdot \frac{N_i}{K_p} \quad , \text{ ГДж (Гкал) } ,$$

где: W_{oi} - действительное значение количества тепловой энергии в i -той поверочной точке, ГДж (Гкал);

h_i – энтальпия в трубопроводе в i -той поверочной точке, ГДж/кг (Гкал/кг);

$h_{хв}$ – энтальпия воды в источнике холодного водоснабжения ГДж/кг (Гкал/кг);

K_p – константа преобразования импульсного входа расхода, имп/л;

N_i – количество импульсов, насчитанное частотомером в i -той поверочной точке;

ρ – плотность теплоносителя, кг/л.

Действительное значение тепловой мощности определяется по формуле:

$$E_{oi} = W_{oi} / T_{сч} \quad , \text{ ГДж/ч (Гкал/ч) } ,$$

где E_{oi} – действительное значение тепловой мощности в i -той поверочной точке, ГДж/ч (Гкал/ч).

Погрешность ТС при определении количества тепловой энергии рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{тс wi} = \frac{W_{ni} - W_{oi}}{W_{oi}} \cdot 100 \quad , \quad \% \quad ,$$

где $\sigma_{тс wi}$ - погрешность ТС в i -той поверочной точке, %.

Погрешность ТС при измерении тепловой мощности рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{тс ei} = \frac{E_{ni} - E_{oi}}{E_{oi}} \cdot 100 \quad , \quad \% \quad ,$$

где $\sigma_{тс ei}$ - погрешность ТС в i -той поверочной точке, %.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности не превышает $\pm 0,5 \%$, а разность относительных погрешностей измерения в каждой из поверочных точек не превышает по абсолютной величине $0,1 \%$.

По результатам поверки делается отметка в протоколе (приложения 2).

8.6.1. При положительных результатах поверок по п.п.8.4, 8.5. ТС считается прошедшим поверку с погрешностью:

а) при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности в подающем и обратном трубопроводах:

при погрешности измерения расхода не более $\pm 2,0 \%$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{TC}} &= \pm 3,0 \% & t > 90 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 3,5 \% & 40 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 90 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 4,5 \% & 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq t \leq 40 \text{ }^\circ\text{C},\end{aligned}$$

при погрешности измерения расхода не более $\pm 1,0 \%$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{TC}} &= \pm 2,0 \% & t > 90 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 2,5 \% & 40 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 90 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 3,0 \% & 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq t \leq 40 \text{ }^\circ\text{C},\end{aligned}$$

б) при измерении количества потребляемой тепловой энергии и тепловой мощности:

- для закрытой системы теплоснабжения

при погрешности измерения расхода не более $\pm 2,0 \%$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{TC}} &= \pm 2,5 \% & t > 20 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 3,0 \% & 10 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 20 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 4,0 \% & 3 \text{ }^\circ\text{C} \leq t \leq 10 \text{ }^\circ\text{C},\end{aligned}$$

при погрешности измерения расхода не более $\pm 1,0 \%$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{TC}} &= \pm 1,5 \% & t > 20 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 2,0 \% & 10 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 20 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 3,0 \% & 3 \text{ }^\circ\text{C} \leq t \leq 10 \text{ }^\circ\text{C},\end{aligned}$$

- для открытой системы теплоснабжения

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{TC}} &= \pm 4,0 \% & t > 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 5,0 \% & 10 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ \sigma_{\text{TC}} &= \pm 6,0 \% & 3 \text{ }^\circ\text{C} \leq t \leq 10 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Расчет погрешностей ТС выполняется в соответствии с рекомендациями МИ2164.

8.7. Определение погрешности при измерении давления.

