

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений Теплосчетчики СПТ960К. Методика поверки

МИ 2399-97

Введена в действие 12.03.97 г.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

Разработана и внесена ВНИИМС, АОЗТ НПФ ЛОГИКА

Исполнители: А.И. Лисенков, начальник сектора ВНИИМС, к. т. н.; В.И. Лачков, главный специалист АОЗТ НПФ ЛОГИКА.

Утверждена ВНИИМС 12.03.97 г.

Зарегистрирована ВНИИМС 12.03.97 г.

Внесена впервые.

СОДЕРЖАНИЕ

- [1. Общие положения](#)
- [2. Операции поверки](#)
- [3. Средства поверки](#)
- [4. Требования безопасности](#)
- [5. Условия поверки](#)
- [6. Подготовка к поверке](#)
- [7. Проведение поверки](#)
- [8. Оформление результатов поверки](#)
- [Приложение А. Примеры расчета фактических пределов основной погрешности измерительных каналов теплосчетчиков СПТ960К](#)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая рекомендация распространяется на теплосчетчики СПТ960К (средства измерений тепловой энергии, массы, расхода, температуры и давления теплоносителя в водяных системах теплоснабжения и теплоснабжения, изготавливаемые по техническим условиям ТУ 4217-018-23041473-97) и устанавливает правила и методы их первичной, периодической и внеочередной поверок.

Для теплосчетчиков устанавливают поэлементный метод поверки.

Первичной поверке подвергают теплосчетчики при выпуске из производства и при вводе в эксплуатацию.

Периодической поверке подвергают теплосчетчики, находящиеся в эксплуатации (межповерочный интервал - три года).

Внеочередной поверке в объеме периодической подвергают теплосчетчики, находящиеся в эксплуатации, в случае утраты документов, подтверждающих прохождение первичной или периодической поверки.

После ремонта теплосчетчиков путем замены отказавшей составной части (тепловычислителя или преобразователей расхода, температуры и давления) на исправную часть поверку теплосчетчиков не проводят.

Периодическая поверка может проводиться только по тем измерительным каналам теплосчетчика, которые эксплуатируют у пользователя. При этом в паспорте теплосчетчика делают соответствующую запись.

Составные части теплосчетчиков подвергают поверке с периодичностью, установленной в документации на каждую составную часть, но не реже, чем один раз в три года.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки теплосчетчиков выполняют операции, перечисленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Обязательность проведения операции		
		при первичной поверке		при периодической поверке
		при выпуске из производства	при вводе в эксплуатацию	
Поверка составных частей	7.1	да	*1	да
Внешний осмотр	7.2	да	да	нет
Опробование	7.3	нет	да	нет
Определение погрешности	7.4	*2	нет	*2

Примечания.

*1 - проводят при необходимости, обусловленной НД на методику поверки составной части теплосчетчика;

*2 - проводят при необходимости определения пределов фактической погрешности теплосчетчика.

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в НД на методику поверки составных частей теплосчетчиков.

Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или метрологической аттестации.

Определение пределов фактической погрешности измерительных каналов теплосчетчиков выполняют, как правило, с помощью компьютерных программ. Применение таких программ согласовывают с организациями Госстандарта, проводящими поверку теплосчетчиков.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При работе с теплосчетчиками опасным производственным фактором является напряжение 220 В силовой электрической цепи, а также теплоноситель, находящийся под давлением до 1,6 МПа при температуре до 150 °С.

При проведении испытаний необходимо соблюдать "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0 и специальные требования безопасности, изложенные в документации на составные части теплосчетчиков.

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки теплосчетчика соблюдают следующие условия (если иное не указано в методиках поверки его составных частей):

- температура окружающего воздуха: от 15 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106 кПа;
- напряжение питания: от 187 до 242 В;
- частота напряжения питания: от 49 до 51 Гц;
- вибрация: амплитуда не более 0,1 мм, частота не более 25 Гц;
- выдержка после подачи напряжения питания: не менее 15 мин.

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют подготовительные работы, изложенные в документации на составные части теплосчетчиков.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Поверка составных частей

Поверку каждой составной части выполняют отдельно в объеме и последовательности по НД на методику поверки соответствующей составной части.

Составную часть теплосчетчика считают годной, если выполняются критерии годности, изложенные в НД на методику поверки этой составной части.

