



СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

В.А. Лапшинов

М.П.

02

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Вычислители тепловой энергии ПУЛЬСАР

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-544/01-2023

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на вычислители тепловой энергии ПУЛЬСАР (далее по тексту – тепловычислитель), изготовленные Обществом с ограниченной ответственностью научно-производственное предприятие «ТЕПЛОВОДОХРАН» (ООО НПП «ТЕПЛОВОДОХРАН») и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Тепловычислители обеспечивают прослеживаемость к:

– Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года;

– Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3457 от 30 декабря 2019 года.

– Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года.

– Государственному первичному эталону единицы времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 года.

1.3 Метрологические характеристики тепловычислителя подтверждаются непосредственным сличением с основными средствами поверки.

1.4 В случае наличия модуля(ей) аналогового расширения (далее – МАР) у поверяемого тепловычислителя, определение метрологических характеристик измерительных каналов осуществляют в том числе и для МАР.

1.5 Методикой поверки предусмотрена возможность реализации проведения поверки отдельных измерительных каналов из состава средства измерений для меньшего числа измерительных величин.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 3 описания типа.

1.7 Замена элемента питания тепловычислителя не влияет на метрологические характеристики. При этом дополнительная поверка тепловычислителя не требуется.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал	9.1	да	да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал	9.2	да	да
Определение относительной погрешности при преобразовании импульсного сигнала значения объема теплоносителя	9.3	да	да
Определение абсолютной погрешности при преобразовании сигналов сопротивления в значение температуры	9.4	да	да
Определение абсолютной погрешности при преобразовании разности сигналов сопротивления в значение разности температур	9.5	да	да
Определение относительной погрешности вычисления количества тепловой энергии/энергии охлаждения	9.6	да	да
Определение относительной погрешности измерений интервалов времени	9.7	да	да
Определение относительной погрешности тепловычислителя при измерении количества тепловой энергии/энергии охлаждения	9.8	да	да
Оформление результатов поверки средства измерений	10	да	да
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку тепловычислителя прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки тепловычислителей применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки.

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
Основные средства поверки		
7, 9	Средство воспроизведений аналоговых сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 8 мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6(R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
7, 9	Средство воспроизведений аналоговых сигналов напряжения постоянного тока от 0,4 до 2 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 1 мВ	Калибратор
7, 9	Средство воспроизведений сопротивлений от 80 до 1574 Ом	Магазин сопротивлений Р4831 (регистрационный номер 6332-77 в ФИФОЕИ) (далее – магазин сопротивлений)
7, 9	Средство измерений температуры, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры (без учета погрешности первичного преобразователя) $\pm (0,005+10^{-5} \cdot t)$, °С, где t – измеряемая температура	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (регистрационный номер 19736-11 в ФИФОЕИ) (далее – измеритель температуры МИТ 8)
7, 9	Средство воспроизведений последовательности импульсов в количестве от 1 до 10000 импульсов. Диапазон частоты воспроизведения последовательности импульсов должен быть не менее диапазона измерений частоты импульсного сигнала тепловычислителя и/или МАР	Генераторы импульсов точной амплитуды Г5-75 (регистрационный номер №7767-80) (далее – генератор) Частотомер электронно-счетный ЧЗ-84 (регистрационный № 26596-04 в ФИФОЕИ) (далее – частотомер)
7, 9	Эталон единицы времени, обеспечивающий воспроизведение единицы времени с соотношением показателей точности применяемого при поверке эталона и поверяемого средства измерений не более 1/3	Частотомер
Вспомогательное оборудование		
6 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (регистрационный номер № 71394-18 в Федеральном информационном фонде по
6 – 10	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон	

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
	измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	обеспечению. единства измерений)
6 – 10	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
7 – 10	Персональный компьютер с программным обеспечением «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР»	–

4.2 Допускается использование средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

4.4 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утверждённым законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и тепловычислителей, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы тепловычислителей и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5.3 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания.

5.4 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

5.5 Конструкция соединительных элементов тепловычислителя и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления тепловычислителя и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра тепловычислителя устанавливают:

- отсутствие видимых механических повреждений, препятствующего его применению;
- четкость надписей и обозначений;

- соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям эксплуатационных документов и описания типа;

- соответствие заводского номера на лицевой панели заводскому номеру на дисплее и в паспорте;

6.2 На дисплее тепловычислителя цифры и другие знаки не должны содержать пустых и/или лишних сегментов.

