



ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ И СЧЕТЧИКИ ВОДЫ СКМ-2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МРБ МП. 2057-2012

(взамен МРБ МП. 2057-2010)

МИНСК 2012 г.



Настоящая методика распространяется на теплосчетчики и счетчики воды СКМ-2 (далее по тексту счетчики), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки в области законодательной метрологии. Межповерочный интервал - не более 48 месяцев при выпуске из производства и не более 24 месяцев при эксплуатации (при применении в сфере законодательной метрологии).

В настоящей методике применяют следующие обозначения и сокращения:

- ТВ - Вычислитель
- ДП - датчик потока
- ДТ - датчик температуры
- ИВ - измерительная вставка.
- УД - ультразвуковые датчики.
- ЭБ - электронный блок

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование	5.2	Да	Да
Испытание на герметичность	5.3	Да	Да
Определение геометрических размеров измерительной вставки ДП	5.4	Да	Да
Определение метрологических характеристик	5.5	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки, метрологические и (или) основные технические характеристики
Внешний осмотр	5.1	—
Опробование	5.2	<p>1. Установка для поверки счетчиков воды. Относительная погрешность измерения расхода $\pm 0,33\%$ в диапазоне от 0,03 до 500 м³/ч</p> <p>2. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01\%$.</p> <p>2. Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737 – 79. Класс 0,02/2·10⁻⁶.</p> <p>4. Генератор импульсов Г5-75 3.269.092 ТУ. Погрешность установки периода следования импульсов не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3}T$, где T – установленный период повторения, с. Период повторения импульсов от 0,1 мкс до 9,99 с.</p> <p>5. Имитатор расхода ИП1. Период повторения импульсов от 100 мкс до 1мс</p> <p>6. Ампервольтметр М2036, Класс 0,2. Диапазон измерения 0,02 А.</p> <p>7. Блок питания Б5-20. Погрешность 0,03%. +а, диапазон 5 – 12 В.</p>

КОПИЯ ВЕРНА

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки, метрологические и (или) основные технические характеристики
Испытание на герметичность	5.3	Манометр МТ. Класс 1,5. Диапазон измерения 0 – 4,0 МПа.
Определение геометрических размеров измерительной вставки ДП	5.4	1. Рулетка Р5Н 3, погрешность $\pm [0,40 + 0,20(L-1)]$ мм 2. Штангенглубиномер ШГ – 160, погрешность $\pm 0,1$ мм, диапазон (0 – 160) мм 3. Угломер, тип 2, погрешность $\pm 2'$, диапазон (0-180°) 4. Микрометрический нутромер НМ 1250, погрешность $\pm 0,02$ мм, диапазон (150 – 1250) мм 5. Образцы шероховатости поверхности, $R_z \leq 1600$ мкм
Определение погрешности датчика потока с использованием поверочной установки	5.5.1	1. Установка для поверки счетчиков воды. Относительная погрешность измерения расхода $\pm 0,33$ % в диапазоне от 0,03 до 500 м ³ /ч 2. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01$ %. 3. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк +а, диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Определение погрешности датчика потока с использованием имитатора расхода	5.5.2	1. Частотомер ЧЗ – 63 ДЛИ2.721.007 ТУ. Относительная погрешность измерения периода, %, $\delta = \pm \left[\delta_0 + \frac{T_{\text{такт}}}{(n \cdot T_{\text{изм}})} \right]$, где δ_0 – относительная погрешность по частоте внутреннего опорного генератора, %, n – число усредняемых периодов, $T_{\text{такт}}$ – период тактовой частоты, с, $T_{\text{изм}}$ – измеряемый период, с. 2. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01$ %. 3. Имитатор расхода ИР1. Период повторения импульсов от 100 мкс до 1мс 4. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк +а, диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Определение погрешности вычислителя, измерения температуры, измерения давления	5.5.3 5.5.4 5.5.5 5.5.6	1. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01$ %. 3. Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737 – 79. Класс 0,02/2•10 ⁻⁶ . 3. Генератор импульсов Г5-75 3.269.092 ТУ. Погрешность установки периода следования импульсов не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3} T$, где T – установленный период повторения, с. Период повторения импульсов от 0,1 мкс до 9,99 с. 4. Ампервольтметр М2018. Класс 0,2, диапазон измерения 0,02 А. 5. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк +а, диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Проверка электрического сопротивления изоляции	6	Мегаомметр Ф4102/1-1М, Класс 1,5, диапазон 0 – 1000 МОм
Оформление результатов поверки	7	—
Примечание - возможно применение средств поверки, не приведенных в документе, печатающих определение метрологических характеристик поверяемых средств поверки с требуемой точностью.		



3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в Руководстве по эксплуатации.

3.2 Все работы по эксплуатации и поверке счетчиков должны проводиться с соблюдением требований «Межотраслевых правил по охране труда при работе в электроустановках», ТКП 181-2009 «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей».

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки, должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С - от 15 до 25;
- температура измеряемой среды, °С - от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % - не более 93;
- атмосферное давление, кПа - не более 106;
- напряжение питания сети переменного тока, В - от 195 до 253;
- частота сети переменного тока, Гц - 50 ± 1 ;
- внешние магнитные и электрические поля напряженностью свыше 40 А/м отсутствуют.
- длины прямых участков трубопроводов до и после датчиков потока должны быть не менее указанных в таблице 3:

Таблица 3.

Тип датчика потока и диаметр		Требования к прямым участкам	
		До датчика	После датчика
ЭСДМ-01 Кл. 1	DN, от 20 до 150 мм	не менее 5 DN	не менее 3 DN
ЭСДМ-01 Кл. 2		не менее 3 DN	не менее 1 DN
ЭСДУ-01 Кл. 2	DN, 25 мм	не менее 3 DN	отсутствуют
ЭСДУ-01 Кл. 3	DN, 32 мм	не менее 5 DN	не менее 3 DN
	DN, от 50 до 150 мм		

4.2 Если фактическая погрешность по результатам поверки превысит максимально допустимую погрешность, то необходимо повторить операцию еще два раза. Результаты поверки считаются положительными, если:

- среднearифметическое значение трех результатов и по крайней мере результаты двух измерений не превышают максимально допустимую погрешность.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- включить средства поверки и поверяемые средства измерений на время, указанное в их эксплуатационной документации;
- проверить наличие документов о поверке используемых средств поверки.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие счетчиков следующим требованиям:

- все надписи должны быть четкими и ясными;
- счетчик не должен иметь внешних повреждений;
- счетчик должен быть очищен от пыли и грязи;
- комплектность и маркировка счетчика должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

5.1.2 Счетчики, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

5.2 Опробование

5.2.1 Опробование датчика потока с использованием поверочной установки

5.2.1.1 Установить датчик потока в измерительный участок поверочной установки



- 5.2.1.2 Собрать схему, указанную на рисунке Б.1 **Приложения Б**.
- 5.2.1.3 Включить поверочную установку и обеспечить расход воды через нее.
- 5.2.1.4 Подать напряжение питания на датчик потока.
- 5.2.1.5 Датчик потока считают прошедшим опробование, если светодиод зеленого цвета, расположенный под монтажной крышкой электронного блока, мигает, а светодиод красного цвета не светится.
- 5.2.1.6 Допускается совмещать опробование датчиков потока с операциями его поверки.

5.2.2 Опробование датчика потока с использованием имитатора расхода

- 5.2.2.1 Отключить от электронного блока кабели, соединяющие его с ультразвуковыми датчиками, установленными в измерительной вставке датчика потока.
- 5.2.2.2 Собрать схему, указанную на рисунке В.1 **Приложения В**.
- 5.2.2.3 Подать напряжение питания на имитатор расхода, частотомеры и электронный блок датчика потока.
- 5.2.2.4 Переключатель П1 имитатора расхода установить в положение в соответствии с таблицей Д.1 **Приложения Д**.
- 5.2.2.5 Переключатель П2 установить в положение, отличное от "00".
- 5.2.2.6 Датчик потока считают прошедшим опробование, если на индикаторе частотомера Ч2 наблюдается значение частоты, отличное от нуля.
- 5.2.2.7 Допускается совмещать опробование датчиков потока с операциями его поверки.

5.2.3 Опробование вычислителя

- 5.2.3.1 Собрать схему, указанную на рисунке Г.1 **Приложения Г**.
- 5.2.3.2 Включить вычислитель и средства измерений, используемые при поверке.
- 5.2.3.3 Установить вес импульса для всех каналов измерения потока вычислителя, равный 100 л/имп.
- 5.2.3.4 Установить номинальную статическую характеристику всех датчиков температуры Pt 500.
- 5.2.3.5 Запрограммировать в вычислителе по всем каналам измерения давления диапазон входного тока 0 -20 мА и максимальное значение давления, равное 1,6 МПа.
- 5.2.3.6 Подать на входы измерительных каналов давления постоянный ток, пропорциональный давлению 1,6 МПа. Допускается для вычисления энталпии использовать программируемые значения давлений.
- 5.2.3.7 Установить на генераторе G период повторения импульсов 16 мс $\pm 10\%$, амплитуду $3 \pm 0,3$ В, скважность от 10 до 80 %.
- 5.2.3.8 Переключатель К1 и К2 установить в замкнутое положение.
- 5.2.3.9 На магазинах сопротивления установить значение сопротивления, равное 654,50 Ом.
- 5.2.3.10 Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока вычислителя последовательность импульсов с параметрами, указанными в п. 5.2.3.7.
- 5.2.3.11 Вычислитель считают прошедшим опробование, если показания индикации мгновенных параметров отличны от нуля, а показания интегральных параметров изменяются в сторону увеличения их значений.
- 5.2.3.12 Допускается совмещать опробование вычислителя с операциями его поверки.

5.3 Испытания на герметичность

- 5.3.1 Испытания на герметичность проводятся при выпуске из производства или после ремонта, который может повлиять на герметичность датчика потока.
- 5.3.2 В измерительной вставке датчика потока создают давление, равное 2,5 МПа.
- 5.3.3 Результаты испытаний считают удовлетворительными, если в течение 15 минут в местах соединений и на корпусе отсутствуют признаки видимой течи.

5.4 Определение геометрических размеров измерительной вставки ДП

- 5.4.1. Определение геометрических размеров измерительной вставки производится для ультразвуковых датчиков потока с диаметром условного прохода равным либо большим 200 мм.
- 5.4.2. С помощью микрометрического нутромера произвести измерение внутреннего диаметра измерительной вставки ДП $D_{внi}$ (мм) не менее, чем в восьми точках, равномерно расположенных по всему диаметру в зоне измерения согласно **Приложению 9**.



5.4.3. Рассчитать среднее значение внутреннего диаметра измерительной вставки ДП $D_{вн}(м)$.

5.4.4. С помощью угломера произвести измерение углов наклона α_i и β_i ультразвуковых датчиков к внешней поверхности измерительной вставки ДП не менее трех раз для каждого датчика согласно **Приложения Л**.

5.4.5. Рассчитать среднее значение угла наклона ультразвуковых датчиков по формуле:

$$\alpha = \frac{1}{2n} \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i + \sum_{i=1}^n \beta_i \right) \quad (1)$$

где $n = 3$;

5.4.6. Извлечь УД из патрубков измерительной вставки датчика потока. С помощью рулетки, пропущенной через внутреннюю полость измерительной вставки, произвести измерение расстояния L_i (м) между торцевыми поверхностями патрубков для установки ультразвуковых датчиков не менее, чем в четырех точках равномерно расположенных по окружности патрубка согласно **Приложения Л**.

5.4.7. Рассчитать среднее значение расстояния между торцевыми поверхностями патрубков L (м).

5.4.8. С помощью глубиномера штангенциркуля произвести измерение длины $L_{d1}(м)$ и $L_{d2}(м)$ рабочих частей ультразвуковых датчиков не менее, чем в четырех точках, равномерно расположенных по периметру рабочей части датчика.

5.4.9. При наличии уплотнительных прокладок с помощью штангенциркуля измерить их толщину и вычесть полученные значения из длины $L_{d1}(м)$ и $L_{d2}(м)$.

5.4.10. Рассчитать среднее значение длины каждого ультразвукового датчика L_d (м).

5.4.11. С помощью образцов шероховатости определить шероховатость Rz (мкм) внутренней поверхности измерительной вставки ДП. Шероховатость поверхности не должна превышать значений $Rz \leq 1600$ мкм.

5.4.12. Результаты измерений занести в протокол **Приложения М**.

5.4.13. По результатам измерений рассчитать коэффициент масштабирования по формуле, $м^3$:

$$K_u = 450 \cdot \pi \cdot |\operatorname{tg} \alpha| \cdot D_{вн} \cdot (L - L_{d1} - L_{d2})^2 \quad (2)$$

5.5 Определение метрологических характеристик

5.5.1. Определение погрешности коэффициента масштабирования

5.5.1.1. Определение коэффициента масштабирования производится для ультразвуковых датчиков потока с диаметром условного прохода равным либо большим 200 мм.

5.5.1.2. Погрешность коэффициента масштабирования δ_{K_u} , % рассчитать по формуле:

$$\delta_{K_u} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\alpha}^2 + \delta_{D_{вн}}^2 + 2 \cdot \delta_{L_i}^2} \quad (3)$$

где δ_{α} - относительная погрешность измерения угла наклона ультразвуковых датчиков к внешней поверхности измерительной вставки ДП, %;

$\delta_{D_{вн}}$ - относительная погрешность измерения внутреннего диаметра датчика потока, %;

δ_{L_i} - относительная погрешность измерения расстояния между излучающими плоскостями ультразвуковых датчиков измерительной вставки ДП, %;

$$\delta_{L_i} = \frac{\Delta_L + 2 \cdot \Delta_{L_d} + 0,5 \cdot 10^{-3}}{L - L_{d1} - L_{d2}} \cdot 100, \quad (4)$$

где Δ_L - абсолютная погрешность средства измерения расстояния между торцевыми поверхностями патрубков для установки ультразвуковых датчиков, м;

Δ_{L_d} - абсолютная погрешность средства измерения длины рабочих частей ультразвуковых датчиков, м;

0,5 - погрешность отчета показаний средства измерения расстояния между торцевыми поверхностями патрубков, мм;

L - расстояние между торцевыми поверхностями патрубков, м;

L_{d1} - длина рабочей части первого ультразвукового датчика, м;



$L_{\text{д2}}$ - длина рабочей части второго ультразвукового датчика, м;

5.5.1.3. Результаты расчетов считают положительными, если относительная погрешность коэффициента масштабирования $\delta_{\text{км}}$ не превышает значения $\pm 0,65 \%$.

5.5.2. Определение погрешности датчиков потока с использованием поверочной установки

5.5.2.1. Поверку датчика потока следует проводить для каждого из следующих диапазонов значений расхода:

$$\begin{aligned} 0,9q_p &\leq q \leq 1,1q_p \\ 0,1q_p &\leq q \leq 0,11q_p \\ 0,9q_p &\leq q \leq 1,0q_p \end{aligned}$$

5.5.2.2. Выполнить требования по пунктам 5.2.1.1 5.2.1.4.

5.5.2.3. Установить через датчик потока расход воды в соответствии с пунктом 5.5.2.1.

5.5.2.4. Произвести измерения объема, прошедшего через датчик потока.

5.5.2.5. Минимальное количество импульсов N_i , измеренное частотомером Ч2 и пропорциональное прошедшему через датчик потока объему, должно быть не менее значения, указанного в **таблице 4**.

Таблица 4

Класс точности датчика потока	Количество импульсов, N_i , ед.
1	$400 + 600 q / q_p$
2 и 3	$200 + 300 q / q_p$

5.5.2.6. Относительную погрешность измерения объема $\delta_{\text{дл}}$, %, рассчитать по формуле:

$$\delta_{\text{дл}} = \frac{V_i - V_o}{V_o} \cdot 100, \quad (5)$$

где V_i - объем, измеренный поверяемым средством измерения, л;

V_o - объем, измеренный эталонным СИ, л.

$$V_i = N_i \cdot I_v \quad (6)$$

где N_i - количество импульсов, измеренное счетчиком импульсов, подключенным к поверяемому СИ, имп;

I_v - вес импульса согласно **приложения Е**, л/имп;

5.5.2.7. Датчик потока считают выдержавшим испытание, если основная относительная погрешность измерения объема не превышает значений, указанных в **таблице 5**:

Таблица 5

Обозначение датчика потока	Класс точности по СТБ ЕН 1434-1 (СТБ ГОСТ Р 51649)	Диапазон измерения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
ЭСДМ-01	1	$0,04 q_p \leq q \leq q_p$	± 1
		$q \leq q < 0,04 q_p$	$\pm(1 + 0,01 q_p / q)$, но не более 5 %
ЭСДМ-01 ЭСДУ -01	2	$0,04 q_p \leq q \leq q_p$	± 2
		$q \leq q < 0,04 q_p$	$\pm(2 + 0,02 q_p / q)$, но не более 5 %
	3	$0,04 q_p \leq q \leq q_p$	± 3
		$q \leq q < 0,04 q_p$	$\pm(3 + 0,03 q_p / q)$, но не более 5 %

5.5.2.8. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложение Ж**.



5.5.3. Определение погрешности датчиков потока с использованием имитатора расхода

5.5.3.1. На поверку представляют ультразвуковые датчики потока диаметром условного прохода равным, либо большим 200 мм.

5.5.3.2. Выполнить требования по пунктам 5.2.2.1 5.2.2.5.

5.5.3.3. На имитаторе расхода ИП1 кнопку Т1 установить в нижнее положение, при этом кнопки, Т4 и Т5 должны быть в верхнем положении (**приложение В**).

5.5.3.4. Кнопки Т2 и Т3 на имитаторе расхода установить в положение, при котором на индикаторе частотомера Ч2 наблюдаются нулевые показания.