7.2. Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие комплектности теплосчетчика паспорту РАЖГ.421431.001ПС;
- наличие действующих свидетельств о поверке (или других документов, подтверждающих прохождение первичной или периодической поверки) теплосчетчика и каждой его составной части;
- наличие и целостность пломб изготовителя, а также пломб и клейм, обязательных для коммерческих средств учета;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность составных частей теплосчетчика и электрических линий связи между ними.

7.3. Опробование

При опробовании теплосчетчика проверяют функционирование задействованных каналов измерений температуры, давления и расхода.

Опробование теплосчетчика проводят при вводе его в эксплуатацию в рабочих режимах и условиях узла учета тепловой энергии.

Допускается проводить опробование в режимах, отличных от рабочих, когда значения параметров теплоносителя - температуры, расхода и давления - не соответствуют проектным, но находятся в пределах номинальных диапазонов измерений преобразователей.

Проверку герметичности соединения преобразователей температуры, расхода и давления с трубопроводом проводят в объеме операций опробования каждой составной части теплосчетчика.

В память каждой составной части теплосчетчика вводят настроечные коэффициенты, указанные в эксплуатационной документации на составные части, а также наборы данных, характеризующие выбранные для опробования режимы работы оборудования.

В систему подают теплоноситель и после установления режимов потока контролируют по показаниям счетчика СПТ960 (в дальнейшем - тепловычислитель) температуру, давление и расход в тех трубопроводах, где установлены соответствующие преобразователи.

Теплосчетчик считают работоспособным, если выполняются критерии работоспособности каждой его составной части, показания контролируемых параметров устойчивы, их значения лежат в пределах диапазонов показаний, а список нештатных ситуаций пуст.

7.4. Определение погрешности

7.4.1. Фактические пределы основной абсолютной погрешности измерительных каналов температуры вычисляют по формуле

$$\Delta_{\Delta} = \pm \sqrt{(\Delta_{\Delta}^i)^2 + (\Delta_{\Delta}^{\hat{A}})^2}, \quad (7.1)$$

где Δ_{Δ} - фактические пределы основной абсолютной погрешности измерительного канала температуры, °С;

Δ_{Δ}^i - фактические пределы основной абсолютной погрешности преобразователя температуры, °С;

$\Delta_{\Delta}^{\hat{A}}$ - фактические пределы основной абсолютной погрешности тепловычислителя по показаниям температуры, °С.

Вычисления Δ_{Δ} проводят для каждого из трех расчетных значений температуры: 25, 75 и 150 °С.

Значения Δ_{Δ}^i и $\Delta_{\Delta}^{\hat{A}}$ определяют по эксплуатационной документации на преобразователи и тепловычислитель.

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения Δ_{Δ} не превышают пределов

допускаемой основной абсолютной погрешности измерительного канала температуры Δ_{Δ}^{Δ} , приведенных в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Расчетное значение температуры T, °C	Пределы допускаемой погрешности Δ_{Δ}^{Δ} , °C
25	±0,7
75	±0,9
150	±1,2

При выборе других расчетных значений температуры Δ_{Δ}^{Δ} , в °C, вычисляют по формуле

$$\Delta_{\Delta}^{\Delta} = \pm (0,6 + 0,004T), \quad (7.2)$$

где T - расчетное значение температуры, °C.

7.4.2. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов разности температур вычисляют по формуле

$$\delta_{\Delta\Delta} = \pm \sqrt{(\delta_{\Delta\Delta}^I)^2 + (\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta})^2}, \quad (7.3)$$

где $\delta_{\Delta\Delta}$ - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала разности температур, %;

$\delta_{\Delta\Delta}^I$ - фактические пределы основной относительной погрешности преобразователя разности температур, %;

$\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta}$ - фактические пределы основной относительной погрешности тепловычислителя по показаниям разности температур, %.

Вычисления $\delta_{\Delta\Delta}$ проводят для каждого из трех расчетных значений разности температур: 5, 10 и 20 °C.

Значения $\delta_{\Delta\Delta}^I$ определяют по эксплуатационной документации на преобразователи, а $\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta}$, в %, - по формуле

$$\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta} = \pm 5/\Delta T, \quad (7.4)$$

где ΔT - расчетное значение разности температур, °C.

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения $\delta_{\Delta\Delta}$ не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерительного канала разности температур $\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta}$, приведенных в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Расчетное значение разности температур ΔT , °C	Пределы допускаемой погрешности $\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta}$, %
5	± 2,8 (1,9)
10	± 1,4 (1,0)
20	± 0,7 (0,55)

Примечание. В скобках указаны значения для преобразователей КТПТР-01 и КТПТР-02.