8.7.1. Определение погрешности ТС при измерении давления теплоносителя методом непосредственного сличения выполняется следующим образом. ПД поверяемого канала измерения давления помещается в калибратор давления, диапазон задаваемых давлений которого должен обеспечивать установку давления в рабочем диапазоне ТС. Поверка выполняется при давлениях $0,1 \cdot P_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot P_{\text{наиб}}$, $0,9 \cdot P_{\text{наиб}}$, где $P_{\text{наиб}}$ – максимальное значение измеряемого давления, указанное в паспорте регистратора. Регистратор давления устанавливается в режим индикации давления по данному каналу (в том числе по RS выходу). После установки необходимого давления с калибратора считывается действительное значение давления P_0 , а с регистратора измеренное – $P_{\text{и}}$. В каждой поверочной точке снимается по три значения $P_{\text{и}}$ и определяется среднее арифметическое:

$$P_{\text{усрi}} = \frac{P_{\text{и1i}} + P_{\text{и2i}} + P_{\text{и3i}}}{3}, \text{ МПа},$$

3

где: $P_{иi1}$, $P_{иi2}$, $P_{иi3}$ – измеренные значения давления в i -той поверочной точке, МПа;
 $P_{исри}$ – среднее значение давления в i -той поверочной точке, МПа.

Определение погрешности ТС при измерении давления теплоносителя производится по формуле:

$$\sigma_{тсри} = \frac{P_{исри} - P_{oi}}{P_{наиб}} \cdot 100, \%$$

где: $\sigma_{тсри}$ – погрешность в i -той поверочной точке при измерении давления теплоносителя в трубопроводе, % ;

$P_{исри}$ – среднее значение измеренного давления в i -той поверочной точке, МПа;

P_{oi} – действительное значение давления в i -той поверочной точке, МПа.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность ТС при измерении давления не превышает $\pm 1,5$ %.

8.7.2. При поэлементной поверке преобразователи давления подвергаются поверке в соответствии с НТД на них. Погрешность измерения давления ПД при этом не должна превышать $\pm 1,2$ %.

Для поверки регистратора токового универсального к входу регистратора вместо ПД подключается источник тока. Поверка регистратора ведется поканально.

Определение погрешности измерения токового регистратора производится при значениях тока 5,6; 12 и 18,4 мА, соответствующих давлениям $0,1 \cdot P_{наиб}$, $0,5 \cdot P_{наиб}$, $0,9 \cdot P_{наиб}$. В качестве источника тока может использоваться внутренний источник питания регистратора соответствующего преобразователя давления. При этом устанавливаемое значение тока контролируется с помощью калиброванного сопротивления и цифрового вольтметра.

Регистратор устанавливается в режим индикации давления. В соответствии с установленным током определяется действительное значение давления P_o . С регистратора считывается измеренное - $P_{иi}$. В каждой поверочной точке снимается по три значения $P_{иi}$ и определяется среднее арифметическое

$$P_{исри} = \frac{P_{иi1} + P_{иi2} + P_{иi3}}{3}, \text{ МПа},$$

Определение погрешности при измерении давления теплоносителя производится по формуле:

$$\sigma_{тсри} = \frac{P_{исри} - P_{oi}}{P_{наиб}} \cdot 100, \%$$

где $\sigma_{тсри}$ - погрешность в i -той поверочной точке при измерении давления теплоносителя в трубопроводе, %.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность регистратора токового не превышает $\pm 0,5$ % во всех поверочных точках.

В протоколе (приложение 2) делается отметка о соответствии.

8.8. Определение погрешности ТС при измерении времени наработки и времени останова (погрешность часов ТС).