5.5.3.5. Рассчитать частоту f , Гц, пропорциональную расходу, указанному в п. 5.5.2.1

$$f = \frac{q}{3,6q \cdot l_v} \quad (7)$$

5.5.3.6. Переключатель П1 имитатора расхода установить в положение в соответствии с таблицей Д.1 **Приложения Д**.

5.5.3.7. Переключатель П2 установить в положение, при котором частота, фиксируемая частотомером Ч2 равна частоте, рассчитанной по п. 5.5.3.5.

5.5.3.8. Перевести частотомер Ч2 в режим счета импульсов.

5.5.3.9. Одновременно включить в режим измерения частотомер Ч2 и секундомер.

5.5.3.10. По прошествии времени T_n не менее 240 с и накоплении частотомером Ч2 количества импульсов N_n , указанного в **таблице 6**, одновременно остановить частотомер Ч2 и секундомер.

Таблица 6

Класс точности датчика потока	Количество импульсов, N_n , ед.
2 и 3	$200 + 300 q / q_n$

5.5.3.11. Записать количество импульсов N_n , накопленное частотомером Ч2 за время измерения T_n .

5.5.3.12. На имитаторе расхода кнопку Т4 нажать, кнопку Т5 отжать (**приложение В**).

5.5.3.13. Частотомер Ч1 перевести в режим измерения периода.

5.5.3.14. Произвести не менее трех раз измерение периода t_i^+ , с.

5.5.3.15. На имитаторе расхода кнопку Т5 нажать, а кнопку Т4 отжать.

5.5.3.16. Произвести не менее трех раз измерение периода t_i^- , с.

5.5.3.17. Среднее значение периодов t_{cp}^+ , с и t_{cp}^- , с, рассчитать по формулам

$$t_{cp}^+ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i^+, \quad (8)$$

$$t_{cp}^- = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i^-, \quad (9)$$

где $n = 3$;

5.5.3.18. Относительную погрешность измерения объема $\delta_{ДПМ}$, %, рассчитать по формуле:

$$\delta_{ДПМ} = \frac{V_i - V_0}{V_0} \cdot 100 + \delta_{K_{Mn}} \quad (10)$$

где $\delta_{K_{Mn}}$ - погрешность коэффициента масштабирования согласно п. 5.5.1, %.

V_i - объем, измеренный поверяемым средством измерения (формула 6), л;

V_0 - объем, измеренный эталонным СИ, л.

$$V_0 = \frac{K_M \cdot K_p \cdot T_i}{3,6} \cdot \left(\frac{1}{t_{cp}^+} - \frac{1}{t_{cp}^-} \right) \quad (11)$$

где K_M - коэффициент масштабирования, рассчитанный в соответствии с п. 5.4, м³;

K_p - коэффициент коррекции расхода, приведенный для диаметра, шероховатости и скорости потока измерительной вставки ДР (**приложение А**);



5.5.3.19. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения объема датчиком потока $\delta_{длм}$, %, не превышает значений, приведенных в таблице 5.

5.5.3.20. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Ж.

5.5.4. Определение погрешности измерения тепловой энергии вычислителем

5.5.4.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 ... 5.2.3.7.

5.5.4.2. Запрограммировать вычислитель для исполнения **U1 (A3, A4, A5)** первой измерительной системы и исполнения **U1** второй измерительной системы.

5.5.4.3. Переключатель K1 и K2 установить в замкнутое положение.

5.5.4.4. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	R2, R4, R5 Ом	$K_{ЕЮ} \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³
1	53	602,75	50	597,00	1237,511
2	70	635,40	50	597,00	8179,454
3	150	786,65	5	509,75	56015,913

5.5.4.5. Обнулить показания частотомера F.

5.5.4.6. Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока не менее 10000 импульсов, количество поданных импульсов контролировать частотомером F.

5.5.4.7. Накопленное вычислителем значение тепловой энергии E1 для первой измерительной системы и E2 для второй измерительной системы определить по показаниям индикатора.

5.5.4.8. Погрешность вычислителя $\delta_{Ес}$, %, рассчитать по формуле:

$$\delta_{Ес} = \frac{E_i - E_{Ю}}{E_{Ю}} \cdot 100 \quad (12)$$

где E_i - накопленное вычислителем значение тепловой энергии, ГДж;
 $E_{Ю}$ - расчетное значение тепловой энергии, ГДж;

$$E_{Ю} = K_{ЕЮ} \cdot V \quad (13)$$

где $K_{ЕЮ}$ - коэффициент теплосодержания, ГДж/м³, рассчитанный по формуле таблицы К.2;

V - объем, измеренный поверяемым средством измерения, м³;
 i - принимает значение от 1 до 2;

$$V = N \cdot i \cdot 10^{-3} \quad (14)$$

N - количество импульсов, поданных от генератора на измерительные каналы потока вычислителя;

i - вес импульса согласно пункта 5.2.3.3, л/имп;

Примечание: Значения физических величин, применяемых при расчетах тепловой энергии, а также расчет коэффициентов теплосодержания представлены в приложении К.

5.5.4.9. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения тепловой энергии вычислителем $\delta_{Ес}$, %, не превышает значений, рассчитанных по формуле:

$$\delta_{Ес} = \pm (0,5 + \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta) \quad (15)$$

5.5.4.10. Запрограммировать вычислитель для исполнения **A1** первой измерительной системы и исполнения **A1** второй измерительной системы.

5.5.4.11. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.4 – 5.5.4.9.

5.5.4.12. Переключатель K1 установить в замкнутое положение, K2 – разомкнутое.



5.5.4.13. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.4 – 5.5.4.9.

5.5.4.14. Запрограммировать вычислитель для исполнения **A2 (U2, U3)** первой измерительной системы и исполнения **A6** второй измерительной системы.

5.5.4.15. Переключатель К1 установить в замкнутое положение, К2 – в разомкнутое.

5.5.4.16. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

№ п/п	$\Theta_{1, \Theta 3}$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	R2, R4, R5 Ом	$K_{E10}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³	$K_{E20}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³
1	53	602,75	50	597,00	1239,246	1208,351
2	70	635,40	50	597,00	8265,070	7963,667
3	150	786,65	5	509,75	61084,165	55828,146

5.5.4.17. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.5 – 5.5.4.9.

5.5.4.18. Переключатель К1 установить в разомкнутое положение, К2 – в замкнутое.

5.5.4.19. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 8.

5.5.4.20. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.5 – 5.5.4.9.

5.5.4.21. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Ж.

Примечания

1 Формулы расчета тепловой энергии счетчиком представлены в приложении И.

2 Для поверки всех каналов измерения тепловой энергии достаточно провести поверку исполнений счетчиков, указанных выше по тексту без скобок.

5.5.5. Определение погрешности измерения температуры вычислителем

5.5.5.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 5.2.3.4

5.5.5.2. Поочередно ко всем измерительным каналам температуры подключить магазин сопротивлений с установленными на нем значениями сопротивлений согласно таблице 9.

Таблица 9

№ п/п	$\Theta_0, ^\circ\text{C}$	$R_i, \text{Ом}$
1	0	500,00
2	80	654,50
3	150	786,65

5.5.5.3. Измеренные значения температуры определить по показаниям индикатора.

5.5.5.4. Абсолютную погрешность измерения температуры $\Delta\Theta_i$ для каждого канала измерения температуры и каждого значения температуры, определить по формуле:

$$\Delta\Theta_i = \Theta_i - \Theta_0, ^\circ\text{C}. \quad (16)$$

где Θ_i - измеренное значение температуры, °C;

Θ_0 - эталонное значение температуры, указанное в таблице 9, °C;

i - принимает значение от 1 до 5;

5.5.5.5. Результаты испытаний считаются положительными, если для каждого канала измерения температуры и каждой контрольной точки, абсолютная погрешность измерения температуры вычислителем не превышает значения $\pm 0,3 ^\circ\text{C}$.

5.5.5.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Ж.

5.5.6. Определение погрешности измерения давления вычислителем

5.5.6.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 5.2.3.5.

5.5.6.2. Поочередно ко всем измерительным каналам давления подключить источник тока с установленными значениями постоянного тока согласно таблице 10.

Таблица 10

№ п/п	$I, \text{мА}$	$p_0, \text{МПа}$
1	2	0,16
2	20	1,6



5.5.6.3. Измеренные значения давления определить по показаниям индикатора.

5.5.6.4. Приведенную погрешность измерения давления γ_{pi} , %, для каждого канала измерения давления определить по формуле:

$$\gamma_{pi} = \frac{P_i - P_{oi}}{P_{max}} \cdot 100, \quad (17)$$

где P_i - измеренное значение давления, МПа;

P_{max} - максимальное значение давления, равное 1,6 МПа;

P_{oi} - расчетное значение давления, указанное в **таблице 10**, МПа;

i - принимает значение от 1 до 5;

5.5.6.5. Результаты испытаний считаются положительными, если для каждого канала измерения давления и каждой контрольной точки, приведенная погрешность измерения давления вычислителем не превышает значения $\pm 0,5$ %.

5.5.6.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

5.5.7. Определение погрешности измерения времени вычислителем

5.5.7.1. Выполнить требования пункта 5.2.3.1.

5.5.7.2. Подключить вход частотомера F к контакту "Т контр" вычислителя.

5.5.7.3. Измерить значение периода импульсов T, мс контрольной частоты.

5.5.7.4. Относительную погрешность измерения времени δ_T , % рассчитать по формуле:

$$\delta_T = \frac{T - 2000}{2000} \cdot 100 \quad (18)$$

5.5.7.5. Результаты испытаний считаются положительными, если относительная погрешность измерения времени вычислителем не превышает значения $\pm 0,01$ %.

5.5.7.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

5.5.8. Определение погрешности измерения объема вычислителем

5.5.8.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 ... 5.2.3.7.

5.5.8.2. Запрограммировать вычислитель для исполнения U0 первой и второй измерительных систем.

5.5.8.3. Переключатели K1 и K2 установить в замкнутое положение.

5.5.8.4. Обнулить показания частотомера F.

5.5.8.5. Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока не менее 10000 импульсов, количество поданных импульсов контролировать частотомером F.

5.5.8.6. Накопленное вычислителем значение объема для первой и второй измерительных систем определить по показаниям индикатора.

5.5.8.7. Погрешность вычислителя δ_{vc} , %, рассчитать по формуле:

$$\delta_{vc} = \frac{V_i - V_o}{V_o} \cdot 100, \quad (19)$$

где V_i - накопленное вычислителем значение объема, л;

V_o - расчетное значение объема, л.

$$V_o = N \cdot l \quad (20)$$

где N - количество импульсов, поданных от генератора на измерительные каналы потока вычислителя;

l - вес импульса согласно пункта 5.2.3.3, л/имп;

5.5.8.8. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения объема вычислителем не превышает $\pm 0,1$ %.

5.5.8.9. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

5.5.9. Определение погрешности счетчика

5.5.9.1. Определение основной относительной погрешности измерения тепловоснабжения счетчиком исполнений U1, U2, U3, A1, A2, A3, A4, A5, A6, проводят путем ее расчета по формуле:

$$\delta_E = \delta_{Ec} + \delta_{дп} + \delta_{Et};$$

11



- где δ_E - погрешность счетчика, %;
 δ_{Ec} - погрешность вычислителя, %;
 $\delta_{ДП}$ - погрешность датчика потока, %;
 δ_{Et} - погрешность датчиков температуры, %;

5.5.9.2. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения тепловой энергии каждым измерительным каналом не превышает значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11

Класс точности датчика потока	Предел допускаемой относительной погрешности измерения тепловой энергии, δ_E , %
1(С)	$\pm (2 + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min} / \Delta\Theta + 0,01 q_p / q)$
2(В)	$\pm (3 + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min} / \Delta\Theta + 0,02 q_p / q)$
3(А)	$\pm (4 + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min} / \Delta\Theta + 0,05 q_p / q)$

- где $\Delta\Theta$ - разность температур в подающем и обратном трубопроводах, °С;
 $\Delta\Theta_{\min}$ - минимально допустимая разность температур, °С;
 q_p - максимальное значение расхода, при котором счетчик функционирует непрерывно, м³/ч;
 q - измеренное значение расхода, м³/ч.

Примечание: Для исполнения А6 следует принимать $\Delta\Theta_{\min} = \Theta_{\min}$, а $\Delta\Theta = \Theta$.

5.5.9.3. Определение основной относительной погрешности измерения объема счетчиком исполнения U0 проводят путем ее расчета по формуле:

$$\delta_v = \delta_{vc} + \delta_{ДП}; \quad (22)$$

- где δ_v - погрешность счетчика, %;
 δ_{vc} - погрешность вычислителя, %;
 $\delta_{ДП}$ - погрешность датчика потока, %;

5.5.9.4. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения объема не превышает значений, указанных в таблице 5.

5.5.9.5. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

6 ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

6.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводят по ГОСТ12997 мегаомметром между цепью питания 230В и клеммой заземления вычислителя при напряжении 500В.

6.2 Результаты проверки считают положительными, если измеренное значение сопротивления изоляции составляет не менее 20МОм.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах первичной или периодической поверки на переднюю панель вычислителя наносится клеймо-наклейка, а также оттиск знака поверки на крепежные винты с мастикой, расположенные на фальшпанелях под верхней крышкой вычислителя и под крышкой датчиков потока. На средство измерений выдается свидетельство о поверке по форме приложения "Г" ТКП 8.003- 2011.

7.2 При отрицательных результатах поверки счетчик изымают из обращения, производят гашение поверительного клейма, свидетельство о поверке аннулируют и выдают заключение о непригодности по форме приложения "Д" ТКП 8.003- 2011.



Приложение А
(обязательное)

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ РАСХОДА

Для первичного преобразователя DN = 200 мм

Для первичного преобразователя DN = 250 мм

№ n/n	Rz v								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
1	10	0,94551	0,94142	0,93888	0,93651	0,93473	0,93319	0,93200	0,93044
2	9	0,94546	0,94136	0,93882	0,93645	0,93471	0,93318	0,93200	0,93043
3	8	0,94541	0,94131	0,93877	0,93640	0,93467	0,93314	0,93200	0,93042
4	7	0,94533	0,94123	0,93869	0,93632	0,93459	0,93306	0,93200	0,93041
5	6	0,94524	0,94114	0,93860	0,93623	0,93450	0,93297	0,93200	0,93039
6	5	0,94517	0,94107	0,93853	0,93616	0,93443	0,93290	0,93200	0,93037
7	4	0,94492	0,94106	0,93839	0,93602	0,93429	0,93276	0,93200	0,93033
8	3	0,94463	0,94088	0,93825	0,93588	0,93415	0,93262	0,93200	0,93027
9	2	0,94410	0,94050	0,93789	0,93552	0,93379	0,93226	0,93200	0,93016
10	1	0,94276	0,93960	0,93728	0,93538	0,93375	0,93233	0,93200	0,92784
11	0,9	0,94248	0,93940	0,93710	0,93520	0,93357	0,93214	0,93200	0,92777
12	0,8	0,94218	0,93921	0,93689	0,93500	0,93337	0,93194	0,93200	0,92769
13	0,7	0,94180	0,93894	0,93674	0,93485	0,93322	0,93179	0,93200	0,92758
14	0,6	0,94132	0,93859	0,93645	0,93456	0,93293	0,93150	0,93200	0,92748
15	0,5	0,94071	0,93810	0,93607	0,93418	0,93255	0,93112	0,93200	0,92737
16	0,4	0,93987	0,93748	0,93584	0,93380	0,93217	0,93074	0,93200	0,92726
17	0,3	0,93886	0,93651	0,93473	0,93270	0,93107	0,92964	0,93200	0,92687
18	0,2	0,93667	0,93486	0,93331	0,93138	0,92975	0,92832	0,93200	0,92576
19	0,1	0,93246	0,93117	0,93000	0,92893	0,92790	0,92690	0,93200	0,92378

								0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1
								0,94677	0,94288	0,94026	0,93823	0,93654	0,93509	0,93265	0,93198	0,93062
								0,94673	0,94286	0,94024	0,93821	0,93652	0,93506	0,93264	0,93198	0,93061
								0,94667	0,94282	0,94022	0,93819	0,93651	0,93506	0,93263	0,93197	0,93060
								0,94660	0,94278	0,94018	0,93816	0,93648	0,93504	0,93261	0,93196	0,93059
								0,94651	0,94272	0,94014	0,93813	0,93646	0,93502	0,93259	0,93194	0,93057
								0,94639	0,94265	0,94008	0,93806	0,93642	0,93498	0,93256	0,93191	0,93054
								0,94620	0,94253	0,94000	0,93800	0,93636	0,93493	0,93252	0,93188	0,93051
								0,94592	0,94235	0,93987	0,93791	0,93627	0,93485	0,93243	0,93178	0,93045
								0,94540	0,94202	0,93961	0,93770	0,93606	0,93469	0,93228	0,93163	0,93034
								0,94410	0,94114	0,93883	0,93713	0,93560	0,93426	0,93187	0,93097	0,93004
								0,94385	0,94086	0,93879	0,93701	0,93550	0,93417	0,93180	0,93090	0,92997
								0,94356	0,94055	0,93862	0,93687	0,93536	0,93406	0,93180	0,93091	0,92998
								0,94315	0,94048	0,93843	0,93669	0,93522	0,93392	0,93189	0,93071	0,92980
								0,94272	0,94014	0,93813	0,93648	0,93502	0,93374	0,93154	0,93067	0,92976
								0,94213	0,93969	0,93777	0,93615	0,93474	0,93350	0,93133	0,93036	0,92946
								0,94133	0,93907	0,93725	0,93571	0,93436	0,93315	0,93104	0,93011	0,92923
								0,94018	0,93815	0,93647	0,93503	0,93375	0,93260	0,93058	0,92967	0,92880
								0,93825	0,93657	0,93511	0,93382	0,93266	0,93161	0,92973	0,92888	0,92808
								0,93428	0,93304	0,93195	0,93096	0,93002	0,92916	0,92827	0,92844	0,92814



Примечание: - гидродинамические коэффициенты рассчитаны для кинематической вязкости воды, равной 0,000001 м²/с
 - скорость потока теплоносителя V указана в м/с.
 - абсолютная эквивалентная шероховатость внутренних стенок первичного преобразователя Rz указана в мм.