6.3 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- на тепловычислителе отсутствуют механические повреждения, препятствующие его применению, а также следы несанкционированного вмешательства;

- надписи и обозначения четкие;

- комплектность, внешний вид и маркировка тепловычислителя соответствуют требованиям эксплуатационных документов;

- заводской номер на лицевой панели соответствует заводскому номеру на дисплее и в паспорте;

- цифры и другие знаки на дисплее тепловычислителя не содержат пустых и/или лишних сегментов.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- тепловычислитель и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов, если условия окружающей среды отличались от указанных в разделе 3;

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;

- проверка функционирования осуществляется переключением режимов работы с помощью кнопок управления на передней панели тепловычислителя;

- проверка работоспособности тепловычислителя через персональный компьютер осуществляется при помощи программного обеспечения «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» путем сличения значений установленных параметров в тепловычислителе и выводимых на экран монитора персонального компьютера.

7.2 Результаты опробования тепловычислителя считают положительными, если:

- при нажатии кнопок управления на дисплее вычислителя визуализируется смена режимов работы;

- в процессе опробования через персональный компьютер не обнаружено разночтений между информацией, выводимой на монитор персонального компьютера, и установленными параметрами тепловычислителя.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку программного обеспечения тепловычислителя и МАР (при его наличии) проводят сравнением идентификационных данных программного обеспечения тепловычислителя с идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа тепловычислителей.

8.2 Проверку программного обеспечения тепловычислителей и МАР проводят согласно процедуре, приведенной в эксплуатационных документах.

8.3 Результаты поверки по пункту 8 считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения тепловычислителя и модуля аналогового расширения соответствуют идентификационным данным, отраженным в описании типа.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного

тока в цифровой сигнал

9.1.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в измеряемую величину выполняется при наличии соответствующих измерительных каналов у тепловычислителя или МАР.

9.1.2 Тепловычислитель подключают к персональному компьютеру с программным обеспечением «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» и переводят в режим «Поверка». К соответствующим входным клеммам тепловычислителя (МАР) подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.1.3 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 10; 50; 90 % диапазона измерений силы постоянного тока.

9.1.4 Считывают с дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» значения входного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал, γ_{I_0} , %, по формуле:

$$\gamma_{I_0} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (1)$$

- где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям вычислителя, мА;
 $I_{\text{эт}}$ – показание калибратора в контрольной точке, мА;
 $I_{\text{max}}, I_{\text{min}}$ – максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА.

Если показания тепловычислителя можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значение силы тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле:

$$I_{\text{изм}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + I_{\text{min}}, \quad (2)$$

- где X_{max} – настроенный верхний предел измерений измеряемой величины;
 X_{min} – настроенный нижний предел измерений измеряемой величины;
 $X_{\text{изм}}$ – значение измеряемой величины. Считывают с ПО или дисплея тепловычислителя.

9.1.5 Результаты поверки по 9.1 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал

9.2.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в измеряемую величину выполняется при наличии соответствующих измерительных каналов у тепловычислителя или МАР.

9.2.2 Тепловычислитель подключают к персональному компьютеру с программным обеспечением «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» и переводят в режим «Поверка». К соответствующим входным клеммам тепловычислителя (МАР) подключают калибратор,

установленный в режим воспроизведения электрического сигнала напряжения постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.2.3 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал напряжения постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 10; 50; 90 % диапазона измерений напряжения постоянного тока.

9.2.4 Считывают с дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» значения входного сигнала напряжения постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал, γ_{U_0} , %, по формуле:

$$\gamma_{U_0} = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока в контрольной точке по показаниям тепловычислителя, В;

$U_{\text{эт}}$ – показание калибратора в контрольной точке, В;

$U_{\text{max}}, U_{\text{min}}$ – максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала напряжения постоянного тока, В.

Если показания тепловычислителя можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значение напряжения постоянного тока $U_{\text{изм}}$, В, рассчитывают по формуле:

$$U_{\text{изм}} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + 0,4 \quad (4)$$

9.2.5 Результаты поверки по 9.2 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность тепловычислителя при преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (3), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.3 Определение относительной погрешности при преобразовании импульсного сигнала в значения объема теплоносителя

9.3.1 Тепловычислитель подключают к персональному компьютеру с программным обеспечением «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР», переводят в режим «Поверка».

9.3.2 К соответствующим входным клеммам тепловычислителя (МАР) в соответствии с инструкцией по эксплуатации подключают генератор, параллельно к генератору подключают частотомер. Частотомер устанавливают в режим счета импульсов.

9.3.3 Считывают с дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» начальное значение объема теплоносителя при рабочих условиях V_n , м³.

9.3.4 С помощью генератора подают импульсный сигнал с частотой $0,1 \cdot F_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot F_{\text{наиб}}$, $0,9 \cdot F_{\text{наиб}}$ (не менее 10000 импульсов, количество импульсов контролируют с помощью частотомера), где $F_{\text{наиб}}$ – максимально допустимое значение частоты, подаваемой на импульсные входы, в соответствии с паспортом тепловычислителя. Значения частоты импульсного сигнала допускается устанавливать с отклонением не более $\pm 10\%$.