При выборе других расчетных значений разности температур $\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta}$, в %, вычисляют по формулам

$$\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta} = \pm (0,1 + 9/\Delta T) - \text{для преобразователей КТПТР-01 и КТПТР-02}, \quad (7.5)$$

$$\delta_{\Delta\Delta}^{\Delta} = \pm \begin{cases} 0,5 + 4/\Delta T & \text{и } \delta_{\Delta\Delta} \geq 20\% \\ 1 + 4/\Delta T & \text{и } \delta_{\Delta\Delta} > 20\% \text{ и } \Delta T \geq 10 \\ 2 + 4/\Delta T & \text{и } \delta_{\Delta\Delta} > 20\% \text{ и } \Delta T \geq 5 \end{cases} \quad (7.6)$$

- для прочих типов попарно подобранных преобразователей температуры,

где ΔT - расчетное значение разности температур, °C.

7.4.3. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов давления вычисляют по формуле

$$\delta_D = \pm (\mathcal{D}_A / \mathcal{D}) \cdot \sqrt{(\gamma_D^I)^2 + (\gamma_D^{\Delta})^2}, \quad (7.7)$$

где δ_D - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала давления, %;

γ_D^I - фактические пределы основной приведенной погрешности преобразователя давления,

%;

γ^B - фактические пределы основной приведенной погрешности тепловычислителя по показаниям давления, %;

P_B - верхний предел номинального диапазона измерений преобразователя давления, МПа (кгс/см²);

P - расчетное значение давления, МПа (кгс/см²).

Вычисления δ_P проводят для каждого из трех расчетных значений давления: $0,3 P_B$, $0,5 P_B$ и P_B .

Значения γ^I , P_B и γ^B определяют по эксплуатационной документации на преобразователи и тепловычислитель.

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения δ_P не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерительного канала давления δ_{P^D} , равных $\pm 2,0$ %.

Для других расчетных значений давления δ_{P^D} составляют также $\pm 2,0$ % при выборе значений давления в диапазоне: $0,26 P_B \leq P \leq P_B$ - для преобразователей класса 0,5 и $0,14 P_B \leq P \leq P_B$ - для преобразователей класса 0,25.

7.4.4. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода вычисляют по формуле

$$\delta_Q = \pm \sqrt{(\delta_Q^I)^2 + (\delta_Q^A)^2}, \quad (7.8)$$

где δ_Q - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала объемного расхода, %;

δ_Q^I - фактические пределы основной относительной погрешности преобразователя объемного расхода, %;

δ_Q^B - фактические пределы основной относительной погрешности тепловычислителя по показаниям объемного расхода, %.

Вычисления δ_Q проводят для каждого из трех расчетных значений объемного расхода: $0,3 Q_{\text{НАИБ}}$, $0,5 Q_{\text{НАИБ}}$ и $Q_{\text{НАИБ}}$, где $Q_{\text{НАИБ}}$ - наибольший измеряемый расход преобразователя, м³/с (м³/ч).

Значения δ_Q^I , $Q_{\text{НАИБ}}$ и δ_Q^B определяют по эксплуатационной документации на преобразователи и тепловычислитель. Если в качестве сигнала, пропорционального объемному расходу, применяют сигнал тока, то δ_Q^B , в %, определяют по формуле

$$\delta_Q^B = \gamma_Q^B \cdot Q_{\text{НАИБ}} / Q, \quad (7.9)$$

где γ_Q^B - фактические пределы основной приведенной погрешности тепловычислителя по показаниям объемного расхода, %;

Q - расчетное значение объемного расхода, м³/с (м³/ч).

Вычисления δ_Q^I в случае применения преобразователя расхода ИР45-01 со встроенным преобразователем частота-ток проводят для двух расчетных значений объемного расхода: $0,52 Q_{\text{НАИБ}}$ и $Q_{\text{НАИБ}}$ - При этом δ_Q^I , в %, определяют по формуле

$$\delta_Q^I = \sqrt{(\delta_{\text{ЕД}}^I)^2 + (\gamma_I^I \cdot Q_{\text{НАИБ}} / Q)^2}, \quad (7.10)$$

где $\delta_{\text{ИР}}^I$ - фактические пределы основной относительной погрешности ИР45-01 (по частотному выходному сигналу), %;

γ_I^I - фактические пределы основной приведенной погрешности встроенного преобразователя частота-ток, %.