Продолжение приложения А
(обязательное)

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ РАСХОДА

Для первичного преобразователя DN = 300 мм

Для первичного преобразователя DN = 400 мм

№ n/n	Rz v								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
1	10	0,94778	0,94400	0,94151	0,93906	0,93796	0,93656	0,93423	0,93220
2	9	0,94772	0,94400	0,94148	0,93955	0,93794	0,93655	0,93422	0,93225
3	8	0,94768	0,94396	0,94147	0,93953	0,93792	0,93654	0,93421	0,93226
4	7	0,94759	0,94382	0,94143	0,93950	0,93790	0,93652	0,93420	0,93227
5	6	0,94750	0,94367	0,94129	0,93937	0,93787	0,93649	0,93418	0,93225
6	5	0,94738	0,94379	0,94134	0,93942	0,93783	0,93646	0,93415	0,93223
7	4	0,94720	0,94368	0,94128	0,93936	0,93778	0,93641	0,93411	0,93220
8	3	0,94692	0,94351	0,94112	0,93925	0,93766	0,93633	0,93405	0,93214
9	2	0,94642	0,94318	0,94088	0,93905	0,93751	0,93618	0,93382	0,93203
10	1	0,94515	0,94232	0,94021	0,93850	0,93704	0,93575	0,93358	0,93174
11	0,9	0,94487	0,94215	0,94007	0,93836	0,93684	0,93567	0,93350	0,93168
12	0,8	0,94481	0,94194	0,93991	0,93824	0,93682	0,93566	0,93342	0,93160
13	0,7	0,94428	0,94168	0,93970	0,93807	0,93667	0,93543	0,93330	0,93150
14	0,6	0,94381	0,94125	0,93944	0,93784	0,93647	0,93525	0,93316	0,93138
15	0,5	0,94324	0,94080	0,93908	0,93754	0,93620	0,93502	0,93296	0,93121
16	0,4	0,94248	0,94032	0,93859	0,93712	0,93583	0,93468	0,93268	0,93096
17	0,3	0,94133	0,93942	0,93783	0,93648	0,93524	0,93415	0,93223	0,93057
18	0,2	0,93949	0,93789	0,93631	0,93529	0,93419	0,93319	0,93141	0,92984
19	0,1	0,93563	0,93450	0,93347	0,93252	0,93165	0,93083	0,92933	0,92798

								0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1
								0,94825	0,94574	0,94338	0,94156	0,94005	0,93876	0,93659	0,93546	0,93480
								0,94820	0,94571	0,94336	0,94154	0,94004	0,93875	0,93658	0,93545	0,93479
								0,94815	0,94566	0,94333	0,94152	0,94002	0,93873	0,93657	0,93544	0,93478
								0,94808	0,94564	0,94330	0,94150	0,94000	0,93871	0,93656	0,93542	0,93477
								0,94800	0,94558	0,94327	0,94147	0,93997	0,93869	0,93654	0,93541	0,93475
								0,94888	0,94551	0,94321	0,94142	0,93994	0,93866	0,93651	0,93558	0,93473
								0,94871	0,94541	0,94313	0,94136	0,93988	0,93861	0,93647	0,93555	0,93468
								0,94844	0,94524	0,94301	0,94126	0,93980	0,93853	0,93641	0,93549	0,93464
								0,94795	0,94492	0,94277	0,94106	0,93963	0,93836	0,93629	0,93538	0,93454
								0,94873	0,94410	0,94213	0,94053	0,93916	0,93789	0,93596	0,93508	0,93426
								0,94850	0,94383	0,94200	0,94042	0,93906	0,93790	0,93589	0,93502	0,93420
								0,94802	0,94373	0,94184	0,94029	0,93896	0,93780	0,93581	0,93494	0,93413
								0,94598	0,94348	0,94164	0,94012	0,93882	0,93767	0,93570	0,93484	0,93404
								0,94545	0,94317	0,94139	0,93991	0,93863	0,93750	0,93556	0,93471	0,93392
								0,94489	0,94275	0,94105	0,93952	0,93828	0,93728	0,93533	0,93454	0,93375
								0,94416	0,94218	0,94058	0,93921	0,93802	0,93696	0,93510	0,93428	0,93352
								0,94309	0,94132	0,93985	0,93859	0,93746	0,93645	0,93468	0,93389	0,93315
								0,94135	0,93987	0,93860	0,93748	0,93647	0,93554	0,93390	0,93316	0,93248
								0,93770	0,93667	0,93573	0,93486	0,93406	0,93331	0,93264	0,93200	0,93069



Примечание: - гидродинамические коэффициенты рассчитаны для кинематической вязкости воды, равной 0,000001 м²/с
 - скорость потока теплоносителя V указана в м/с.
 - абсолютная эквивалентная шероховатость внутренних стенок первичного преобразователя Rz указана в мм.



Продолжение приложения А
(обязательное)

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ РАСХОДА

Для первичного преобразователя DN = 500 мм

Для первичного преобразователя DN = 600 мм

№ п/п	Rz v	v							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
1	10	0,95034	0,94999	0,94475	0,94301	0,94158	0,94038	0,93831	0,93661
2	9	0,95030	0,94997	0,94473	0,94300	0,94157	0,94036	0,93830	0,93660
3	8	0,95025	0,94993	0,94470	0,94298	0,94156	0,94035	0,93829	0,93659
4	7	0,95018	0,94989	0,94467	0,94296	0,94154	0,94032	0,93827	0,93658
5	6	0,95010	0,94984	0,94464	0,94293	0,94151	0,94029	0,93825	0,93656
6	5	0,94998	0,94977	0,94458	0,94288	0,94147	0,94026	0,93823	0,93654
7	4	0,94982	0,94967	0,94451	0,94282	0,94142	0,94022	0,93819	0,93651
8	3	0,94955	0,94951	0,94439	0,94272	0,94134	0,94014	0,93813	0,93646
9	2	0,94908	0,94920	0,94415	0,94253	0,94118	0,94000	0,93802	0,93636
10	1	0,94790	0,94540	0,94353	0,94202	0,94074	0,93961	0,93770	0,93609
11	0,9	0,94767	0,94524	0,94341	0,94191	0,94064	0,93953	0,93763	0,93603
12	0,8	0,94740	0,94506	0,94325	0,94176	0,94050	0,93940	0,93750	0,93590
13	0,7	0,94707	0,94480	0,94306	0,94157	0,94031	0,93921	0,93731	0,93571
14	0,6	0,94686	0,94450	0,94282	0,94132	0,94006	0,93896	0,93706	0,93546
15	0,5	0,94673	0,94430	0,94260	0,94110	0,93984	0,93874	0,93684	0,93524
16	0,4	0,94654	0,94395	0,94230	0,94075	0,93949	0,93839	0,93649	0,93489
17	0,3	0,94638	0,94372	0,94214	0,94054	0,93928	0,93818	0,93628	0,93468
18	0,2	0,94627	0,94353	0,94201	0,94041	0,93915	0,93805	0,93615	0,93455
19	0,1	0,94622	0,94425	0,94278	0,94118	0,93992	0,93882	0,93692	0,93532

		v								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1
	10	0,95120	0,94798	0,94582	0,94415	0,94278	0,94180	0,93964	0,93870	0,93801
	9	0,95114	0,94795	0,94580	0,94414	0,94277	0,94159	0,93963	0,93870	0,93801
	8	0,95111	0,94792	0,94578	0,94412	0,94275	0,94158	0,93962	0,93871	0,93800
	7	0,95105	0,94788	0,94575	0,94410	0,94273	0,94156	0,93961	0,93870	0,93799
	6	0,95098	0,94783	0,94571	0,94407	0,94271	0,94154	0,93958	0,93865	0,93794
	5	0,95085	0,94776	0,94566	0,94402	0,94267	0,94151	0,93956	0,93862	0,93791
	4	0,95089	0,94766	0,94558	0,94395	0,94260	0,94147	0,93952	0,93859	0,93788
	3	0,95043	0,94750	0,94548	0,94387	0,94254	0,94138	0,93947	0,93854	0,93783
	2	0,94997	0,94720	0,94524	0,94365	0,94236	0,94126	0,93936	0,93843	0,93772
	1	0,94881	0,94642	0,94483	0,94318	0,94196	0,94098	0,93905	0,93812	0,93741
	0,9	0,94859	0,94626	0,94461	0,94306	0,94186	0,94086	0,93893	0,93800	0,93729
	0,8	0,94833	0,94607	0,94436	0,94295	0,94175	0,94075	0,93882	0,93789	0,93718
	0,7	0,94801	0,94584	0,94417	0,94280	0,94162	0,94062	0,93869	0,93776	0,93705
	0,6	0,94781	0,94554	0,94383	0,94250	0,94144	0,94044	0,93851	0,93758	0,93687
	0,5	0,94759	0,94515	0,94351	0,94232	0,94120	0,94021	0,93828	0,93735	0,93664
	0,4	0,94640	0,94481	0,94317	0,94194	0,94087	0,93991	0,93824	0,93730	0,93659
	0,3	0,94540	0,94381	0,94249	0,94135	0,94034	0,93944	0,93784	0,93710	0,93640
	0,2	0,94378	0,94248	0,94132	0,94032	0,93941	0,93859	0,93712	0,93645	0,93583
	0,1	0,94041	0,93949	0,93866	0,93789	0,93718	0,93651	0,93529	0,93473	0,93419



Примечание: - гидродинамические коэффициенты рассчитаны для кинематической вязкости воды, равной 0,000001 м²/с
 - скорость потока теплоносителя V указана в м/с.
 - абсолютная эквивалентная шероховатость внутренних стенок первичного преобразователя Rz указана в мм.

Продолжение приложения А
(обязательное)

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ РАСХОДА

Для первичного преобразователя DN = 700 мм

Для первичного преобразователя DN = 800 мм

№ п/п	Rz v	v							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
1	10	0,95191	0,94879	0,94669	0,94508	0,94375	0,94262	0,94072	0,93910
2	9	0,95187	0,94875	0,94667	0,94507	0,94374	0,94261	0,94071	0,93915
3	8	0,95182	0,94872	0,94665	0,94505	0,94373	0,94259	0,94070	0,93914
4	7	0,95175	0,94869	0,94662	0,94502	0,94371	0,94258	0,94069	0,93913
5	6	0,95167	0,94864	0,94658	0,94499	0,94368	0,94256	0,94067	0,93911
6	5	0,95158	0,94857	0,94653	0,94495	0,94365	0,94253	0,94065	0,93909
7	4	0,95140	0,94847	0,94646	0,94488	0,94358	0,94246	0,94051	0,93896
8	3	0,95115	0,94831	0,94634	0,94480	0,94352	0,94241	0,94056	0,93902
9	2	0,95069	0,94802	0,94612	0,94462	0,94336	0,94229	0,94045	0,93892
10	1	0,94958	0,94725	0,94553	0,94413	0,94294	0,94191	0,94014	0,93867
11	0,9	0,94934	0,94710	0,94540	0,94403	0,94286	0,94183	0,94008	0,93861
12	0,8	0,94909	0,94691	0,94526	0,94390	0,94275	0,94173	0,94000	0,93854
13	0,7	0,94877	0,94668	0,94507	0,94375	0,94261	0,94160	0,93989	0,93844
14	0,6	0,94838	0,94639	0,94484	0,94355	0,94244	0,94144	0,93973	0,93828
15	0,5	0,94788	0,94601	0,94453	0,94326	0,94221	0,94125	0,93956	0,93810
16	0,4	0,94729	0,94549	0,94410	0,94281	0,94188	0,94096	0,93927	0,93781
17	0,3	0,94622	0,94470	0,94344	0,94234	0,94137	0,94050	0,93887	0,93740
18	0,2	0,94485	0,94330	0,94220	0,94133	0,94048	0,93967	0,93820	0,93672
19	0,1	0,94137	0,94080	0,93970	0,93887	0,93829	0,93786	0,93648	0,93543

		v								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1
	10	0,95250	0,94948	0,94742	0,94589	0,94457	0,94347	0,94163	0,94084	0,94011
	9	0,95246	0,94943	0,94740	0,94584	0,94456	0,94346	0,94162	0,94083	0,94011
	8	0,95241	0,94940	0,94738	0,94583	0,94454	0,94345	0,94161	0,94082	0,94010
	7	0,95235	0,94936	0,94735	0,94580	0,94453	0,94343	0,94159	0,94081	0,94009
	6	0,95227	0,94931	0,94732	0,94578	0,94450	0,94341	0,94158	0,94079	0,94007
	5	0,95216	0,94925	0,94727	0,94574	0,94447	0,94338	0,94156	0,94077	0,94005
	4	0,95200	0,94918	0,94720	0,94566	0,94442	0,94333	0,94152	0,94074	0,94002
	3	0,95175	0,94900	0,94708	0,94558	0,94434	0,94327	0,94147	0,94069	0,93997
	2	0,95130	0,94871	0,94686	0,94541	0,94419	0,94313	0,94136	0,94059	0,93988
	1	0,95019	0,94795	0,94628	0,94492	0,94377	0,94277	0,94106	0,94032	0,93963
	0,9	0,94998	0,94790	0,94616	0,94482	0,94369	0,94269	0,94100	0,94026	0,93958
	0,8	0,94972	0,94782	0,94601	0,94470	0,94358	0,94258	0,94090	0,94016	0,93949
	0,7	0,94942	0,94739	0,94563	0,94455	0,94345	0,94248	0,94083	0,94010	0,93943
	0,6	0,94903	0,94711	0,94541	0,94436	0,94328	0,94233	0,94070	0,93999	0,93932
	0,5	0,94854	0,94673	0,94509	0,94410	0,94305	0,94213	0,94053	0,93983	0,93916
	0,4	0,94780	0,94622	0,94467	0,94373	0,94273	0,94184	0,94029	0,93960	0,93896
	0,3	0,94682	0,94545	0,94423	0,94317	0,94223	0,94139	0,93991	0,93924	0,93863
	0,2	0,94538	0,94416	0,94311	0,94218	0,94134	0,94058	0,93916	0,93852	0,93795
	0,1	0,94219	0,94135	0,94059	0,93987	0,93922	0,93860	0,93714	0,93654	0,93603



Примечание: - гидродинамические коэффициенты рассчитаны для кинематической вязкости воды, равной 0,000001 м²/с
 - скорость потока теплоносителя V указана в м/с.
 - абсолютная эквивалентная шероховатость внутренних стенок первичного преобразователя Rz указана в мм.



Окончание приложения А
(обязательное)

КОЭФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ РАСХОДА

Для первичного преобразователя DN = 900 мм

Для первичного преобразователя DN = 1000 мм

№ п/п	Rz v	v							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
1	10	0,95302	0,95004	0,94805	0,94603	0,94527	0,94420	0,94241	0,94093
2	9	0,95289	0,95001	0,94804	0,94601	0,94526	0,94419	0,94240	0,94092
3	8	0,95293	0,94996	0,94801	0,94600	0,94525	0,94417	0,94238	0,94090
4	7	0,95286	0,94995	0,94799	0,94604	0,94523	0,94416	0,94236	0,94089
5	6	0,95278	0,94990	0,94795	0,94604	0,94520	0,94414	0,94236	0,94089
6	5	0,95267	0,94983	0,94790	0,94601	0,94517	0,94411	0,94233	0,94087
7	4	0,95252	0,94974	0,94783	0,94605	0,94512	0,94407	0,94230	0,94084
8	3	0,95227	0,94959	0,94772	0,94626	0,94504	0,94400	0,94225	0,94076
9	2	0,95183	0,94936	0,94750	0,94608	0,94489	0,94387	0,94214	0,94071
10	1	0,95073	0,94855	0,94692	0,94591	0,94489	0,94351	0,94185	0,94046
11	0,9	0,95052	0,94840	0,94691	0,94591	0,94440	0,94343	0,94179	0,94040
12	0,8	0,95027	0,94822	0,94695	0,94539	0,94430	0,94334	0,94171	0,94034
13	0,7	0,94997	0,94800	0,94649	0,94524	0,94417	0,94323	0,94162	0,94026
14	0,6	0,94939	0,94772	0,94626	0,94505	0,94400	0,94308	0,94149	0,94013
15	0,5	0,94911	0,94736	0,94596	0,94479	0,94379	0,94299	0,94133	0,94001
16	0,4	0,94886	0,94695	0,94554	0,94443	0,94346	0,94259	0,94109	0,93980
17	0,3	0,94752	0,94610	0,94491	0,94388	0,94297	0,94215	0,94071	0,93940
18	0,2	0,94601	0,94483	0,94381	0,94291	0,94215	0,94135	0,94003	0,93888
19	0,1	0,94289	0,94207	0,94133	0,94065	0,94001	0,93942	0,93883	0,93735