Погрешность определяется сравнением показаний образцового секундомера и показаний ТС в режиме индикации времени работы / времени останова и текущего времени. Для этого к ТС подключается ПК и на экран ПК выводятся показания часов ТС (в формате чч-мм-сс) и таймера времени работы ТС и времени останова (в формате мин/мин). ТС устанавливается в штатный режим работы. В момент смены значения единиц секунд в показаниях часов ТС (индицируемых на ПК) запускается образцовый секундомер и фиксируется время начала отсчета $T_{чн}$. По показаниям таймера времени работы ТС (далее таймера) фиксируется суммарное время до начала поверки $T_{сумн}$ - как сумма времени работы и времени останова. По истечении 1000 с ТС переводится в режим останова (отключением ПР или ТСП). По истечении не менее 2000 с (34 минуты), в момент смены значения единиц секунд в показаниях часов ТС устанавливается образцовый секундомер и по часам ТС (на ПК) фиксируется время окончания отсчета времени $T_{чк}$. По показаниям таймера фиксируется суммарное время на момент окончания поверки $T_{сумк}$. Измеренное ТС общее время работы (по часам) $T_{чи}$ и суммарное время работы и времени останова (по таймеру) $T_{суми}$ определяется по формулам:

$$T_{чи} = T_{чк} - T_{чн}, \text{ с};$$

$$T_{суми} = T_{сумк} - T_{сумн}, \text{ мин.}$$

Погрешность измерения времени работы ТС вычисляется по формуле:

$$\sigma_{ТСТ} = \frac{T_{чи} - T_0}{T_0} \cdot 100, \%,$$

где: $\sigma_{ТСТ}$ – погрешность измерения часов ТС, %;

$T_{чи}$ – интервал времени, измеренный часами ТС, с;

T_0 – интервал времени, измеренный образцовым секундомером, с.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерения времени (часов ТС) $\sigma_{ТСТ}$ не превышает $\pm 0,1 \%$, а измеренное значение интервала времени работы (времени останова) $T_{суми}$ не должно отличаться от интервала T_0 более, чем на две минуты.

Допускается заменять указанную выше методику измерением периода следования импульсов часового генератора ТС. Измерение выполняется в контрольной точке с обозначением RTC (XJ2 на принципиальной схеме) на плате ТС. Период должен иметь значение $1 \pm 0,001$ с.

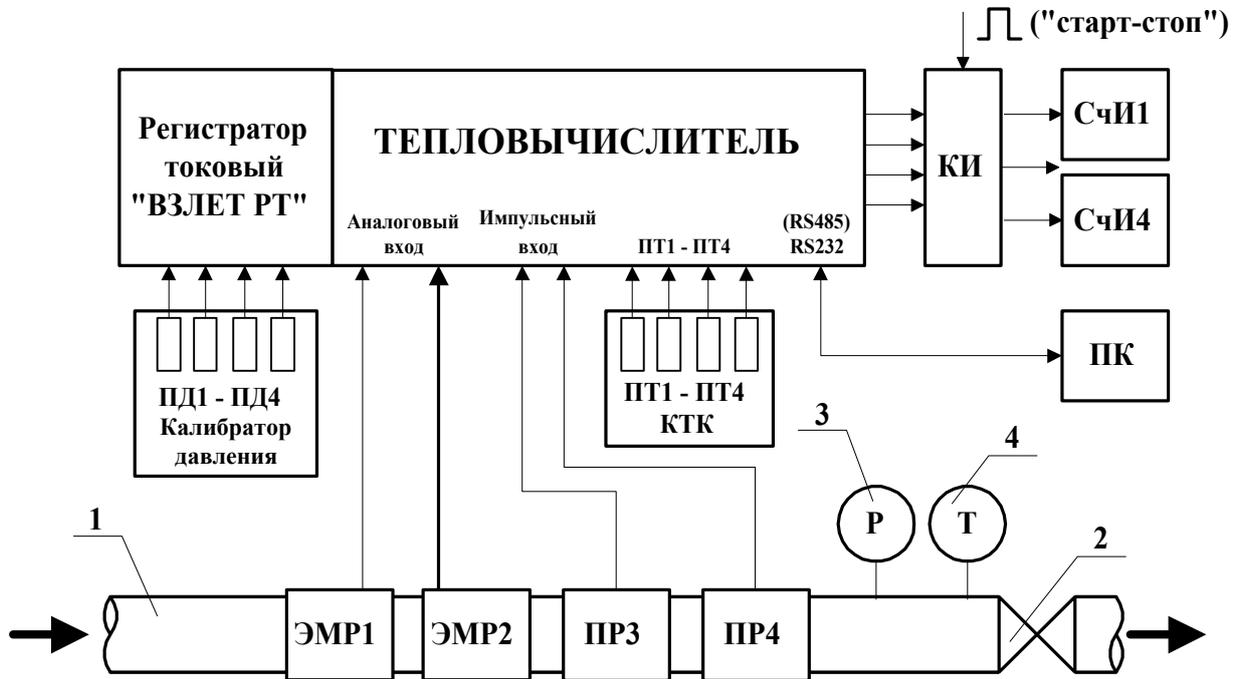
В протоколе (приложение 2) делается отметка о соответствии.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1. При положительных результатах поверки в протоколе (приложение 2) делается отметка о годности к эксплуатации, оформляется свидетельство о поверке или делается отметка в паспорте теплосчетчика, удостоверенные поверительным клеймом и подписью поверителя.