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения δ_Q не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерительного канала объемного расхода δ_{Q^D} , равных $\pm 2,0$ %.

При выборе других расчетных значений объемного расхода в диапазонах измерений расхода, приведенных в таблице 7.3, δ_{Q^D} составляют также $\pm 2,0$ %.

Таблица 7.3

Условное обозначение преобразователя объемного расхода или объема	Диапазон измерений объемного расхода
ДПК-С	$0,02 Q_{\text{НАИБ}} < Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
SONOFLO	$0,05 Q_{\text{НАИБ}} < Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
ИПРЭ*; МР400К*; UFM-001*; УЗР-В-М*; УРСВ-010М; СВА	$0,1 Q_{\text{НАИБ}} < Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
РОСТ1*	$0,16 Q_{\text{НАИБ}} < Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
УРСВ-010; ВСТ; МТW1; WPHW1; ETW1; WPD; WPW1; WSW1;	$0,04 Q_{\text{НАИБ}} < Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$

COSMOS	
ИР45-01*	$0,52Q_{\text{НАИБ}} < Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$

Примечание. У преобразователей, помеченных символом *, применяют выходной сигнал тока, у прочих - числоимпульсный сигнал.

7.4.5. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов массового расхода вычисляют по формуле

$$\delta_G = \pm \sqrt{(\delta_Q)^2 + (\delta_G^B)^2}, \quad (7.11)$$

где δ_G - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала массового расхода, %;

δ_Q - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала объемного расхода, %;

δ_G^B - фактические пределы основной относительной погрешности тепловычислителя по вычислению массового расхода, %.

Вычисления δ_G проводят для каждого из трех расчетных значений объемного расхода: $0,3Q_{\text{НАИБ}}$, $0,5Q_{\text{НАИБ}}$ и $Q_{\text{НАИБ}}$.

Значения $Q_{\text{НАИБ}}$ и δ_Q определяют по эксплуатационной документации на преобразователи и тепловычислитель, а δ_Q - по формуле (7.8).

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения δ_G не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерительного канала массового расхода $\delta_G^{\text{Д}}$, равных $\pm 2,0$ %.

При выборе других расчетных значений объемного расхода в диапазонах, приведенных в таблице 7.3, $\delta_G^{\text{Д}}$ составляют также $\pm 2,0$ %.

7.4.6. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов массы вычисляют по формуле

$$\delta_M = \pm \sqrt{(\delta_G)^2 + (\delta_M^B)^2}, \quad (7.12)$$

где δ_M - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала массы, %;

δ_G - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала массового расхода, %;

δ_M^B - фактические пределы основной относительной погрешности тепловычислителя по вычислению массы, %.

Вычисления δ_M проводят для каждого из трех расчетных значений объемного расхода: $0,3Q_{\text{НАИБ}}$, $0,5Q_{\text{НАИБ}}$ и $Q_{\text{НАИБ}}$.

Значения $Q_{\text{НАИБ}}$ и δ_M определяют по эксплуатационной документации на преобразователи расхода и тепловычислитель, а δ_G - по формуле (7.11).

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения δ_M не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерительного канала массы $\delta_M^{\text{Д}}$, равных $\pm 2,0$ %.

При выборе других расчетных значений объемного расхода в диапазонах, приведенных в таблице 7.3, $\delta_M^{\text{Д}}$ составляют также $\pm 2,0$ %.

7.4.7. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов тепловой энергии на стороне потребителя вычисляют по формуле

$$\delta_{WE} = \pm \sqrt{(\delta_{G1})^2 + (\delta_{\Delta t})^2 + (\delta_W^B)^2}, \quad (7.13)$$

где δ_{WE} - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии на стороне потребителя %;

δ_{G1} - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала массового расхода в подающем трубопроводе, %;

$\delta_{\Delta t}$ - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала разности температур, %;

δ_W^B - фактические пределы основной относительной погрешности тепловычислителя по вычислению тепловой энергии, %.

Вычисления δ_{WE} проводят для каждого из трех наборов расчетных значений разности температур ΔT и объемного расхода Q_1 в подающем трубопроводе:

50 °C и $0,5Q_{\text{НАИБ}}$;

10 °C и $0,5Q_{\text{НАИБ}}$;

5 °С и $Q_{1\text{НАИБ}}$,
 где $Q_{1\text{НАИБ}}$ - наибольший измеряемый расход преобразователя в подающем трубопроводе, м³/с (м³/ч).