		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1
		0,95348	0,95055	0,94860	0,94711	0,94588	0,94483	0,94308	0,94233	0,94184
		0,95342	0,95052	0,94859	0,94710	0,94587	0,94482	0,94308	0,94233	0,94184
		0,95336	0,95049	0,94857	0,94708	0,94586	0,94481	0,94307	0,94232	0,94183
		0,95331	0,95046	0,94854	0,94706	0,94584	0,94480	0,94305	0,94231	0,94182
		0,95323	0,95041	0,94850	0,94703	0,94582	0,94477	0,94304	0,94229	0,94180
		0,95313	0,95034	0,94845	0,94699	0,94578	0,94475	0,94301	0,94227	0,94178
		0,95297	0,95025	0,94838	0,94693	0,94574	0,94470	0,94298	0,94224	0,94176
		0,95273	0,95010	0,94827	0,94684	0,94566	0,94464	0,94293	0,94219	0,94171
		0,95225	0,94982	0,94806	0,94667	0,94551	0,94451	0,94282	0,94208	0,94142
		0,95121	0,94908	0,94749	0,94620	0,94511	0,94415	0,94253	0,94183	0,94118
		0,95100	0,94893	0,94737	0,94610	0,94502	0,94406	0,94247	0,94177	0,94112
		0,95078	0,94876	0,94723	0,94599	0,94492	0,94399	0,94240	0,94170	0,94106
		0,95048	0,94854	0,94706	0,94564	0,94460	0,94368	0,94211	0,94162	0,94098
		0,95009	0,94828	0,94684	0,94565	0,94463	0,94373	0,94218	0,94151	0,94088
		0,94961	0,94790	0,94654	0,94540	0,94441	0,94353	0,94202	0,94136	0,94074
		0,94887	0,94740	0,94613	0,94504	0,94410	0,94325	0,94179	0,94114	0,94053
		0,94805	0,94666	0,94550	0,94450	0,94361	0,94282	0,94142	0,94076	0,94021
		0,94656	0,94542	0,94443	0,94355	0,94275	0,94203	0,94075	0,94017	0,93962
		0,94350	0,94271	0,94199	0,94133	0,94071	0,94013	0,93907	0,93859	0,93812



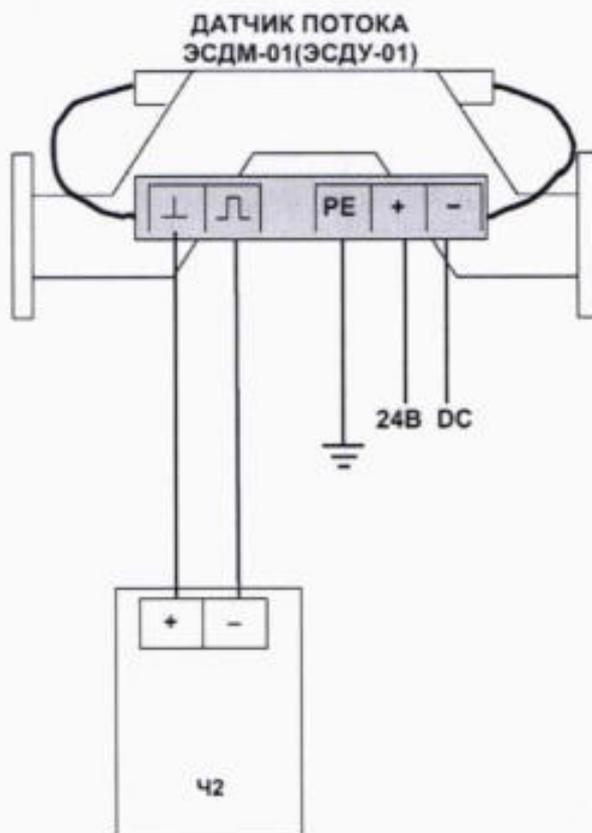
Примечание:

- гидродинамические коэффициенты рассчитаны для кинематической вязкости воды, равной 0,000001 м²/с
- скорость потока теплоносителя V указана в м/с.
- абсолютная эквивалентная шероховатость внутренних стенок первичного преобразователя Rz указана в мм.



Приложение Б
(обязательное)

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЕРКИ
ДАТЧИКА ПОТОКА
МЕТОДОМ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО СЛИЧЕНИЯ



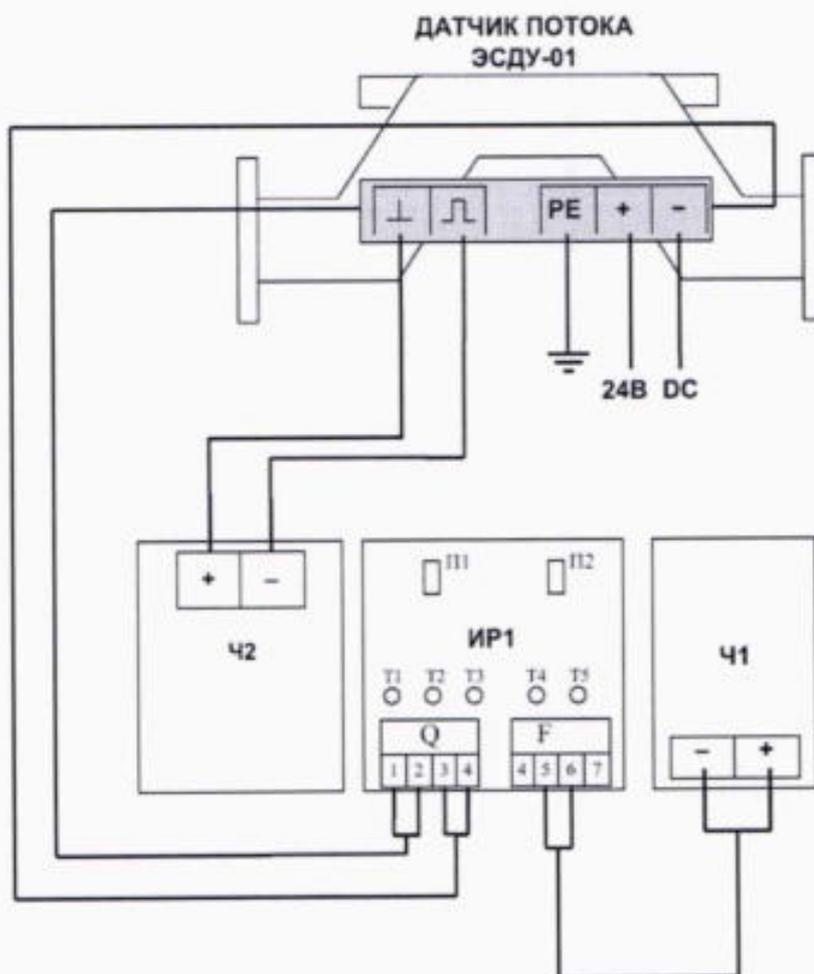
Ч2 - частотомер ЧЗ - 34

Рисунок Б.1



Приложение В
(обязательное)

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЕРКИ
ДАТЧИКА ПОТОКА
ИМИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ



- Ч1 – частотомер ЧЗ – 63
 Ч2 – частотомер ЧЗ – 34
 ИР1 – имитатор расхода

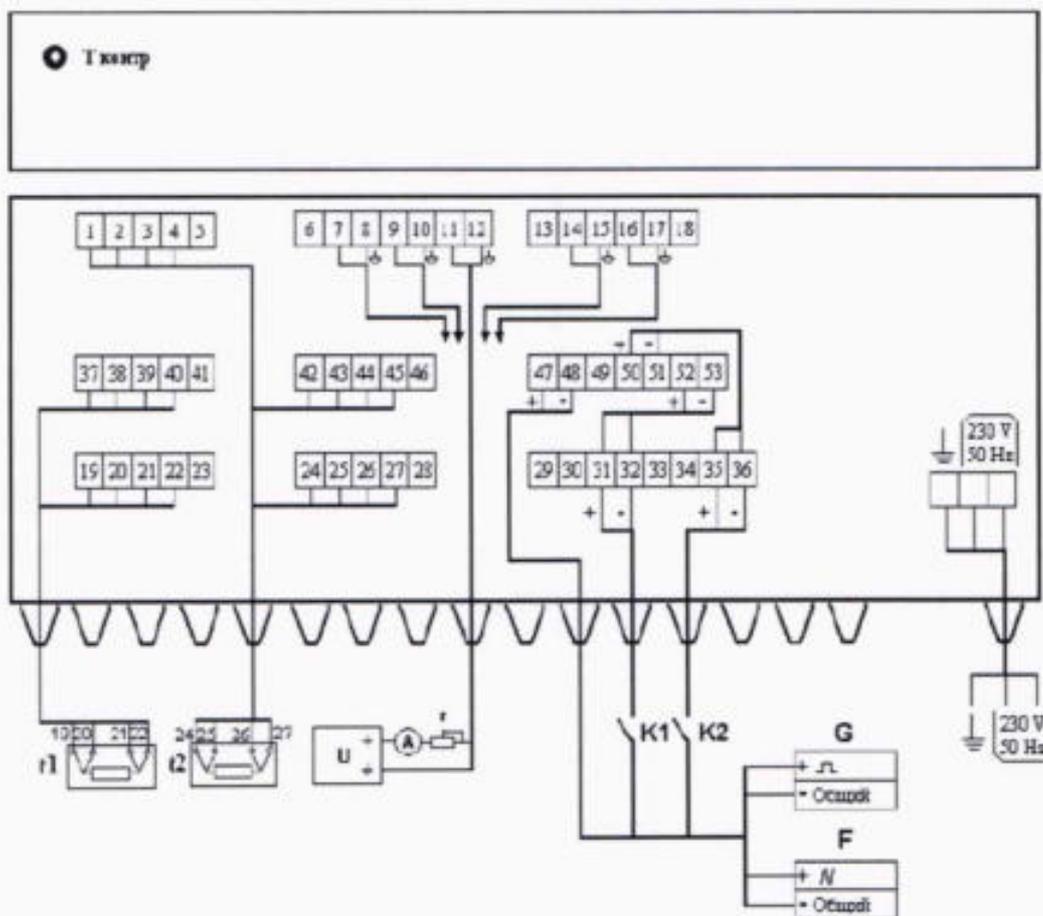
Рисунок В.1

19



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЕРКИ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ



t1, t2	-	магазин сопротивлений Р4831
G	-	генератор импульсов Г5-75
F	-	частотомер ЧЗ - 34
A	-	миллиамперметр постоянного тока M2018
U	-	блок питания
r	-	резистор переменный

Рисунок Г.1

20

КОПИЯ ВЕР...



Приложение Д
(образательное)

**ПОЛОЖЕНИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ П1 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА
УСЛОВНОГО ПРОХОДА ДАТЧИКА ПОТОКА**

Положение переключателя П1	Диаметр условного прохода ДП, мм
06	25
10	32
10	50
08	80
10	100
10	150
08	200
10	250
12	300
14	350
17	400
21	500
25	600
25	700
27	800
29	900
34	1000

Таблица Д.1

21



Приложение Е
(обязательное)

**ДИАМЕТРЫ УСЛОВНОГО ПРОХОДА ДАТЧИКОВ ПОТОКА И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ
МИНИМАЛЬНЫЕ, ПЕРЕХОДНЫЕ И ПОСТОЯННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОТОКА**

Таблица Е.1

Диаметр условного прохода DN, мм	Расход, q , м ³ /ч						Весовой коэффициент импульса, K_v л/имп
	ЭСДМ-01			ЭСДУ-01			
	минимальны й q (Q_1)	переходный (Q_2)	постоянный q_p (Q_3)	минимальны й q (Q_1)	пере ходный (Q_2)	постоянный q_p (Q_3)	
20	0,04 (0,08)	- (0,40)	10 (10)	-	-	-	от 0,01 до 10,0
25	0,064 (0,125)	- (0,64)	16 (16)	0,07 (0,08)	- (0,252)	7 (6,3)	
32	0,1 (0,2)	- (1,0)	25 (25)	0,12 (0,125)	- (0,4)	12 (10)	
40	-	-	-	0,2 (0,2)	- (0,64)	20 (16)	
50	0,25 (0,5)	- (2,52)	63 (63)	0,3 (0,3)	- (1,0)	30 (25)	от 0,1 до 100
65	-	-	-	0,5 (0,5)	- (1,6)	50 (40)	
80	0,64 (1,25)	- (6,4)	160 (160)	1,8 (2,0)	- (6,4)	180 (160)	
100	1,0 (2,0)	- (10)	250 (250)	2,8 (3,0)	- (10)	280 (250)	
150	2,5 (5,0)	- (25,2)	630 (630)	5,0 (8,0)	- (25,2)	630 (630)	от 1 до 100
200	-	-	-	11,0 (12,5)	- (40,0)	1100 (1000)	
250	-	-	-	18,0 (20,0)	- (64,0)	1800 (1600)	
300	-	-	-	25,0 (30,0)	- (100,0)	2500 (2500)	
400	-	-	-	45,0 (50,0)	- (160,0)	4500 (4000)	от 10 до 1000
500	-	-	-	70,0 (80,0)	- (252,0)	7000 (6300)	
600	-	-	-	100 (125)	- (400)	10000 (10000)	
700	-	-	-	140 (160)	- (400)	14000 (10000)	
800	-	-	-	180 (200)	- (640)	18000 (16000)	
900	-	-	-	230 (250)	- (640)	23000 (16000)	
1000	-	-	-	280 (300)	- (1000)	28000 (25000)	

Примечание – в скобках указаны обозначения и значения расходов для счетчиков исполнения U0.

Q_1 - обозначение расхода, соответствующее минимальному значению расхода по СТБ ISO 4064-1-2007.

Q_2 - обозначение расхода, соответствующее переходному значению расхода по СТБ ISO 4064-1-2007.

Q_3 - обозначение расхода, соответствующее постоянному значению расхода по СТБ ISO 4064-1-2007.



5.2 Определение погрешности датчиков потока с использованием имитатора расхода

Диапазон расхода	Вес импульса, L_i , г/имп	Коэффициенты		Количество импульсов, N_i	Время, T_i , с	Средний период ультразвукового сигнала		Объем, V_{in} , л	Объем, V_{out} , л	Погрешность, $\delta_{грл}$, %
		$K_{м3}$	$K_{ср}$			по потоку $L_{ср}$, мс	против потока $L_{ср}$, мс			
$0,9q_{р} \leq q \leq 1,1q_{р}$										
$0,1q_{р} \leq q \leq 0,11q_{р}$										
$0,9q_{р} \leq q \leq 1,0q_{р}$										

6. Определение относительной погрешности измерения тепловой энергии вычислителем:

Для исполнений U1, U2, U3, A1, A3, A4, A5

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	R2, R4, R5 Ом	E1, E2, ГДж	E1 _о , E2 _о , ГДж	$\delta_{Ес1}$, %	$\delta_{Ес2}$, %
1	53	602,75	50	597,00				$\pm 1,5$
2	70	635,40	50	597,00				$\pm 0,65$
3	150	786,65	5	509,75				$\pm 0,52$

Для исполнений A2, A6

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$, °C	R2, R4, R5, Ом	E1, ГДж	E2, ГДж	E1 _о , ГДж	E2 _о , ГДж	$\delta_{Ес1}$, %	$\delta_{Ес2}$, %	$\delta_{Ес1 доп}$, $\delta_{Ес2 доп}$, %
1	53	602,75	50	597,00							$\pm 1,5$
2	70	635,40	50	597,00							$\pm 0,65$
3	150	786,65	5	509,75							$\pm 0,52$

7. Определение абсолютной погрешности измерения температуры вычислителем:

Номер измерительного канала температуры	Эталонные значения		Измеренные значения, Θ_i , °C	Расчетные значения $\Delta \Theta_i$, °C	Допускаемые значения $\Delta \Theta_{i доп}$, °C
	R _i , Ом	$\Theta_{ср}$, °C			
1	500,00	0			$\pm 0,3$
	654,50	80			
	786,65	150			
2	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			
3	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			
4	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			
5	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			



8. Определение относительной погрешности измерения времени вычислителем:

Эталонные значения T_0 , мс	Измеренные значения, T_i , мс	Расчетные значения δ_T , %	Допускаемые значения $\delta_{T\text{ доп.}}$, %
2000			$\pm 0,01$

9. Определение приведенной погрешности измерения давления вычислителем:

Номер измерительного канала давления	Эталонные значения		Измеренные значения, p_i , МПа	Расчетные значения γ_{pi} , %	Допускаемые значения $\gamma_{p\text{ доп.}}$, %
	I_i , мА	p_{0i} , МПа			
1	2	0,16			$\pm 0,5$
	20	1,6			
2	2	0,16			
	20	1,6			
3	2	0,16			
	20	1,6			
4	2	0,16			
	20	1,6			
5	2	0,16			
	20	1,6			

10. Определение погрешности счетчика

Для исполнений U1, U2, U3, A1, A2, A3, A4, A5, A6

Диапазон расхода $0,9q_p \leq q \leq 1,1q_p$

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	$\delta_{\text{дп.}}$, %	$\delta_{\text{дп.}}$, %	$\delta_{\text{вс.}}$, %	$\delta_{\text{вс.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с. доп.}}$, %	$\delta_{\text{с. доп.}}$, %
			Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2
1	53	50									$\pm(6+0,01 \cdot q_p/q)$	$\pm(7+0,02 \cdot q_p/q)$
2	70	50									$\pm(2,6+0,01 \cdot q_p/q)$	$\pm(3,6+0,02 \cdot q_p/q)$
3	150	5									$\pm(2,08+0,01 \cdot q_p/q)$	$\pm(3,08+0,02 \cdot q_p/q)$

Диапазон расхода $0,1q_p \leq q \leq q_p$

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	$\delta_{\text{дп.}}$, %	$\delta_{\text{дп.}}$, %	$\delta_{\text{вс.}}$, %	$\delta_{\text{вс.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с. доп.}}$, %	$\delta_{\text{с. доп.}}$, %
			Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2	Кл. 1	Кл. 2
1	53	50									± 6	± 7
2	70	50									$\pm 2,6$	$\pm 3,6$
3	150	5									$\pm 2,08$	$\pm 3,08$

Для исполнения U0

№ п/п	Диапазон расхода	$\delta_{\text{дп.}}$, %	$\delta_{\text{вс.}}$, %	$\delta_{\text{с.}}$, %	$\delta_{\text{с. доп.}}$, %		
					Кл. 1	Кл. 2	Кл. 3
1	$0,04 q_p \leq q \leq q_p$				± 1	± 2	± 3
2	$q \leq q < 0,04 q_p$				$\pm(1 + 0,01 q_p / q)$, но не более 5 %	$\pm(2 + 0,02 q_p / q)$, но не более 5 %	$\pm(3 + 0,03 q_p / q)$, но не более 5 %

Заключение: _____

Дата поверки: _____

Подпись лица, выполнявшего поверку _____

25



Приложение И
(справочное)