9.2. При отрицательных результатах поверки хотя бы одного из функциональных блоков теплосчетчика производится погашение поверительного клейма в свидетельстве или паспорте ТС и выдается извещение о непригодности с указанием причин. В этом случае теплосчетчик после ремонта подвергается повторной первичной поверке.

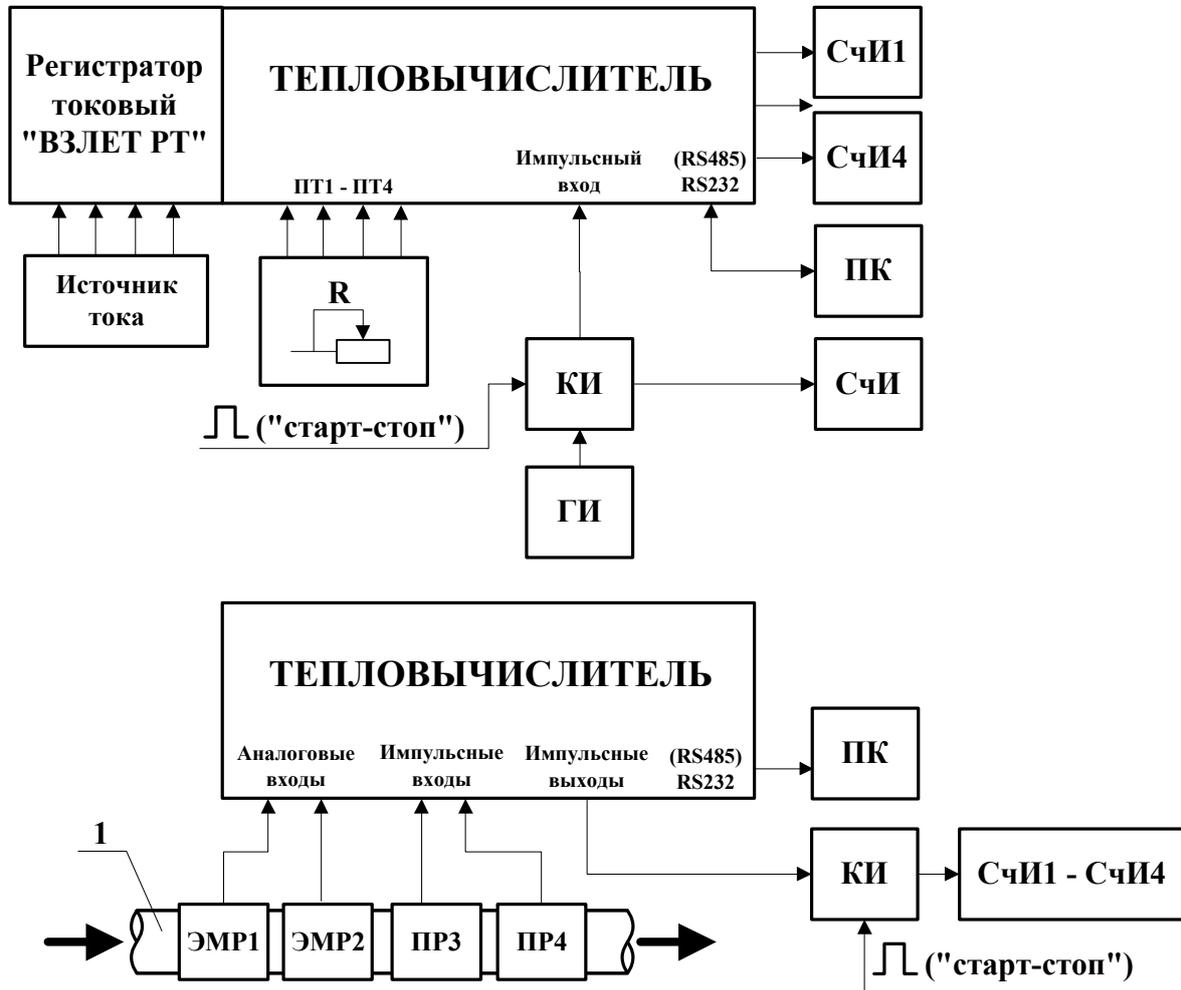
ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(рекомендуемое)