Значения $Q_{1\text{НАИБ}}$ и δ_w^B определяют по эксплуатационной документации на преобразователь и тепловычислитель, а $\delta_{\Delta T}$ и δ_G - по формулам (7.3) и (7.11).

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения $\delta_{w\text{И}}$ не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии $\delta_{w\text{И}}^L$, приведенных в таблице 7.4.

Таблица 7.4

Наборы расчетных значений ΔT и	Пределы допускаемой погрешности 5ш^M , %
$\Delta T = 50^\circ\text{C}$, $Q_1 = 0,5Q_{1\text{НАИБ}}$	$\pm 4,0$
$\Delta T = 10^\circ\text{C}$, $Q_1 = 0,5Q_{1\text{НАИБ}}$	$\pm 5,0$
$\Delta T = 5^\circ\text{C}$, $Q_1 = Q_{1\text{НАИБ}}$	$\pm 6,0$

При выборе других расчетных значений разности температур и других расчетных значений объемного расхода в диапазонах, приведенных в таблице 7.5, $\delta_{w\text{И}}^L$ составляют:

- $\pm 4,0\%$ - при $20 \leq \Delta T(^\circ\text{C}) \leq 150$;
- $\pm 5,0\%$ - при $10 \leq \Delta T(^\circ\text{C}) < 20$;
- $\pm 6,0\%$ - при $5 \leq \Delta T(^\circ\text{C}) < 10$ или $3 \leq \Delta T(^\circ\text{C}) < 10$ (при использовании преобразователей КТПТР-01 и КТПТР-02).

Таблица 7.5

Условное обозначение преобразователя объемного расхода или объема	Диапазон измерения объемного расхода
ДПК-С	$0,02Q_{\text{НАИБ}} \leq Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
SONOFLO	$0,05Q_{\text{НАИБ}} \leq Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
UFM-001*; MP400K*	$0,06Q_{\text{НАИБ}} \leq Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
ИПРЭ*; РОСТ1*; УЗР-В-М*; УРСВ-10М; СВА	$0,1Q_{\text{НАИБ}} \leq Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
УРСВ-010; ДПК-М; ВСТ; МТW1; WPHW1; ETW1; WPD; WPW1; WSW1; COSMOS	$0,04Q_{\text{НАИБ}} \leq Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$
ИР45-01*	$0,3Q_{\text{НАИБ}} \leq Q \leq Q_{\text{НАИБ}}$

Примечание. У преобразователей, помеченных символом *, применяют выходной сигнал тока, у прочих - числоимпульсный сигнал.

7.4.8. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии на стороне источника (в зависимости от способа определения расхода подпитки) вычисляют по формулам

а) схема учета с определением расхода подпитки непосредственно с помощью преобразователя расхода в трубопроводе подпитки

$$\delta_{w0} = \pm \sqrt{(\hat{a}_1 \cdot \delta_{G1})^2 + (\hat{a}_1 \cdot \delta_{\Delta T})^2 + (\hat{a}_2 \cdot \delta_{G1})^2 + (\hat{a}_2 \cdot \delta_{\Delta T_{2XB}})^2 + (\delta_w^B)^2}, \quad (7.14)$$

б) схема учета с определением расхода подпитки по разности расходов, измеренной с помощью однотипных подобранных попарно преобразователей расхода в подающем и обратном трубопроводе

$$\delta_{w0} = \pm \sqrt{(\hat{a}_1 \cdot \delta_{G1})^2 + (\hat{a}_1 \cdot \delta_{\Delta T})^2 + (\hat{a}_2 \cdot \delta_{\Delta G})^2 + (\hat{a}_2 \cdot \delta_{\Delta T_{2XB}})^2 + (\delta_w^B)^2}, \quad (7.15)$$

в) схема учета с определением расхода подпитки по разности расходов, измеренной с помощью не подобранных попарно преобразователей в подающем и обратном трубопроводе

$$\delta_{w0} = \pm \sqrt{(\hat{a}_3 \cdot \delta_{G1})^2 + (\hat{a}_1 \cdot \delta_{\Delta T})^2 + (\hat{a}_4 \cdot \delta_{G2})^2 + (\hat{a}_2 \cdot \delta_{\Delta T_{2XB}})^2 + (\delta_w^B)^2}, \quad (7.16)$$

где $V_1 = 1/(1 + K_T \cdot K_P),$ (7.17)