ИСПОЛНЕНИЯ И ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПЕРВОЙ СИСТЕМЫ

Формула расчета тепловой энергии	Формула расчета массы	Обозначение исполнения
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_2)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_1$	U1
$E_1 = M_2 \cdot (h_1 - h_2)$	$M_2 = V_2 \cdot \rho_2$	U2
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_2)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_5$	U3
$E_1 = M_2 \cdot (h_1 - h_2) + (M_1 - M_2) \cdot (h_1 - h_5)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_1$	A1, A4
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_5) - M_2 \cdot (h_2 - h_5)$	$M_2 = V_2 \cdot \rho_2$	A5
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_2 \cdot (h_1 - h_5)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_2$ $M_2 = V_2 \cdot \rho_5$	A2
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_5)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_1$	A3

**ОБОЗНАЧЕНИЕ И ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ
ВТОРОЙ СИСТЕМЫ**

Формула расчета тепловой энергии	Формула расчета массы	Обозначение исполнения
$E_2 = M_3 \cdot (h_3 - h_4)$	$M_3 = V_3 \cdot \rho_3$	U1
$E_2 = M_4 \cdot (h_3 - h_4)$	$M_4 = V_4 \cdot \rho_4$	U2
$E_2 = M_4 \cdot (h_3 - h_4) + (M_3 - M_4) \cdot (h_3 - h_5)$	$M_3 = V_3 \cdot \rho_3$ $M_4 = V_4 \cdot \rho_4$	A1
$E_2 = M_3 \cdot h_3 - M_4 \cdot h_4 - M_5 \cdot h_5$	$M_3 = V_3 \cdot \rho_3$ $M_4 = V_4 \cdot \rho_4$ $M_5 = V_5 \cdot \rho_5$	A6



Приложение К
(справочное)

ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАСЧЕТАХ

Таблица К.1

Для давления $p = 1,6$ МПа.			
T, °C	R, Ω	ρ , кг/м ³	h, кДж/кг
5	509,75	1000,729	22,61383
50	597,00	988,6838	210,6962
53	602,75	987,2998	223,2305
70	635,40	978,4422	294,2929
150	786,65	917,6969	633,0105

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЯ K_{E10}

Таблица К.2

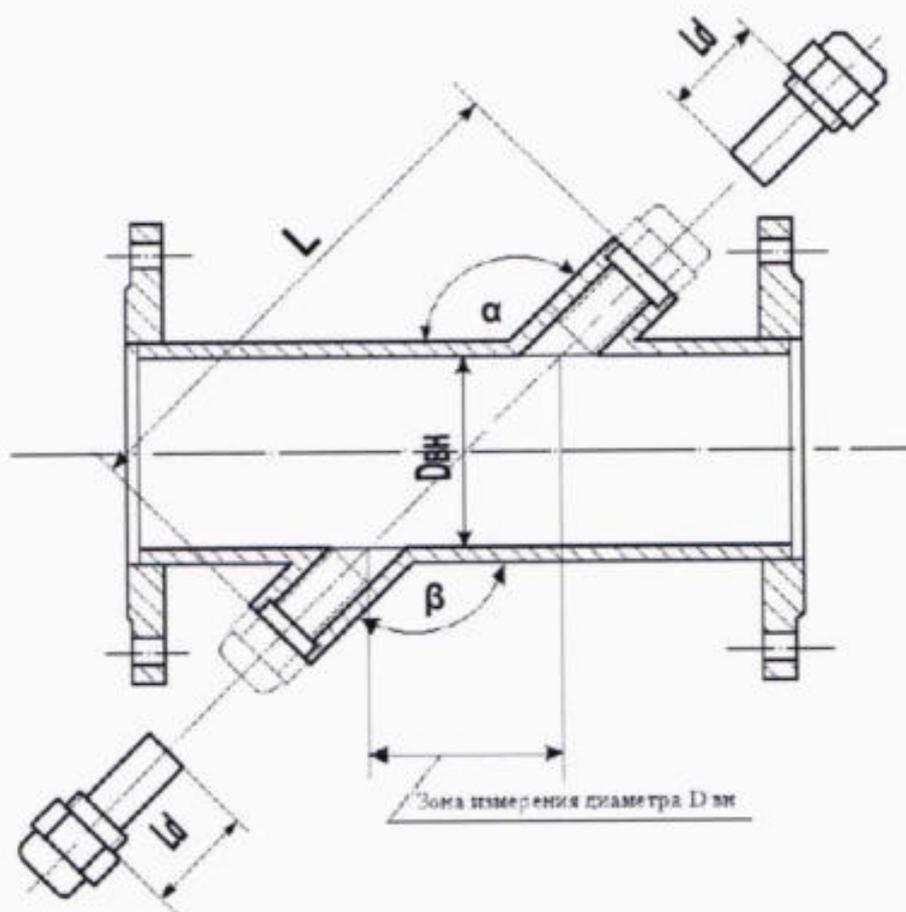
Обозначение исполнения	Положение переключателя		Формула расчета K_{E10}	
	K1	K2	Система №1	Система №2
СКМ-2-U1	+	+	$\rho_1(h_1-h_2)$	$\rho_3(h_3-h_4)$
СКМ-2-A1	+	+	$\rho_2(h_1-h_2)$	$\rho_4(h_3-h_4)$
			$\rho_1(h_1-h_5)$	$\rho_3(h_3-h_5)$
	$\rho_2(h_1-h_5)$	$\rho_4(h_3-h_5)$		
СКМ-2-A2	+	-	$\rho_1(h_1-h_5)$	$\rho_3(h_3-h_5)$
		-	$\rho_2(h_1-h_2)$	-
	-	+	$\rho_5(h_1-h_5)$	-
СКМ-2-A6	+	-	-	$\rho_3 h_3 - \rho_5 h_5$
	-	+	-	$\rho_3 h_3 - \rho_4 h_4$

Примечание: знаком «+» обозначено замкнутое положение переключателя;
знаком «-» обозначено разомкнутое положение переключателя;



Приложение Л
(обязательное)

СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ



Приложение М
(обязательное)

**ФОРМА ПРОТОКОЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ВСТАВКИ ДАТЧИКА ПОТОКА**

ПРОТОКОЛ № _____

Тип датчика потока _____
 Класс точности _____
 Заводской № _____
 Условный диаметр _____
 Диапазон измерения _____
 Условия проведения измерений:
 температура воздуха: _____
 температура воды: _____
 относительная влажность: _____
 барометрическое давление: _____
 Эталонные СИ: _____

Внутренний диаметр, м		Угол наклона, гр			Длина УЗД1, м		Длина УЗД2, м		Расстояние между торцами, м	
$D_{вн1}$ (м)	$D_{вн2}$ (м)	α_1 (град)	β_1 (град)	α_2 (град)	$Ld1_1$ (м)	$Ld1_2$ (м)	$Ld2_1$ (м)	$Ld2_2$ (м)	L_1 (м)	L_2 (м)

Шероховатость внутренней поверхности $Rz =$ _____

Погрешность коэффициента масштабирования $\delta_{кв} =$ _____

Заключение: _____

Дата поверки: _____

Подпись лица, выполнявшего поверку _____

Организация, проводившая поверку _____

29





ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ И СЧЕТЧИКИ ВОДЫ СКМ-2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МРБ МП. 2057-2012

(взамен МРБ МП. 2057-2010)

МИНСК 2012 г.



Настоящая методика распространяется на теплосчетчики и счетчики воды СКМ-2 (далее по тексту счетчики), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки в области законодательной метрологии. Межповерочный интервал - не более 48 месяцев при выпуске из производства и не более 24 месяцев при эксплуатации (при применении в сфере законодательной метрологии).

В настоящей методике применяют следующие обозначения и сокращения:

- ТВ - Вычислитель
- ДП - датчик потока
- ДТ - датчик температуры
- ИВ - измерительная вставка.
- УД - ультразвуковые датчики.
- ЭБ - электронный блок

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование	5.2	Да	Да
Испытание на герметичность	5.3	Да	Да
Определение геометрических размеров измерительной вставки ДП	5.4	Да	Да
Определение метрологических характеристик	5.5	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки, метрологические и (или) основные технические характеристики
Внешний осмотр	5.1	—
Опробование	5.2	<p>1. Установка для поверки счетчиков воды. Относительная погрешность измерения расхода $\pm 0,33\%$ в диапазоне от 0,03 до 500 м³/ч</p> <p>2. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01\%$.</p> <p>2. Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737 – 79. Класс 0,02/2•10⁻⁶.</p> <p>4. Генератор импульсов Г5-75 3.269.092 ТУ. Погрешность установки периода следования импульсов не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3} T$, где T – установленный период повторения, с. Период повторения импульсов от 0,1 мкс до 9,99 с.</p> <p>5. Имитатор расхода ИП1. Период повторения импульсов от 100 мкс до 1мс</p> <p>6. Ампервольтметр М2018, Класс 0,2, диапазон измерения 0,02 А.</p> <p>7. Блок питания Б5-28, класс точности 0,03Vк +а, диапазон 5 – 12 В.</p>



Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки, метрологические и (или) основные технические характеристики
Испытание на герметичность	5.3	Манометр МТ. Класс 1,5. Диапазон измерения 0 – 4,0 МПа.
Определение геометрических размеров измерительной вставки ДП	5.4	1. Рулетка Р5Н 3, погрешность $\pm [0,40 + 0,20(L-1)]$ мм 2. Штангенглубиномер ШГ – 160, погрешность $\pm 0,1$ мм, диапазон (0 – 160) мм 3. Угломер, тип 2, погрешность $\pm 2'$, диапазон (0-180°) 4. Микрометрический нутромер НМ 1250, погрешность $\pm 0,02$ мм, диапазон (150 – 1250) мм 5. Образцы шероховатости поверхности, $R_z \leq 1600$ мкм
Определение погрешности датчика потока с использованием поверочной установки	5.5.1	1. Установка для поверки счетчиков воды. Относительная погрешность измерения расхода $\pm 0,33$ % в диапазоне от 0,03 до 500 м ³ /ч 2. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01$ % 3. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк +а, диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Определение погрешности датчика потока с использованием имитатора расхода	5.5.2	1. Частотомер ЧЗ – 63 ДЛИ2.721.007 ТУ. Относительная погрешность измерения периода, %, $\delta = \pm \left[\delta_0 + \frac{T_{\text{имп}}}{(n \cdot T_{\text{такт}})} \right]$, где δ_0 – относительная погрешность по частоте внутреннего опорного генератора, %, n – число усредняемых периодов, $T_{\text{имп}}$ – период тактовой частоты, с, $T_{\text{такт}}$ – измеряемый период, с. 2. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01$ % 3. Имитатор расхода ИР1. Период повторения импульсов от 100 мкс до 1мс 4. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк +а, диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Определение погрешности вычислителя, измерения температуры, измерения давления	5.5.3 5.5.4 5.5.5 5.5.6	1. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01$ % 3. Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737 – 79. Класс 0,02/2·10 ⁻⁶ . 3. Генератор импульсов Г5-75 3.269.092 ТУ. Погрешность установки периода следования импульсов не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3} T$, где T – установленный период повторения, с. Период повторения импульсов от 0,1 мкс до 9,99 с. 4. Ампервольтметр М2018. Класс 0,2, диапазон измерения 0,02 А. 5. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк +а, диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Проверка электрического сопротивления изоляции	6	Мегаомметр Ф4102/1-1М, Класс 1,5, диапазон 0 – 1000 МОм
Оформление результатов поверки	7	—
Примечание - возможно применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		



3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в Руководстве по эксплуатации.

3.2 Все работы по эксплуатации и поверке счетчиков должны проводиться с соблюдением требований «Межотраслевых правил по охране труда при работе в электроустановках», ТКП 181-2009 «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей».

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки, должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С - от 15 до 25;
- температура измеряемой среды, °С - от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % - не более 93;
- атмосферное давление, кПа - не более 106;
- напряжение питания сети переменного тока, В - от 195 до 253;
- частота сети переменного тока, Гц - 50 ± 1 ;
- внешние магнитные и электрические поля напряженностью свыше 40 А/м отсутствуют.
- длины прямых участков трубопроводов до и после датчиков потока должны быть не менее указанных в таблице 3:

Таблица 3.

Тип датчика потока и диаметр		Требования к прямым участкам	
		До датчика	После датчика
ЭСДМ-01 Кл. 1	DN, от 20 до 150 мм	не менее 5 DN	не менее 3 DN
ЭСДМ-01 Кл. 2		не менее 3 DN	не менее 1 DN
ЭСДУ-01 Кл. 2	DN, 25 мм	не менее 3 DN	отсутствуют
ЭСДУ-01 Кл. 3	DN, 32 мм		не менее 3 DN
	DN, от 50 до 150 мм	не менее 5 DN	

4.2 Если фактическая погрешность по результатам поверки превысит максимально допустимую погрешность, то необходимо повторить операцию еще два раза. Результаты поверки считаются положительными, если:

- среднearифметическое значение трех результатов и по крайней мере результаты двух измерений не превышают максимально допустимую погрешность.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- включить средства поверки и поверяемые средства измерений на время, указанное в их эксплуатационной документации;
- проверить наличие документов о поверке используемых средств поверки.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие счетчиков следующим требованиям:

- все надписи должны быть четкими и ясными;
- счетчик не должен иметь внешних повреждений;
- счетчик должен быть очищен от пыли и грязи;
- комплектность и маркировка счетчика должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

5.1.2 Счетчики, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

5.2 Опробование

5.2.1 Опробование датчика потока с использованием поверочной установки

5.2.1.1 Установить датчик потока в измерительный участок поверочной установки



- 5.2.1.2 Собрать схему, указанную на рисунке Б.1 **Приложения Б.**
- 5.2.1.3 Включить поверочную установку и обеспечить расход воды через нее.
- 5.2.1.4 Подать напряжение питания на датчик потока.
- 5.2.1.5 Датчик потока считают прошедшим опробование, если светодиод зеленого цвета, расположенный под монтажной крышкой электронного блока, мигает, а светодиод красного цвета не светится.
- 5.2.1.6 Допускается совмещать опробование датчиков потока с операциями его поверки.

5.2.2 Опробование датчика потока с использованием имитатора расхода

- 5.2.2.1 Отключить от электронного блока кабели, соединяющие его с ультразвуковыми датчиками, установленными в измерительной вставке датчика потока.
- 5.2.2.2 Собрать схему, указанную на рисунке В.1 **Приложения В.**
- 5.2.2.3 Подать напряжение питания на имитатор расхода, частотомеры и электронный блок датчика потока.
- 5.2.2.4 Переключатель П1 имитатора расхода установить в положение в соответствии с таблицей Д.1 **Приложения Д.**
- 5.2.2.5 Переключатель П2 установить в положение, отличное от "00".
- 5.2.2.6 Датчик потока считают прошедшим опробование, если на индикаторе частотомера Ч2 наблюдается значение частоты, отличное от нуля.
- 5.2.2.7 Допускается совмещать опробование датчиков потока с операциями его поверки.

5.2.3 Опробование вычислителя

- 5.2.3.1 Собрать схему, указанную на рисунке Г.1 **Приложения Г.**
- 5.2.3.2 Включить вычислитель и средства измерений, используемые при поверке.
- 5.2.3.3 Установить вес импульса для всех каналов измерения потока вычислителя, равный 100 л/имп.
- 5.2.3.4 Установить номинальную статическую характеристику всех датчиков температуры Pt 500.
- 5.2.3.5 Запрограммировать в вычислителе по всем каналам измерения давления диапазон входного тока 0 -20 мА и максимальное значение давления, равное 1,6 МПа.
- 5.2.3.6 Подать на входы измерительных каналов давления постоянный ток, пропорциональный давлению 1,6 МПа. Допускается для вычисления энтальпии использовать программируемые значения давлений.
- 5.2.3.7 Установить на генераторе G период повторения импульсов 16 мс $\pm 10\%$, амплитуду $3 \pm 0,3$ В, скважность от 10 до 80 %.
- 5.2.3.8 Переключатель К1 и К2 установить в замкнутое положение.
- 5.2.3.9 На магазинах сопротивления установить значение сопротивления, равное 654,50 Ом.
- 5.2.3.10 Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока вычислителя последовательность импульсов с параметрами, указанными в п. 5.2.3.7.
- 5.2.3.11 Вычислитель считают прошедшим опробование, если показания индикации мгновенных параметров отличны от нуля, а показания интегральных параметров изменяются в сторону увеличения их значений.
- 5.2.3.12 Допускается совмещать опробование вычислителя с операциями его поверки.

5.3 Испытания на герметичность

- 5.3.1 Испытания на герметичность проводятся при выпуске из производства или после ремонта, который может повлиять на герметичность датчика потока.
- 5.3.2 В измерительной вставке датчика потока создают давление, равное 2,5 МПа.
- 5.3.3 Результаты испытаний считают удовлетворительными, если в течение 15 минут в местах соединений и на корпусе отсутствуют признаки видимой течи.

5.4 Определение геометрических размеров измерительной вставки ДП

- 5.4.1. Определение геометрических размеров измерительной вставки производится для ультразвуковых датчиков потока с диаметром условного прохода равным либо большим 200 мм.
- 5.4.2. С помощью микрометрического нутромера произвести измерение внутреннего диаметра измерительной вставки ДП $D_{внi}$ (мм) не менее, чем в восьми точках, равномерно расположенных по всему диаметру в зоне измерения согласно **Приложению В.**



5.4.3. Рассчитать среднее значение внутреннего диаметра измерительной вставки ДП $D_{вн(м)}$.

5.4.4. С помощью угломера произвести измерение углов наклона α_i и β_i ультразвуковых датчиков к внешней поверхности измерительной вставки ДП не менее трех раз для каждого датчика согласно **Приложения Л**.