- - для подающего трубопровода;
 ————— - для обратного трубопровода;
 1 - трубопровод поверочной установки;
 2 - регулирующий вентиль;
 3 - контрольный манометр;
 4 - термометр;
 ЭМР1, 2 - электромагнитные расходомеры подающего (1) и обратного (2) трубопроводов;
 ПТ1-ПТ4 - преобразователи температуры;
 КТК - преобразователи температуры;
 СчИ1-СчИ4 - компактный температурный калибратор;
 КИ - счетчики импульсов;
 ПД1-ПД4 - коммутатор импульсов;
 ПК - преобразователи давления;
 ПР - персональный компьютер;
 - преобразователи расхода с импульсным выходным сигналом.

Рис. 1. Схема подключения ТС при поверке методом непосредственного сличения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (рекомендуемое)



- 1 - трубопровод поверочной установки;
 ПТ1-ПТ4 - преобразователи температуры;
 R - магазин сопротивления;
 ГИ - генератор импульсов;
 СчИ - счетчик импульсов;
 СчИ1-СчИ4 - счетчики импульсов;
 КИ - коммутатор импульсов;
 ПК - персональный компьютер;
 ПР - преобразователи расхода с импульсным выходным сигналом.

Рис. 2 Схема подключения ТС
при поэлементной поверке.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(рекомендуемое)

Протокол поверки ТС МТ 200DS/_____

Заводской номер _____ Год выпуска _____

Вид поверки _____

Наименование операций	Пункт документа по поверке	Отметка о соответствии	Примеч.
1. Внешний осмотр.	8.1		
2. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания.	8.2		
3. Опробование.	8.3		
4. Определение погрешности ТС при измерении объема (массы) и среднего объемного (массового) расхода теплоносителя.	8.4		
5. Определение погрешности ТС при измерении температуры теплоносителя и разности температур теплоносителя.	8.5		
6. Определение погрешности ТС при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности.	8.6		
7. Определение погрешности ТС при измерении времени наработки и времени останова (погрешность часов ТС).	8.8		

ТС признан _____ к эксплуатации
(годен, не годен)

Дата поверки " ____ " _____ 19 ____ г.

Поверитель _____ / _____ /
(подпись) (Ф.И.О.)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(рекомендуемое)**Режимы поканальной поверки при определении погрешности
измерения количества тепловой энергии, тепловой мощности**

Таблица 1

Поверочная точка	Минимальное необходимое количество импульсов, (объем, м³)	Температура теплоносителя, °С	Примечания
1	4000 (40)	30 ± 1	Для заданных значений температур и давлений, определяются значения энтальпии
2	4000 (40)	70 ± 3	
3	4000 (40)	130 ± 5	