$V_2 = 1 - V_1,$ (7.18)

$V_3 = (1 + K_T) \cdot V_1,$ (7.19)

$V_4 = 1 - V_3,$ (7.20)

$K_T = \Delta T_{2XB}/\Delta T,$ (7.21)

$K_P = Q_{\text{П}}/Q_1,$ (7.22)

δ_{w0} - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии на стороне источника, %;

δ_{G1} - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала массового расхода в подающем трубопроводе, %;

δ_{G2} - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала массового расхода в обратном трубопроводе, %;

δ_{GP} - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала массового расхода в трубопроводе подпитки, %;

$\delta_{\Delta G}$ - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала разности массового расхода между подающим и обратным трубопроводами, %;

$\delta_{\Delta T}$ - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала разности температур теплоносителя между подающим и обратным трубопроводами, %;

$\delta_{\Delta T_{2XB}}$ - фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала разности температур теплоносителя между обратным трубопроводом и трубопроводом подпитки, %;

δ_{w^B} - фактические пределы основной относительной погрешности тепловычислителя по вычислению тепловой энергии, %;

ΔT - расчетное значение разности температур теплоносителя между подающим и обратным трубопроводами, °C;

ΔT_{2XB} - расчетное значение разности температур теплоносителя между обратным трубопроводом и трубопроводом подпитки, °C;

Q_1 - расчетное значение объемного расхода теплоносителя в подающем трубопроводе, м³/с (м³/ч);

Q_P - расчетное значение объемного расхода теплоносителя в трубопроводе подпитки, м³/с (м³/ч).

Вычисления δ_{w0} проводят для каждого из трех наборов расчетных значений разности температур ΔT теплоносителя между подающим и обратным трубопроводами и объемного расхода Q_1 в подающем трубопроводе:

100 °C и $Q_{1НАИБ}$;

50 °C и $0,5Q_{1НАИБ}$;

20 °C и $0,3Q_{1НАИБ}$,

где $Q_{1НАИБ}$ наибольший измеряемый расход преобразователя в подающем трубопроводе, м³/с (м³/ч).

При этом в каждом случае принимают: $\Delta T_{2XB} = 50$ °C; $Q_P = 0,1Q_{1НАИБ}$.

Значения $Q_{1НАИБ}$ и δ_{w^B} определяют по эксплуатационной документации на преобразователь и тепловычислитель, а $\delta_{\Delta T}$, $\delta_{\Delta T_{2XB}}$ и δ_{G1} , δ_{G2} , δ_{GP} - по формулам (7.3) и (7.11).

Теплосчетчик считают годным, если вычисленные значения δ_{w0} не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии $\delta_{w0}^Д$, приведенных в таблице 7.6.

Таблица 7.6

Наборы расчетных значений ΔT и Q_1	Пределы допускаемой погрешности $\delta_{w0}^Д$, %
$\Delta T = 100$ °C, $Q_1 = Q_{1НАИБ}$	$\pm 4,0$
$\Delta T = 50$ °C, $Q_1 = 0,5Q_{1НАИБ}$	$\pm 4,0$
$\Delta T = 20$ °C, $Q_1 = 0,3Q_{1НАИБ}$	$\pm 5,0$

При выборе других расчетных значений разности температур (при выполнении условия $\Delta T > \Delta T_{2XB} > 10$ °C) и расхода в диапазоне изменений, приведенном в таблице 7.5, $\delta_{w0}^Д$ составляют: $\pm 4,0$ % - при $20 \leq \Delta T$ (°C) ≤ 150 ; $\pm 5,0$ % - при $10 \leq \Delta T$ (°C) < 20 .

7.4.9. Примеры расчета фактических пределов основной погрешности измерительных каналов теплосчетчиков СПТ960К.

Примеры расчета приведены в приложении А.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте теплосчетчика результатов и даты поверки, заверенной подписью поверителя с нанесением поверительного клейма по ПР50.2.007.

При отрицательных результатах периодической поверки теплосчетчика в его паспорте делают запись о непригодности, а клеймо гасят.

Порядок оформления результатов поверки составных частей теплосчетчиков приведен в НД на методику поверки каждой составной части.