5.4.5. Рассчитать среднее значение угла наклона ультразвуковых датчиков по формуле:

$$\alpha = \frac{1}{2n} \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i + \sum_{i=1}^n \beta_i \right) \quad (1)$$

где $n = 3$;

5.4.6. Извлечь УД из патрубков измерительной вставки датчика потока. С помощью рулетки, пропущенной через внутреннюю полость измерительной вставки, произвести измерение расстояния L_i (м) между торцевыми поверхностями патрубков для установки ультразвуковых датчиков не менее, чем в четырех точках равномерно расположенных по окружности патрубка согласно **Приложения Л**.

5.4.7. Рассчитать среднее значение расстояния между торцевыми поверхностями патрубков L (м).

5.4.8. С помощью глубиномера штангенциркуля произвести измерение длины $L_{d1(м)}$ и $L_{d2(м)}$ рабочих частей ультразвуковых датчиков не менее, чем в четырех точках, равномерно расположенных по периметру рабочей части датчика.

5.4.9. При наличии уплотнительных прокладок с помощью штангенциркуля измерить их толщину и вычесть полученные значения из длины $L_{d1(м)}$ и $L_{d2(м)}$.

5.4.10. Рассчитать среднее значение длины каждого ультразвукового датчика L_d (м).

5.4.11. С помощью образцов шероховатости определить шероховатость R_z (мкм) внутренней поверхности измерительной вставки ДП. Шероховатость поверхности не должна превышать значений $R_z \leq 1600$ мкм.

5.4.12. Результаты измерений занести в протокол **Приложения М**.

5.4.13. По результатам измерений рассчитать коэффициент масштабирования по формуле, m^2 :

$$K_u = 450 \cdot \pi \cdot |\operatorname{tg} \alpha| \cdot D_{вн} \cdot (L - L_{d1} - L_{d2})^2 \quad (2)$$

5.5 Определение метрологических характеристик

5.5.1. Определение погрешности коэффициента масштабирования

5.5.1.1. Определение коэффициента масштабирования производится для ультразвуковых датчиков потока с диаметром условного прохода равным либо большим 200 мм.

5.5.1.2. Погрешность коэффициента масштабирования δ_{χ_u} , % рассчитать по формуле:

$$\delta_{\chi_u} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\alpha}^2 + \delta_{D_{вн}}^2 + 2 \cdot \delta_{L_i}^2} \quad (3)$$

где δ_{α} - относительная погрешность измерения угла наклона ультразвуковых датчиков к внешней поверхности измерительной вставки ДП, %;

$\delta_{D_{вн}}$ - относительная погрешность измерения внутреннего диаметра датчика потока, %;

δ_{L_i} - относительная погрешность измерения расстояния между излучающими плоскостями ультразвуковых датчиков измерительной вставки ДП, %;

$$\delta_{L_i} = \frac{\Delta_L + 2 \cdot \Delta_{L_d} + 0,5 \cdot 10^{-3}}{L - L_{d1} - L_{d2}} \cdot 100, \quad (4)$$

где Δ_L - абсолютная погрешность средства измерения расстояния между торцевыми поверхностями патрубков для установки ультразвуковых датчиков, м;

Δ_{L_d} - абсолютная погрешность средства измерения длины рабочих частей ультразвуковых датчиков, м;

0,5 - погрешность отсчета показаний средства измерения расстояния между торцевыми поверхностями патрубков, мм;

L - расстояние между торцевыми поверхностями патрубков, м;

L_{d1} - длина рабочей части первого ультразвукового датчика, м;



$L_{д2}$ - длина рабочей части второго ультразвукового датчика, м;

5.5.1.3. Результаты расчетов считают положительными, если относительная погрешность коэффициента масштабирования $\delta_{км}$ не превышает значения $\pm 0,65 \%$.

5.5.2. Определение погрешности датчиков потока с использованием поверочной установки

5.5.2.1. Поверку датчика потока следует проводить для каждого из следующих диапазонов значений расхода:

$$\begin{aligned} 0,9q_p &\leq q \leq 1,1q_p \\ 0,1q_p &\leq q \leq 0,11q_p \\ 0,9q_p &\leq q \leq 1,0q_p \end{aligned}$$

5.5.2.2. Выполнить требования по пунктам 5.2.1.1 5.2.1.4.

5.5.2.3. Установить через датчик потока расход воды в соответствии с пунктом 5.5.2.1.

5.5.2.4. Произвести измерения объема, прошедшего через датчик потока.

5.5.2.5. Минимальное количество импульсов N_i , измеренное частотомером **Ч2** и пропорциональное прошедшему через датчик потока объему, должно быть не менее значения, указанного в **таблице 4**.

Таблица 4

Класс точности датчика потока	Количество импульсов, N_i , ед.
1	$400 + 600 q / q_p$
2 и 3	$200 + 300 q / q_p$

5.5.2.6. Относительную погрешность измерения объема $\delta_{дп}$, %, рассчитать по формуле:

$$\delta_{дп} = \frac{V_i - V_o}{V_o} \cdot 100, \quad (5)$$

где V_i - объем, измеренный поверяемым средством измерения, л;

V_o - объем, измеренный эталонным СИ, л.

$$V_i = N_i \cdot I_v \quad (6)$$

где N_i - количество импульсов, измеренное счетчиком импульсов, подключенным к поверяемому СИ, имп;

I_v - вес импульса согласно **приложения Е**, л/имп;

5.5.2.7. Датчик потока считают выдержавшим испытание, если основная относительная погрешность измерения объема не превышает значений, указанных в **таблице 5**.

Таблица 5

Обозначение датчика потока	Класс точности по СТБ ЕН 1434-1 (СТБ ГОСТ Р 51649)	Диапазон измерения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
ЭСДМ-01	1	$0,04 q_p \leq q \leq q_p$	± 1
		$q \leq q < 0,04 q_p$	$\pm(1 + 0,01 q_p / q)$, но не более 5 %
ЭСДМ-01 ЭСДУ -01	2	$0,04 q_p \leq q \leq q_p$	± 2
		$q \leq q < 0,04 q_p$	$\pm(2 + 0,02 q_p / q)$, но не более 5 %
	3	$0,04 q_p \leq q \leq q_p$	± 3
		$q \leq q < 0,04 q_p$	$\pm(3 + 0,03 q_p / q)$, но не более 5 %

5.5.2.8. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложение Ж**.



5.5.3. Определение погрешности датчиков потока с использованием имитатора расхода

5.5.3.1. На поверку представляют ультразвуковые датчики потока диаметром условного прохода равным, либо большим 200 мм.

5.5.3.2. Выполнить требования по пунктам 5.2.2.1 5.2.2.5.

5.5.3.3. На имитаторе расхода ИР1 кнопку Т1 установить в нижнее положение, при этом кнопки, Т4 и Т5 должны быть в верхнем положении (**приложение В**).

5.5.3.4. Кнопки Т2 и Т3 на имитаторе расхода установить в положение, при котором на индикаторе частотомера Ч2 наблюдаются нулевые показания.

5.5.3.5. Рассчитать частоту f , Гц, пропорциональную расходу, указанному в п. 5.5.2.1

$$f = \frac{q}{3,6q \cdot t_v} \quad (7)$$

5.5.3.6. Переключатель П1 имитатора расхода установить в положение в соответствии с таблицей Д.1 **Приложения Д**.

5.5.3.7. Переключатель П2 установить в положение, при котором частота, фиксируемая частотомером Ч2 равна частоте, рассчитанной по п. 5.5.3.5.

5.5.3.8. Перевести частотомер Ч2 в режим счета импульсов.

5.5.3.9. Одновременно включить в режим измерения частотомер Ч2 и секундомер.

5.5.3.10. По прошествии времени T_1 , не менее 240 с и накоплении частотомером Ч2 количества импульсов N_i , указанного в **таблице 6**, одновременно остановить частотомер Ч2 и секундомер.

Таблица 6

Класс точности датчика потока	Количество импульсов, N_i , ед.
2 и 3	$200 + 300 q / q_p$

5.5.3.11. Записать количество импульсов N_i , накопленное частотомером Ч2 за время измерения T_1 .

5.5.3.12. На имитаторе расхода кнопку Т4 нажать, кнопку Т5 отжать (**приложение В**).

5.5.3.13. Частотомер Ч1 перевести в режим измерения периода.

5.5.3.14. Произвести не менее трех раз измерение периода t_i^* , с.

5.5.3.15. На имитаторе расхода кнопку Т5 нажать, а кнопку Т4 отжать.

5.5.3.16. Произвести не менее трех раз измерение периода t_i^* , с.

5.5.3.17. Среднее значение периодов t_{cp}^* , с и t_{cp}^* , с, рассчитать по формулам

$$t_{cp}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i^* \quad (8)$$

$$t_{cp}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i^* \quad (9)$$

где $n = 3$;

5.5.3.18. Относительную погрешность измерения объема $\delta_{дл\%}$, %, рассчитать по формуле:

$$\delta_{дл\%} = \frac{V_i - V_0}{V_0} \cdot 100 + \delta_{км} \quad (10)$$

где $\delta_{км}$ - погрешность коэффициента масштабирования согласно п. 5.5.1, %;
 V_i - объем, измеренный поверяемым средством измерения (формула 6), л;
 V_0 - объем, измеренный эталонным СИ, л.

$$V_0 = \frac{K_m \cdot K_p \cdot T_i}{3,6} \cdot \left(\frac{1}{t_{cp}^*} - \frac{1}{t_{cp}^*} \right) \quad (11)$$

где K_m - коэффициент масштабирования, рассчитанный в соответствии с п. 5.4, м;
 K_p - коэффициент коррекции расхода, приведенный для соответствующих значений диаметра, шероховатости и скорости потока измерительной трубки, в **приложении А**;



5.5.3.19. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения объема датчиком потока $\delta_{ДП}$, %, не превышает значений, приведенных в таблице 5.

5.5.3.20. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Ж.

5.5.4. Определение погрешности измерения тепловой энергии вычислителем

5.5.4.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 5.2.3.7.

5.5.4.2. Запрограммировать вычислитель для исполнения **U1 (A3, A4, A5)** первой измерительной системы и исполнения **U1** второй измерительной системы.

5.5.4.3. Переключатель K1 и K2 установить в замкнутое положение.

5.5.4.4. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	R2, R4, R5 Ом	$K_{E0}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³
1	53	602,75	50	597,00	1237,511
2	70	635,40	50	597,00	8179,454
3	150	786,65	5	509,75	56015,913

5.5.4.5. Обнулить показания частотомера F.

5.5.4.6. Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока не менее 10000 импульсов, количество поданных импульсов контролировать частотомером F.

5.5.4.7. Накопленное вычислителем значение тепловой энергии E1 для первой измерительной системы и E2 для второй измерительной системы определить по показаниям индикатора.

5.5.4.8. Погрешность вычислителя δ_{E0} , %, рассчитать по формуле:

$$\delta_{E0} = \frac{E_1 - E_0}{E_0} \cdot 100 \quad (12)$$

где E_1 - накопленное вычислителем значение тепловой энергии, ГДж;
 E_0 - расчетное значение тепловой энергии, ГДж;

$$E_0 = K_{E0} \cdot V \quad (13)$$

где K_{E0} - коэффициент теплосодержания, ГДж/м³, рассчитанный по формуле таблицы К.2;

V - объем, измеренный поверяемым средством измерения, м³;
 i - принимает значение от 1 до 2;

$$V = N \cdot i \cdot 10^{-3} \quad (14)$$

N - количество импульсов, поданных от генератора на измерительные каналы потока вычислителя;
 i - вес импульса согласно пункта 5.2.3.3, л/имп;

Примечание: Значения физических величин, применяемых при расчетах тепловой энергии, а также расчет коэффициентов теплосодержания представлены в приложении К.

5.5.4.9. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения тепловой энергии вычислителем δ_{E0} , %, не превышает значений, рассчитанных по формуле:

$$\delta_{E0} = \pm (0,5 + \Delta \Theta_{\min} / \Delta \Theta) \quad (15)$$

5.5.4.10. Запрограммировать вычислитель для исполнения **A1** первой измерительной системы и исполнения **A1** второй измерительной системы.

5.5.4.11. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.4 – 5.5.4.9.

5.5.4.12. Переключатель K1 установить в замкнутое положение.



5.5.4.13. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.4 – 5.5.4.9.

5.5.4.14. Запрограммировать вычислитель для исполнения **A2 (U2, U3)** первой измерительной системы и исполнения **A6** второй измерительной системы.

5.5.4.15. Переключатель К1 установить в замкнутое положение, К2 – в разомкнутое.

5.5.4.16. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

№ п/п	$\Theta_{1, \Theta 3}$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta_{2, \Theta 4, \Theta 5}$ °C	R2, R4, R5 Ом	$K_{E_{10}}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³	$K_{E_{20}}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³
1	53	602,75	50	597,00	1239,246	1208,351
2	70	635,40	50	597,00	8265,070	7963,667
3	150	786,65	5	509,75	61084,165	55828,146

5.5.4.17. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.5 – 5.5.4.9.

5.5.4.18. Переключатель К1 установить в разомкнутое положение, К2 – в замкнутое.

5.5.4.19. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 8.

5.5.4.20. Выполнить операции по пунктам 5.5.4.5 – 5.5.4.9.

5.5.4.21. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Ж.

Примечания

1 Формулы расчета тепловой энергии счетчиком представлены в приложении И.

2 Для поверки всех каналов измерения тепловой энергии достаточно провести поверку исполнений счетчиков, указанных выше по тексту без скобок.

5.5.5. Определение погрешности измерения температуры вычислителем

5.5.5.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 5.2.3.4

5.5.5.2. Поочередно ко всем измерительным каналам температуры подключить магазин сопротивлений с установленными на нем значениями сопротивлений согласно таблице 9.

Таблица 9

№ п/п	Θ_0 , °C	R _i , Ом
1	0	500,00
2	80	654,50
3	150	786,65

5.5.5.3. Измеренные значения температуры определить по показаниям индикатора.

5.5.5.4. Абсолютную погрешность измерения температуры $\Delta\Theta_i$ для каждого канала измерения температуры и каждого значения температуры, определить по формуле:

$$\Delta\Theta_i = \Theta_i - \Theta_0 \text{ °C.} \quad (16)$$

где Θ_i - измеренное значение температуры, °C;

Θ_0 - эталонное значение температуры, указанное в таблице 9, °C;

i - принимает значение от 1 до 5;

5.5.5.5. Результаты испытаний считаются положительными, если для каждого канала измерения температуры и каждой контрольной точки, абсолютная погрешность измерения температуры вычислителем не превышает значения $\pm 0,3$ °C.

5.5.5.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Ж.

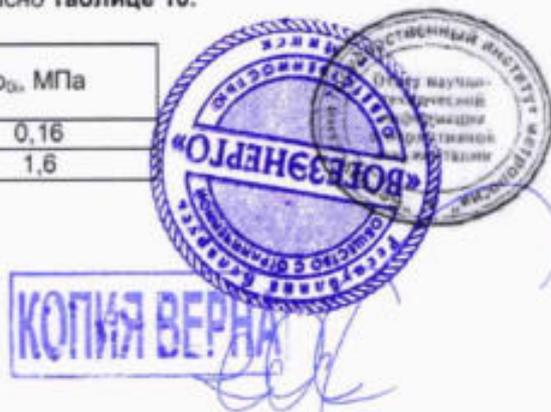
5.5.6. Определение погрешности измерения давления вычислителем

5.5.6.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 5.2.3.5.

5.5.6.2. Поочередно ко всем измерительным каналам давления подключить источник тока с установленными значениями постоянного тока согласно таблице 10.

Таблица 10

№ п/п	I _i , mA	p _{0i} , МПа
1	2	0,16
2	20	1,6



5.5.6.3. Измеренные значения давления определить по показаниям индикатора.

5.5.6.4. Приведенную погрешность измерения давления $\gamma_{pi}, \%$, для каждого канала измерения давления определить по формуле:

$$\gamma_{pi} = \frac{P_i - P_{0i}}{P_{max}} \cdot 100, \quad (17)$$

где P_i - измеренное значение давления, МПа;
 P_{max} - максимальное значение давления, равное 1,6 МПа;
 P_{0i} - расчетное значение давления, указанное в **таблице 10**, МПа;
 i - принимает значение от 1 до 5;

5.5.6.5. Результаты испытаний считаются положительными, если для каждого канала измерения давления и каждой контрольной точки, приведенная погрешность измерения давления вычислителем не превышает значения $\pm 0,5 \%$.

5.5.6.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

5.5.7. Определение погрешности измерения времени вычислителем

5.5.7.1. Выполнить требования пункта 5.2.3.1.

5.5.7.2. Подключить вход частотомера F к контакту "Т контр" вычислителя.

5.5.7.3. Измерить значение периода импульсов T, мс контрольной частоты.

5.5.7.4. Относительную погрешность измерения времени $\delta_T, \%$ рассчитать по формуле:

$$\delta_T = \frac{T - 2000}{2000} \cdot 100 \quad (18)$$

5.5.7.5. Результаты испытаний считаются положительными, если относительная погрешность измерения времени вычислителем не превышает значения $\pm 0,01 \%$.

5.5.7.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

5.5.8. Определение погрешности измерения объема вычислителем

5.5.8.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.3.1 ... 5.2.3.7.

5.5.8.2. Запрограммировать вычислитель для исполнения **U0** первой и второй измерительных систем.

5.5.8.3. Переключатели K1 и K2 установить в замкнутое положение.

5.5.8.4. Обнулить показания частотомера F.

5.5.8.5. Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока не менее 10000 импульсов, количество поданных импульсов контролировать частотомером F.

5.5.8.6. Накопленное вычислителем значение объема для первой и второй измерительных систем определить по показаниям индикатора.

5.5.8.7. Погрешность вычислителя $\delta_{Vc}, \%$, рассчитать по формуле:

$$\delta_{Vc} = \frac{V_i - V_0}{V_0} \cdot 100, \quad (19)$$

где V_i - накопленное вычислителем значение объема, л;
 V_0 - расчетное значение объема, л.

$$V_0 = N \cdot l \quad (20)$$

где N - количество импульсов, поданных от генератора на измерительные каналы потока вычислителя;

l - вес импульса согласно пункта 5.2.3.3, л/имп;

5.5.8.8. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения объема вычислителем не превышает $\pm 0,1 \%$.

5.5.8.9. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

5.5.9. Определение погрешности счетчика

5.5.9.1. Определение основной относительной погрешности измерения тепловых потоков счетчиком исполнений U1, U2, U3, A1, A2, A3, A4, A5, A6, проводят путем ее расчета по формуле:

$$\delta_E = \delta_{Ec} + \delta_{дп1} + \delta_{дп2};$$

11



- где δ_E - погрешность счетчика, %;
 δ_{Ec} - погрешность вычислителя, %;
 $\delta_{ДП}$ - погрешность датчика потока, %;
 δ_{Et} - погрешность датчиков температуры, %;

5.5.9.2. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения тепловой энергии каждым измерительным каналом не превышает значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11

Класс точности датчика потока	Предел допускаемой относительной погрешности измерения тепловой энергии, δ_E , %
1(С)	$\pm (2 + 4 \cdot \Delta\Theta_{min}/\Delta\Theta + 0,01 q_p / q)$
2(В)	$\pm (3 + 4 \cdot \Delta\Theta_{min}/\Delta\Theta + 0,02 q_p / q)$
3(А)	$\pm (4 + 4 \cdot \Delta\Theta_{min}/\Delta\Theta + 0,05 q_p / q)$

- где $\Delta\Theta$ - разность температур в подающем и обратном трубопроводах, °С;
 $\Delta\Theta_{min}$ - минимально допустимая разность температур, °С;
 q_p - максимальное значение расхода, при котором счетчик функционирует непрерывно, м³/ч;
 q - измеренное значение расхода, м³/ч.

Примечание: Для исполнения А6 следует принимать $\Delta\Theta_{min} = \Theta_{min}$, а $\Delta\Theta = \Theta$.

5.5.9.3. Определение основной относительной погрешности измерения объема счетчиком исполнения U0 проводят путем ее расчета по формуле:

$$\delta_v = \delta_{vc} + \delta_{ДП}; \quad (22)$$

- где δ_v - погрешность счетчика, %;
 δ_{vc} - погрешность вычислителя, %;
 $\delta_{ДП}$ - погрешность датчика потока, %;

5.5.9.4. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения объема не превышает значений, указанных в таблице 5.

5.5.9.5. По результатам поверки заполнить протокол по форме **Приложения Ж**.

6 ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

6.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводят по ГОСТ12997 мегаомметром между цепью питания 230В и клеммой заземления вычислителя при напряжении 500В.

6.2 Результаты проверки считают положительными, если измеренное значение сопротивления изоляции составляет не менее 20МОм.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах первичной или периодической поверки на переднюю панель вычислителя наносится клеймо-наклейка, а также оттиск знака поверки на крепежные винты с мастикой, расположенные на фальшпанелях под верхней крышкой вычислителя и под крышкой датчиков потока. На средство измерений выдается свидетельство о поверке по форме приложения "Г" ТКП 8.003- 2011.

7.2 При отрицательных результатах поверки счетчик изымают из обращения, производят гашение поверительного клейма, свидетельство о поверке аннулируют и выдают заключение о непригодности по форме приложения "Д" ТКП 8.003- 2011.



СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО»

«ВОГЕЗЭНЕРГО»

15.11.2016 В. Мазынский



УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич



Извещение ТИСШ.2-2016 об изменении № 2

МРБ МП.2057-2012

Дата введения с _____

РАЗРАБОТЧИК:
Заместитель директора
по техническим вопросам
ООО«ВОГЕЗЭНЕРГО»

Г.Е. Рыбальченко

Г.Е. Рыбальченко

09.11.2016 г.





ИЗВЕЩЕНИЕ ТЭСИЛ-2-2016		ООО «ВОЛФЭНЕРГО»	
Дата выписка	Срок изм.	Дата выписки	
Лист 1	Лист	Лист	
Код 5	По результатам ТКН акт № 45-03/0796-2016		
Причина		Не отражается	
Указание о заделе		Указание о внешернии	
Указание о применяемости		-	
Разослать		-	
Приложение		На 5 листах	
Изм.		СОДЕРЖАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ	
2		Лист 2 - 15 заменить. Листы 16-29 аннулируются.	
СОСТАВИЛ		Подпись	Дата
Зам. директора по техническим вопросам		Подпись	Дата
И.КОНТ.Р.		И.КОНТ.Р.	И.КОНТ.Р.
Пр.З.А.К.		Пр.З.А.К.	Пр.З.А.К.
Дата		Дата	Дата
Лист		Лист	Лист
Код		Код	Код
5		5	5
МРБ МП.2057-2012		МРБ МП.2057-2012	

Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики и счетчики воды СКМ-2 (далее по тексту счетчики), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки в области законодательной метрологии. Межповерочный интервал - не более 48 месяцев при выпуске из производства и не более 24 мес при эксплуатации (при применении в сфере законодательной метрологии). Поверку теплосчетчиков и счетчиков воды СКМ-2, изготовленных до 31.05.2016 г. (в т.ч. находящихся в эксплуатации), проводить по МРБ МП.2057-2012 (извещение об изменении №1). Поверку теплосчетчиков и счетчиков воды СКМ-2, изготовленных после 31.05.2016 г., проводить по МРБ МП.2057-2012 в редакции извещения об изменении №2, утвержденного и зарегистрированного в установленном порядке.

Допускается использовать в составе счетчиков следующие средства измерений:

- преобразователи сопротивления ТС-Б, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 1826 14, производитель ООО «Поинт» г. Полоцк;
- комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТС-Б, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 1827 14, производитель ООО «Поинт» г. Полоцк;
- датчики давления ИД-И, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 04 1993 14, производитель ООО «Поинт», г. Полоцк;
- преобразователи давления измерительные НТ, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 04 1992 13, производитель «Интэл», г. Новополоцк;
- термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП-Н, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 0494 11, производитель ООО «Интэл», г. Новополоцк;
- комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТСП-Н, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 1762 11, производитель ООО «Интэл», г. Новополоцк;
- счетчики электромагнитные ВИРС-М (серий 1100; 1300; 1500; 2000; 2100; 2300; 2500), номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 6017 16, производитель ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО», г. Минск, в качестве датчика потока для исполнений U1, U2, U3, A1, A2, A3, A4, A5, A6;
- счетчики электромагнитные ВИРС-М (серии 1000), номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 6017 16, производитель ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО», г. Минск, в качестве датчика потока для исполнений U0;
- счетчики ультразвуковые ВИРС-У (серий 1300; 1500; 2300; 2500), номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 6018 16, производитель ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО», г. Минск, в качестве датчика потока для исполнений U1, U2, U3, A1, A2, A3, A4, A5, A6;
- счетчики ультразвуковые ВИРС-У (серий 1300; 1500; 2300; 2500), номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 6018 16, производитель ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО», г. Минск, в качестве датчика потока для исполнений U0;
- преобразователи расхода ультразвуковые ЭСДУ-01, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 4957 12, производитель ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО», г. Минск;

В настоящей методике применяют следующие обозначения и сокращения:

- ТВ - Вычислитель
- ДП - датчик потока
- ДТ - датчик температуры
- ИВ - измерительная вставка
- УД - ультразвуковые датчики
- ЭБ - электронный блок

2 зам.

2



1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование	5.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	5.3	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки, метрологические и (или) основные технические характеристики
Внешний осмотр	5.1	—
Опробование	5.2	1. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01\%$. 2. Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737 – 79. Класс $0,02/2 \cdot 10^{-6}$. 3. Генератор импульсов Г5-75 3.269.092 ТУ. Погрешность установки периода следования импульсов не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3}T$, где T – установленный период повторения, с. Период повторения импульсов от 0,1 мкс до 9,99 с. 4. Ампервольтметр М2018, Класс 0,2, диапазон измерения 0,02 А. 5. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк + α , диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Определение погрешности измерения тепловой энергии вычислителем	5.3.1	1. Частотомер ЧЗ-34 ТУ 4.И22.721.032-71. Погрешность измерения частоты $\pm 0,01\%$.
Определение погрешности измерения температуры вычислителем	5.3.2	2. Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737 – 79. Класс $0,02/2 \cdot 10^{-6}$.
Определение погрешности измерения давления вычислителем	5.3.3	3. Генератор импульсов Г5-75 3.269.092 ТУ. Погрешность установки периода следования импульсов не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3}T$, где T – установленный период повторения, с. Период повторения импульсов от 0,1 мкс до 9,99 с.
Определение погрешности измерения времени вычислителем	5.3.4	4. Ампервольтметр М2018, Класс 0,2, диапазон измерения 0,02 А.
Определение погрешности измерения объема вычислителем	5.3.5	5. Блок питания Б5-29, погрешность 0,03Vк + α , диапазон 5 – 12 В, 0,1А.
Определения погрешности счетчика	5.3.6	
Проверка электрического сопротивления изоляции	6	Мегаомметр Ф4102/1-1М, Класс 1,5, диапазон 0 – 1000 МОм
Оформление результатов поверки	7	—
Примечание - возможно применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		

2 Зам.

КОПИЯ ВЕР...



5.2.1.10 Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока вычислителя последовательность импульсов с параметрами, указанными в п. 5.2.1.7.

5.2.1.11 Вычислитель считают прошедшим опробование, если показания индикации мгновенных параметров отличны от нуля, а показания интегральных параметров изменяются в сторону увеличения их значений.

5.2.1.12 Допускается совмещать опробование вычислителя с операциями его поверки.

5.3 Определение метрологических характеристик

5.3.1. Определение погрешности измерения тепловой энергии вычислителем

5.3.1.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.1.1 5.2.1.7.

5.3.1.2. Запрограммировать вычислитель для исполнения U1 (A3, A4, A5) первой измерительной системы и исполнения U1 второй измерительной системы.

5.3.1.3. Переключатель K1 и K2 установить в замкнутое положение.

5.3.1.4. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	R2, R4, R5 Ом	$K_{\text{теп}} \cdot 10^4$ ГДж/м ³
1	52	600,85	50	597,00	825,062
2	70	635,40	50	597,00	8179,306
3	145	777,3	5	509,75	54306,96

5.3.1.5. Обнулить показания частотомера F.

5.3.1.6. Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока не менее 10000 импульсов, количество поданных импульсов контролировать частотомером F.

5.3.1.7. Накопленное вычислителем значение тепловой энергии E1 для первой измерительной системы и E2 для второй измерительной системы определить по показаниям индикатора.

5.3.1.8. Погрешность вычислителя $\delta_{\text{теп}}$, %, рассчитать по формуле

$$\delta_{\text{теп}} = \frac{E_1 - E_0}{E_0} \cdot 100 \quad (1)$$

где E_1 - накопленное вычислителем значение тепловой энергии, ГДж;
 E_0 - расчетное значение тепловой энергии, ГДж;

$$E_0 = K_{\text{теп}} \cdot V \quad (2)$$

где $K_{\text{теп}}$ - коэффициент теплосодержания, ГДж/м³, рассчитанный по формуле таблицы Г.2 приложения Г;

V - объем, измеренный поверяемым средством измерения, м³;
 i - принимает значение от 1 до 2;

$$V = N \cdot i \cdot 10^3 \quad (3)$$

N - количество импульсов, поданных от генератора на измерительные каналы потока вычислителя;
 i - вес импульса согласно пункта 5.2.1.3, л/имп;

Примечание: Значения физических величин, применяемых при расчетах тепловой энергии, а также расчет коэффициентов теплосодержания представлены в приложении Г.

5.3.1.9. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения тепловой энергии вычислителем $\delta_{\text{теп}}$, %, не превышает значений, рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{теп}} = \pm (0,5 + \Delta\Theta_{\text{min}}/\Delta\Theta)$$

2 Зам.

КОПИЯ ВЕРНА



5.3.1.10. Запрограммировать вычислитель для исполнения **A1** первой измерительной системы и исполнения **A1** второй измерительной системы.

5.3.1.11. На магазинах сопротивления установить значение сопротивлений в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	R2, R4, R5 Ом	$K_{\text{Е10}}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³
1	52	600,85	50	597,00	825,828
2	70	635,40	50	597,00	8265,079
3	145	777,3	5	509,75	58924,811

5.3.1.12. Выполнить операции по пунктам 5.3.1.5 – 5.3.1.9.

5.3.1.13. Переключатель K1 установить в замкнутое положение, K2 – в разомкнутое.

5.3.1.14. Выполнить операции по пунктам 5.3.1.4 – 5.3.1.9.

5.3.1.15. Запрограммировать вычислитель для исполнения **A2 (U3)** первой измерительной системы и исполнения **A6** второй измерительной системы.

5.3.1.16. Переключатель K1 установить в замкнутое положение, K2 – в разомкнутое.

5.3.1.17. На магазинах сопротивления установить значения сопротивлений в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	R1, R3 Ом	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	R2, R4, R5 Ом	$K_{\text{Е10}}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³	$K_{\text{Е20}}, \cdot 10^{-5}$ ГДж/м ³
1	52	600,85	50	597,00	825,828	805,739
2	70	635,40	50	597,00	8265,079	7963,112
3	145	777,3	5	509,75	58924,811	54129,648

5.3.1.18. Выполнить операции по пунктам 5.3.1.5 – 5.3.1.9.

5.3.1.19. Запрограммировать вычислитель для исполнения **A2 (U2)** первой измерительной системы.

5.3.1.20. Переключатель K1 установить в разомкнутое положение, K2 – в замкнутое.

5.3.1.21. Выполнить операции по пунктам 5.3.1.5 – 5.3.1.9.

5.3.1.22. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Б.

Примечания

1. Формулы расчета тепловой энергии счетчиком представлены в приложении В.
2. Для поверки всех каналов измерения тепловой энергии достаточно провести поверку исполнений счетчиков, указанных выше по тексту без скобок.

5.3.2. Определение погрешности измерения температуры вычислителем

5.3.2.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.1.1 ... 5.2.1.4

5.3.2.2. Поочередно ко всем измерительным каналам температуры подключить магазин сопротивлений с установленными на нем значениями сопротивлений согласно таблице 6.

Таблица 6

№ п/п	$\Theta_{\text{и}}, \text{°C}$	$R_{\text{и}}, \text{Ом}$
1	0	500,00
2	80	654,50
3	150	786,65

5.3.2.3. Измеренные значения температуры определить по показаниям индикатора.

5.3.2.4. Абсолютную погрешность измерения температуры $\Delta \Theta_i$ для каждого канала измерения температуры и каждого значения температуры, определить по формуле:

$$\Delta \Theta_i = \Theta_i - \Theta_{\text{и}}, \text{°C},$$

где Θ_i - измеренное значение температуры, °C;

$\Theta_{\text{и}}$ - эталонное значение температуры, указанное в таблице 6, °C;

i - принимает значение от 1 до 5;

2 Зам.

КОПИЯ ВЕР



5.3.2.5. Результаты испытаний считаются положительными, если для каждого канала измерения температуры и каждой контрольной точки, абсолютная погрешность измерения температуры вычислителем не превышает значения $\pm 0,3$ °С.

5.3.2.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Б.

5.3.3. Определение погрешности измерения давления вычислителем

5.3.3.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.1.1 ..., 5.2.1.5.

5.3.3.2. Поочередно ко всем измерительным каналам давления подключить источник тока с установленными значениями постоянного тока согласно таблице 7.

Таблица 7

№ п/п	I, мА	p _р , МПа
1	2	0,16
2	20	1,6

5.3.3.3. Измеренные значения давления определить по показаниям индикатора.

5.3.3.4. Приведенную погрешность измерения давления γ_p , %, для каждого канала измерения давления определить по формуле:

$$\gamma_p = \frac{P_i - P_{max}}{P_{max}} \cdot 100, \quad (6)$$

где P_i - измеренное значение давления, МПа;

P_{max} - максимальное значение давления, равное 1,6 МПа;

p_р - расчетное значение давления, указанное в таблице 7, МПа;

i - принимает значение от 1 до 5;

5.3.3.5. Результаты испытаний считаются положительными, если для каждого канала измерения давления и каждой контрольной точки, приведенная погрешность измерения давления вычислителем не превышает значения $\pm 0,5$ %.

5.3.3.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Б.

5.3.4. Определение погрешности измерения времени вычислителем

5.3.4.1. Выполнить требования пункта 5.2.1.1.

5.3.4.2. Подключить вход частотомера F к контакту "Т контр" вычислителя.

5.3.4.3. Измерить значение периода импульсов T, мс контрольной частоты.

5.3.4.4. Относительную погрешность измерения времени δ_T , % рассчитать по формуле:

$$\delta_T = \frac{T - 2000}{2000} \cdot 100 \quad (7)$$

5.3.4.5. Результаты испытаний считаются положительными, если относительная погрешность измерения времени вычислителем не превышает значения $\pm 0,01$ %.

5.3.4.6. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Б.

5.3.5. Определение погрешности измерения объема вычислителем

5.3.5.1. Выполнить требования по пунктам 5.2.1.1 ... 5.2.1.7.

5.3.5.2. Запрограммировать вычислитель для исполнения U0 первой и второй измерительных систем.

5.3.5.3. Переключатели K1 и K2 установить в замкнутое положение.

5.3.5.4. Обнулить показания частотомера F.

5.3.5.5. Подать от генератора G на входы измерительных каналов потока не менее 10000 импульсов, количество поданных импульсов контролировать частотомером F.

5.3.5.6. Накопленное вычислителем значение объема для первой и второй измерительных систем определить по показаниям индикатора.

5.3.5.7. Погрешность вычислителя Δ_{Vc} , имп, рассчитать по формуле:

$$\Delta_{Vc} = \frac{V}{I} - N,$$

2 Зам.