Приложение А

ПРИМЕРЫ расчета фактических пределов основной погрешности измерительных каналов теплосчетчиков СПТ960К

А.1. Пример расчета фактических пределов основной погрешности измерительных каналов теплосчетчика СПТ960К для применения на стороне потребителя в составе:

преобразователи температуры в подающем и обратном трубопроводе - подобранная пара типа КТПТР-01;

преобразователи объемного расхода в подающем и обратном трубопроводе - типа РОСТ1;

преобразователи избыточного давления в подающем и обратном трубопроводе - типа «Сапфир 22М ДИ», класса 0,25;

тепловычислитель - счетчик СПТ960.

А.1.1. Фактические пределы основной абсолютной погрешности измерительных каналов температуры в подающем и обратном трубопроводе рассчитаны по формуле (7.1).

Результаты расчета приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Расчетное значение температуры T , °С	Пределы основной абсолютной погрешности температуры, °С	
	Фактические ΔT	Допускаемые ΔT^D
25	$\pm 0,26$	$\pm 0,7$
75	$\pm 0,30$	$\pm 0,9$
150	$\pm 0,45$	$\pm 1,2$

А.1.2. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов разности температур между подающим и обратным трубопроводами рассчитаны по формуле (7.3).

Результаты расчета приведены в таблице А.2.

Таблица А.2

Расчетное значение разности температур ΔT , °С	Пределы основной относительной погрешности разности температур, %	
	Фактические $\delta_{\Delta T}$	Допускаемые $\delta_{\Delta T}^D$
100	$\pm 0,16$	$\pm 0,19$
50	$\pm 0,22$	$\pm 0,28$
20	$\pm 0,43$	$\pm 0,55$
10	$\pm 0,78$	$\pm 1,00$
5	$\pm 1,49$	$\pm 1,90$
3	$\pm 1,73$	$\pm 3,10$

А.1.3. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов давления в подающем и обратном трубопроводе рассчитаны по формуле (7.7).

Результаты расчета приведены в таблице А.3.

Таблица А.3

Расчетное значение давления P , МПа (кгс/см ²)	Пределы основной относительной погрешности давления, %	
	Фактические δ_P	Допускаемые δ_P^D
P_B	$\pm 0,27$	± 2
$0,75P_B$	$\pm 0,34$	
$0,3P_B$	$\pm 0,90$	
$0,14P_B$	$\pm 1,92$	

А.1.4. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода, массового расхода и массы в подающем и обратном трубопроводе рассчитаны по формуле (7.10), (7.11) и (7.12), соответственно.

Результаты расчета приведены в таблице А.4.

Таблица А.4

Расчетное значение объемного расхода	Пределы основной относительной погрешности, %					
	Объемного расхода		Массового расхода		Массы	
	Фактические δ_Q	Допускаемые δ_Q^D	Фактические δ_G	Допускаемые δ_G^D	Фактические δ_M	Допускаемые δ_M^D
$Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 0,51$	± 2	$\pm 0,52$	± 2	$\pm 0,53$	± 2
$0,5Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 0,78$		$\pm 0,79$		$\pm 0,80$	
$0,3Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,13$		$\pm 1,14$		$\pm 1,15$	
$0,16Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,91$		$\pm 1,91$		$\pm 1,91$	

А.1.5. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии на стороне потребителя рассчитаны по формуле (7.13).

Результаты расчета приведены в таблице А.5.

Таблица А.5

Расчетное значение		Пределы основной относительной погрешности тепловой энергии на стороне потребителя, %	
Разности температур, °С	Объемного расхода	Фактические $\delta_{\text{ВИ}}$	Допускаемые $\delta_{\text{ВИ}}^D$
50	$Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 0,60$	± 4
	$0,5Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 0,84$	
	$0,3Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,18$	
	$0,1Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 2,48$	
10	$Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 0,96$	± 5
	$0,5Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,12$	
	$0,3Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,40$	
	$0,1Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 2,59$	
5	$Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,59$	± 6
	$0,5Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,70$	
	$0,3Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,89$	
	$0,1Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 2,88$	
3	$Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,82$	± 6
	$0,5Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,91$	
	$0,3Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 2,08$	
	$0,1Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 3,01$	

А.2. Пример расчета основной погрешности измерительных каналов теплосчетчика СПТ960К для применения на стороне источника при определении расхода подпитки по разности расходов, измеренной с помощью однотипных, но не подобранных попарно преобразователей объемного расхода в подающем и обратном трубопроводе в составе:

преобразователи температуры в подающем, обратном и подпиточном трубопроводе - подобранные попарно преобразователи сопротивления типа КТПТР-02;

преобразователи объемного расхода в подающем и обратном трубопроводе - типа UFM-001.