где V_i - накопленное вычислителем значение объема, л;
 N - количество импульсов, поданных от генератора на измерительные каналы потока вычислителя;
 l - вес импульса согласно пункта 5.2.1.3, л/имп;

5.3.5.8. Результаты испытаний считают положительными, если абсолютная погрешность измерения объема вычислителем не превышает ± 1 имп.

5.3.5.9. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Б.

5.3.6. Определение погрешности счетчика

5.3.6.1. Определение основной относительной погрешности измерения тепловой энергии счетчиком исполнений U1, U2, U3, A1, A2, A3, A4, A5, A6, проводят путем ее расчета по формуле

$$\delta_E = \delta_{Ec} + \delta_{ДП} + \delta_{Et}; \quad (9)$$

где δ_E - погрешность счетчика, %;
 δ_{Ec} - погрешность вычислителя, %;
 $\delta_{ДП}$ - погрешность датчика потока, %;
 δ_{Et} - погрешность датчиков температуры, %;

5.3.6.2. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения тепловой энергии каждым измерительным каналом не превышает значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Класс точности датчика потока	Предел допускаемой относительной погрешности измерения тепловой энергии, δ_E , %
1(С)	$\pm (2 + 4 \cdot \Delta\theta_{\min} / \Delta\theta + 0,01 q_p / q)$
2(В)	$\pm (3 + 4 \cdot \Delta\theta_{\min} / \Delta\theta + 0,02 q_p / q)$
3(А)	$\pm (4 + 4 \cdot \Delta\theta_{\min} / \Delta\theta + 0,05 q_p / q)$

где $\Delta\theta$ - разность температур в подающем и обратном трубопроводах, °С;
 $\Delta\theta_{\min}$ - минимально допустимая разность температур, °С;
 q_p - максимальное значение расхода, при котором счетчик функционирует непрерывно, м³/ч;
 q - измеренное значение расхода, м³/ч.

5.3.6.3. Определение основной относительной погрешности измерения объема счетчиком исполнения U0 проводят путем ее расчета по формуле:

$$\delta_V = \delta_{Vc} + \delta_{ДП}; \quad (10)$$

где δ_V - погрешность счетчика, %;
 δ_{Vc} - погрешность вычислителя, %;
 $\delta_{ДП}$ - погрешность датчика потока, %;

$$\delta_{Vc} = \frac{\Delta_{Vc}}{N} \cdot 100 \quad (11)$$

где Δ_{Vc} - погрешность измерения объема вычислителем, имп.
 N - Количество импульсов по п. 5.3.5.7.

5.3.6.4. Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерения объема не превышает значений

2 Зам.

КОПИЯ ВЕРНА



при $Q_2 \leq q \leq Q_3 \pm 2\%$;
при $Q_1 \leq q < Q_2 \pm 5\%$;

где Q_3 - максимальный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 Q_2 - переходный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 Q_1 - минимальный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$.

5.3.6.5. По результатам поверки заполнить протокол по форме Приложения Б.

6 ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

6.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводят по ГОСТ 12997 мегаомметром между цепью питания 230 В и клеммой заземления вычислителя при напряжении 500 В.

6.2 Результаты проверки считают положительными, если измеренное значение сопротивления изоляции составляет не менее 20 МОм.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах первичной или периодической поверки на переднюю панель вычислителя наносится клеймо-наклейка, а также оттиск знака поверки на крепежные винты с мастикой, расположенные на фальшпанелях под верхней крышкой вычислителя и под крышкой датчиков потока. На средство измерений выдается свидетельство о поверке по форме приложения "Г" ТКП 8.003-2011.

7.2 При отрицательных результатах поверки счетчик изымают из обращения, производят гашение поверительного клейма, свидетельство о поверке аннулируют и выдают заключение о непригодности по форме приложения "Д" ТКП 8.003-2011.

2 Зам.

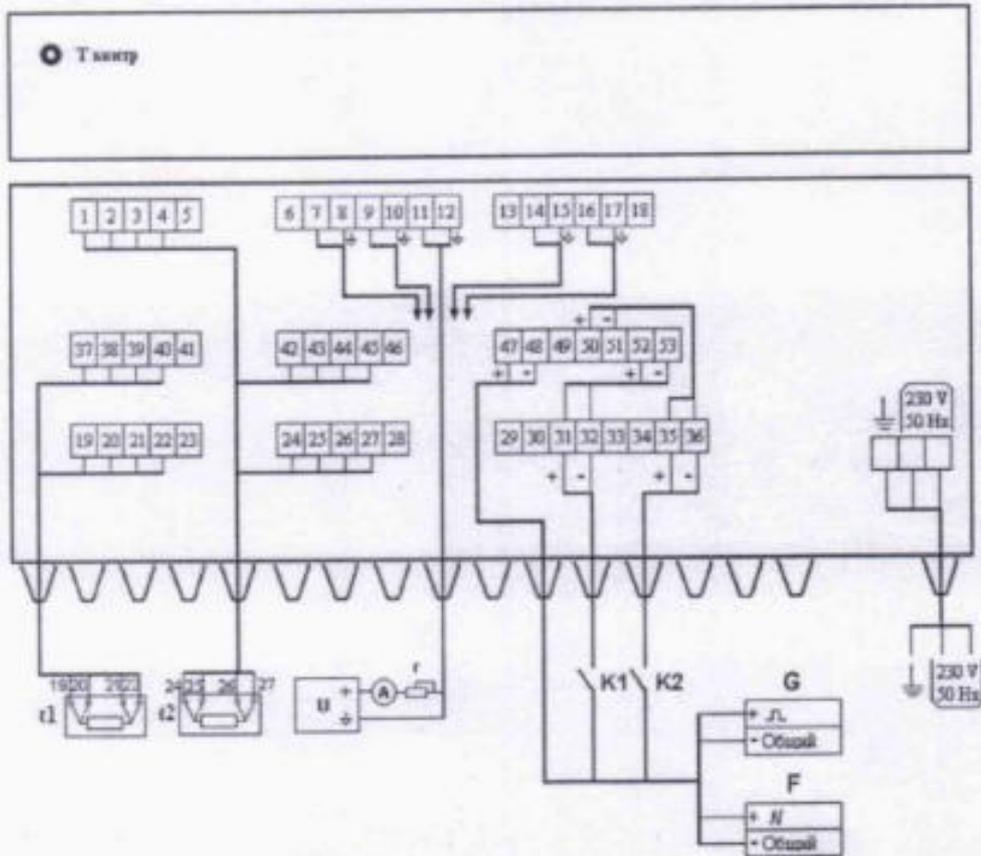
9

КОПИЯ ВЕРНА



ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЕРКИ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ



- | | | |
|-------|---|---------------------------------|
| t1,t2 | - | магазин сопротивлений Р4831 |
| G | - | генератор импульсов Г5-75 |
| F | - | частотомер ЧЗ - 34 |
| A | - | миллиамперметр постоянного тока |
| M2018 | - | |
| U | - | блок питания |
| r | - | резистор переменный |

Схема А.1

2 Зам.



Б5 Определение абсолютной погрешности измерения температуры вычислителем:

Таблица Б.3

Номер измерительного канала температуры	Эталонные значения		Измеренные значения, Θ_i , °C	Расчетные значения $\Delta\Theta_i$, °C	Допускаемые значения $\Delta\Theta_{\text{доп}}$, °C
	R, Ом	$\Theta_{\text{э}}$, °C			
1	500,00	0			±0,3
	654,50	80			
	786,65	150			
2	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			
3	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			
4	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			
5	500,00	0			
	654,50	80			
	786,65	150			

Б6 Определение относительной погрешности измерения времени вычислителем:

Таблица Б.4

Эталонное значения $T_{\text{э}}$, мс	Измеренные значения, T_i , мс	Расчетные значения δ_{T_i} , %	Допускаемые значения $\delta_{T_{\text{доп}}}$, %
2000			±0,01

Б7 Определение приведенной погрешности измерения давления вычислителем:

Таблица Б.5

Номер измерительного канала давления	Эталонные значения		Измеренные значения, p_i , МПа	Расчетные значения γ_{p_i} , %	Допускаемые значения $\gamma_{p_{\text{доп}}}$, %
	I, mA	$p_{\text{э}}$, МПа			
1	2	0,16			±0,5
	20	1,6			
2	2	0,16			
	20	1,6			
3	2	0,16			
	20	1,6			
4	2	0,16			
	20	1,6			
5	2	0,16			
	20	1,6			

Б8 Определение погрешности измерения тепловой энергии счетчиком

Таблица Б.6 - для исполнений U1,U2,U3,A1,A2,A3,A4,A5,A6

Диапазон расхода $0,9q_n \leq q \leq 1,1q_n$

№ п/п	$\Theta_{1,03}$, °C	$\Theta_{2,04}, \Theta_{5}$, °C	$\delta_{\text{гр}}$, %	$\delta_{\text{вс}}$, %	$\delta_{\text{вс}}$, %	$\delta_{\text{с}}$, %	$\delta_{\text{гр, доп}}$, % Кл. 1	$\delta_{\text{гр, доп}}$, % Кл. 2	$\delta_{\text{гр, доп}}$, % Кл. 3
2	70	50				±(2,4+0,01 q _p /q)	±(3,4+0,02 q _p /q)	±(4+0,05 q _p /q)	
3	145	5				±(2,06+0,01 q _p /q)	±(3,06+0,02 q _p /q)	±(4+0,05 q _p /q)	

2 Зам.

КОПИЯ ВЕРНА



Таблица Б.7 - диапазон расхода $0,1q_p \leq q \leq q_p$

№ п/п	$\Theta 1, \Theta 3$ °C	$\Theta 2, \Theta 4, \Theta 5$ °C	$\delta_{ДП}, \%$	$\delta_{СД}, \%$	$\delta_{СВ}, \%$	$\delta_{СВ}, \%$	$\delta_{СД, \text{доп.}} \%$ Кл. 1	$\delta_{СД, \text{доп.}} \%$ Кл. 2	$\delta_{СД, \text{доп.}} \%$ Кл. 3
1	52	50					±6	±7	±8
2	70	50					±2,4	±3,4	±4,4
3	145	5					±2,06	±3,06	±4,01

Таблица Б.8 - для исполнения U0

№ п/п	Диапазон расхода	$\delta_{ДП}, \%$	$\delta_{СД}, \%$	$\delta_{СВ}, \%$	$\delta_{СД, \text{доп.}} \%$
1	$Q_2 \leq q \leq Q_3$				±2
2	$Q_1 \leq q < Q_2$				±5

Заключение: _____

Дата поверки: _____

Подпись лица, выполнявшего поверку _____



Приложение В
(справочное)

ИСПОЛНЕНИЯ И ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПЕРВОЙ СИСТЕМЫ

Таблица В.1

Формула расчета тепловой энергии	Формула расчета массы	Обозначение исполнения
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_2)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_1$	U1
$E_1 = M_2 \cdot (h_1 - h_2)$	$M_2 = V_2 \cdot \rho_2$	U2
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_2)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_0$	U3
$E_1 = M_2 \cdot (h_1 - h_2) + (M_1 - M_2) \cdot (h_1 - h_3)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_1$	A1, A4
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_3) - M_2 \cdot (h_2 - h_3)$	$M_2 = V_2 \cdot \rho_2$	A5
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_2 \cdot (h_1 - h_3)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_1$ $M_2 = V_2 \cdot \rho_2$	A2
$E_1 = M_1 \cdot (h_1 - h_3)$	$M_1 = V_1 \cdot \rho_1$	A3

**ОБОЗНАЧЕНИЕ И ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ
ВТОРОЙ СИСТЕМЫ**

Таблица В.2

Формула расчета тепловой энергии	Формула расчета массы	Обозначение исполнения
$E_2 = M_3 \cdot (h_3 - h_4)$	$M_3 = V_3 \cdot \rho_3$	U1
$E_2 = M_4 \cdot (h_3 - h_4)$	$M_4 = V_4 \cdot \rho_4$	U2
$E_2 = M_4 \cdot (h_3 - h_4) + (M_3 - M_4) \cdot (h_3 - h_5)$	$M_3 = V_3 \cdot \rho_3$ $M_4 = V_4 \cdot \rho_4$	A1
$E_2 = M_3 \cdot h_3 - M_4 \cdot h_4 - M_5 \cdot h_5$	$M_3 = V_3 \cdot \rho_3$ $M_4 = V_4 \cdot \rho_4$ $M_5 = V_5 \cdot \rho_5$	A6

2 Зам.

КОПИЯ ВЕ...



[Handwritten signature]

Приложение Г
(справочное)

ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАСЧЕТАХ

Таблица Г.1

Для давления $p = 1,6$ МПа			
T, °C	R, Ω	ρ , кг/м ³	h, кДж/кг
5	509,75	1000,70254	22,60979
50	597,00	988,69829	210,70517
52	600,85	987,78124	219,05785
70	635,40	978,43779	294,30073
145	777,3	922,27895	611,44422

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЯ $K_{ев}$

Таблица Г.2

Обозначение исполнения	Положение переключателя		Формула расчета $K_{ев}$	
	K1	K2	Система №1	Система №2
СКМ-2-U1	+	+	$\rho_1(h_1-h_2)$	$\rho_2(h_3-h_4)$
СКМ-2-A1	+	+	$\rho_2(h_1-h_2)$	$\rho_4(h_3-h_4)$
			$\rho_1(h_1-h_3)$	$\rho_3(h_3-h_4)$
	-	-	$\rho_2(h_1-h_4)$	$\rho_3(h_3-h_4)$
СКМ-2-A2	+	-	$\rho_2(h_1-h_2)$	-
	-	+	$\rho_2(h_1-h_4)$	-
СКМ-2-A6	+	-	-	$\rho_2 h_2 - \rho_3 h_3$
	-	+	-	$\rho_2 h_2 - \rho_4 h_4$

Примечание: знаком «+» обозначено замкнутое положение переключателя; знаком «-» обозначено разомкнутое положение переключателя.



СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО»



УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ



В.Л. Гуревич

10.10.2017

Извещение ТИСШ.3-2017 об изменении № 3

МРБ МП.2057-2012

Дата введения с _____

РАЗРАБОТЧИК:

Заместитель директора
по техническим вопросам
ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО»

04.07.2017 г.

Ю.А. Погарцев

КОПИЯ ВЕРНА



ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО»		ИЗВЕЩЕНИЕ ТИСП.3-2017		ОБОЗНАЧЕНИЕ МРБ МП.2057-2012	
ДАТА ВЫПУСКА		СРОК ИЗМ.		Лист	Листов 1
ПРИЧИНА		По результатам ГКИ акт №			КОД 5
УКАЗАНИЕ О ЗАДЕЛЕ		Не отражается			
УКАЗАНИЕ О ВНЕДРЕНИИ		-			
ПРИМЕНЯЕМОСТЬ		-			
РАЗОСЛАТЬ		-			
ПРИЛОЖЕНИЕ		На 1 листе			
ИЗМ.		СОДЕРЖАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ			
3					
Лист 3 - заменить.					
СОСТАВИЛ Зам. Директора по техническим вопросам		Подпись	Дата	Н.КОНТР. ПР.ЗАК.	Подпись Дата
ИЗМЕНЕНИЕ ВНЕС					

КОПИЯ ВЕРНА



Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики и счетчики воды СКМ-2 (далее по тексту счетчики), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки в области законодательной метрологии. Межповерочный интервал - не более 48 месяцев при выпуске из производства и не более 24 мес при эксплуатации (при применении в сфере законодательной метрологии).

Поверку теплосчетчиков и счетчиков воды СКМ-2 проводить в следующем порядке:

- изготовленных до 31.05.2016 г., проводить по настоящей методике в редакции извещения об изменении №1;
- изготовленных в период с 31.05.2016 г. до 31.08.2017 г., проводить по настоящей методике в редакции извещения об изменении №2;
- изготовленных после 31.08.2017 г., проводить по настоящей методике в редакции извещения об изменении №3.

Допускается использовать в составе счетчиков следующие средства измерений:

- преобразователи сопротивления ТС-Б, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 1826 14, производитель ООО «Поинт» г. Полоцк;
- комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТС-Б, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 1827 14, производитель ООО «Поинт» г. Полоцк;
- датчики давления ИД-И, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 04 1993 14, производитель ООО «Поинт», г. Полоцк;
- преобразователи давления измерительные НТ, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 04 1992 13, производитель «Интэп», г. Новополоцк;
- термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП-Н, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 0494 11, производитель ООО «Интэп», г. Новополоцк;
- комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТСП-Н, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 10 1762 11, производитель ООО «Интэп», г. Новополоцк;
- счетчики электромагнитные ВИРС-М, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 6017 16, производитель ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО», г. Минск;
- счетчики ультразвуковые ВИРС-У, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 6018 16, производитель ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО», г. Минск;
- счетчики воды крыльчатые ЕТ-м, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 0442 15, производитель СООО «БелЦЕННЕР», г. Минск¹⁾;
- счетчики холодной воды крыльчатые МТК, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 1213 12, производитель СООО «БелЦЕННЕР», г. Минск¹⁾;
- счетчики холодной и горячей воды крыльчатые М, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 0269 15, производитель Фирма "ZENNER International GmbH&Co.KG", Германия¹⁾;
- счетчики холодной и горячей воды турбинные W, номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 0271 15, производитель Фирма "ZENNER International GmbH&Co.KG", Германия¹⁾;
- счетчики воды крыльчатые СВХ-15, СВГ-15 «СТРУМЕНЬ-ГРАН», номер Государственного реестра средств измерений РБ 03 07 0280 12, производитель НП ООО «Гран-Система-С», г.Минск¹⁾;

Примечание

¹⁾ - применяются для исполнения U0.

В настоящей методике применяют следующие обозначения и сокращения:

- ТВ - Вычислитель
- ДП - датчик потока
- ДТ - датчик температуры
- ИВ - измерительная вставка.
- УД - ультразвуковые датчики.
- ЭБ - электронный блок