При этом $Q_{1\text{НАИБ}} = Q_{2\text{НАИБ}} = Q_{\text{НАИБ}}$;

преобразователи избыточного давления в подающем, обратном и подпиточном трубопроводе - типа «Сапфир 22М ДИ», класса 0,25;

тепловычислитель - счетчик СПТ960.

А.2.1. Результаты расчета фактических пределов основной погрешности измерительных каналов температуры, разности температур и давления соответствуют:

таблице А.1 - для температуры;

таблице А.2 - для разности температур между подающим и обратным трубопроводами, а также разности температур между обратным и подпиточным трубопроводами;

таблице А.3 - для давления.

А.2.2. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода, массового расхода и массы в подающем и обратном трубопроводе рассчитаны по формуле (7.10), (7.11) и (7.12), соответственно.

Результаты расчета приведены в таблице А.6.

Таблица А.6

Расчетное значение	Пределы основной относительной погрешности, %		
	Объемного расхода	Массового расхода	Массы

объемного расхода	Фактические δ_Q	Допускаемые δ_{Q^D}	Фактические δ_G	Допускаемые δ_{G^D}	Фактические δ_M	Допускаемые δ_{M^D}
$Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,50$	± 2	$\pm 1,51$	± 2	$\pm 1,51$	± 2
$0,5Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,51$		$\pm 1,52$		$\pm 1,52$	
$0,3Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,54$		$\pm 1,55$		$\pm 1,55$	
$0,1Q_{\text{НАИБ}}$	$\pm 1,80$		$\pm 1,81$		$\pm 1,81$	

А.2.3. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии на стороне источника рассчитаны по формуле (7.16).

Результаты расчета приведены в таблице А.7.

Таблица А.7

Расчетное значение				Пределы основной относительной погрешности тепловой энергии на стороне источника, %	
Разности температур, °С		Объемного расхода в единицах $Q_{\text{НАИБ}}$			
ΔT	$\Delta T_{2ХВ}$	Q_1	Q_2	Фактические δ_{w0}	Допускаемые δ_{w0^D}
100	50	1,0	0,9	$\pm 2,27$	± 4
50		0,5	0,4	$\pm 2,74$	
20		0,3	0,2	$\pm 3,31$	

А.3. Пример расчета фактических пределов основной погрешности измерительных каналов теплосчетчика СПТ960К для применения на стороне источника при определении расхода подпитки с помощью крыльчатого счетчика воды в составе:

преобразователи температуры в подающем, обратном и подпиточном трубопроводе - подобранные попарно преобразователи сопротивления типа КТПТР-02;

крыльчатые счетчики воды в подающем, обратном и подпиточном трубопроводе - типа ВСТ. При этом $Q_{1\text{НАИБ}} = Q_{2\text{НАИБ}} = Q_{\text{НАИБ}}$ и $Q_{\text{ПНАИБ}} = 0,2Q_{\text{НАИБ}}$;

преобразователи избыточного давления в подающем, обратном и подпиточном трубопроводе - типа «Сапфир 22М ДИ», класса 0,25;

тепловычислитель - счетчик СПТ960.

А.3.1. Результаты расчета фактических пределов основной погрешности измерительных каналов температуры, разности температур и давления соответствуют:

таблице А.1 - для температуры;

таблице А.2 - для разности температур между подающим и обратным трубопроводами, а также разности температур между обратным и подпиточным трубопроводами;

таблице А.3 - для давления.

А.3.2. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода, массового расхода и массы в подающем, обратном и подпиточном трубопроводе рассчитаны по формуле (7.10), (7.11) и (7.12), соответственно.

Результаты расчета в каждом случае соответствуют допускаемым пределам основной относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода, массового расхода и массы $\pm 2,0$, %.

А.3.3. Фактические пределы основной относительной погрешности измерительного канала тепловой энергии на стороне источника рассчитаны по формуле (7.14).

Результаты расчета приведены в таблице А.8.

Таблица А.8

Расчетное значение				Пределы основной относительной погрешности тепловой энергии на стороне источника, %	
Разности температур, °С		Объемного расхода в единицах $Q_{\text{НАИБ}}$			
ΔT	$\Delta T_{2ХВ}$	Q_1	Q_2	Фактические δ_{w0}	Допускаемые δ_{w0^D}
100	50	1,0	0,1	$\pm 1,92$	± 4
50		0,5	0,1	$\pm 1,72$	
20		0,3	0,1	$\pm 1,46$	