9.3.5 Считывают с дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» конечное значение объема теплоносителя V_k , м³, и рассчитывают приращение объема теплоносителя $V_{\text{изм}}$, м³, по формуле:

$$V_{\text{изм}} = V_k - V_n, \quad (5)$$

9.3.6 Рассчитывают относительную погрешность при преобразовании импульсного сигнала в значение объема теплоносителя δ_n , %, по формуле:

$$\delta_n = \frac{C \cdot V_{\text{изм}} - n_2}{n_3} \cdot 100, \quad (6)$$

где C – коэффициент преобразования импульсов в тепловычислителе, импульс/м³;
 n_3 – количество импульсов, подсчитанное частотомером, импульсы.

Процедуры по 9.3.3 – 9.3.6 выполняют не менее двух раз.

9.3.7 Результаты поверки по 9.3 считают положительными, если относительная погрешность при преобразовании импульсного сигнала в значение объема теплоносителя, рассчитанная по формуле (6), не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.4 Определение абсолютной погрешности при преобразовании сигналов сопротивления в значение температуры

9.4.1 Тепловычислитель подключают к персональному компьютеру с программным обеспечением «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» и переводят в режим «Поверка». К соответствующим входным клеммам измерителя температуры МИТ 8 подключают магазин сопротивлений, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.4.2 С помощью магазина сопротивлений устанавливают электрическое сопротивление в соответствии с настроенной в тепловычислителе (МАР) номинальной статической характеристикой (далее – НСХ). В качестве контрольных точек принимают не менее трех значений температур, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая значения, близкие к минимальному и максимальному. Сопротивление, соответствующее воспроизводимой точке температуры, в зависимости от НСХ, определяют, используя табличные данные и (или) формулы ГОСТ 6651. Снимают показания температуры с измерителя температуры МИТ 8. Не изменяя положение переключателей магазина сопротивления, отсоединяют клеммы от измерителя температуры МИТ 8 и подключают к соответствующим входным клеммам тепловычислителя (МАР), в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Примечание – в настройках измерителя температуры МИТ 8 должен быть установлен тот же тип же тип НСХ, что и в тепловычислителе (МАР).

9.4.3 С дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР», считывают значения входного сигнала электрического сопротивления в единицах измерений температуры и в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность тепловычислителя при преобразовании сигналов сопротивления в значение температуры $\Delta_{\text{ТС0}}$, °С, по формуле:

$$\Delta_{\text{ТС0}} = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{изм}}$ – значение температуры по показаниям тепловычислителя, °С;

$t_{\text{эт}}$ – значение температуры по показаниям измерителя температуры МИТ 8, °С.

9.4.4 Результаты поверки по 9.4 считают положительными, если абсолютная погрешность тепловычислителя при преобразовании сигналов сопротивления в значение температуры, рассчитанная по формуле (7), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.5 Определение абсолютной погрешности при преобразовании разности сигналов сопротивления в значение разности температур

9.5.1 Тепловычислитель подключают к персональному компьютеру с программным обеспечением «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» и переводят в режим «Поверка». К соответствующим входным клеммам измерителя температуры МИТ 8 подключают магазины сопротивлений, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.5.2 С помощью магазинов сопротивлений устанавливают сопротивления в соответствии с настроенной в тепловычислителе номинальной статической характеристикой. В качестве контрольных точек принимают точки, приведенные в таблице 3. Снимают показания температуры сопротивления с измерителя температуры МИТ 8. Не изменяя положение переключателей магазинов сопротивлений, отсоединяют клеммы от измерителя температуры

МИТ 8 и подключают к соответствующим входным клеммам тепловычислителя (МАР), в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Примечание – в настройках измерителя температуры МИТ 8 должен быть установлен тот же тип же тип НСХ, что и в тепловычислителе (МАР). Измеренные значения температуры, должны быть близки к значениям температуры, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Контрольные точки для определения абсолютной погрешности при преобразовании разности сигналов сопротивления в значение разности температур

№ контрольной точки	Значение сигнала электрического сопротивления в единицах измерения температуры по показаниям первого магазина сопротивления, t_{MC1} , °С	Значение сигнала электрического сопротивления в единицах измерения температуры по показаниям второго магазина сопротивления, t_{MC2} , °С
1	1	4
2	1	75
3	1	150

9.5.3 С дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР», считывают значения разности температур и в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность тепловычислителя при преобразовании разности сигналов сопротивления в значение разности температур $\Delta_{\Delta TCo}$, °С, по формуле:

$$\Delta_{\Delta TCo} = \Delta t_{изм} - (t_{MC2} - t_{MC1}), \quad (8)$$

где $\Delta t_{изм}$ – значение разности температуры по показаниям тепловычислителя, °С;

t_{MC1} – значение температуры по показаниям измерителя температуры МИТ 8, соответствующее выставленному сопротивлению на первом магазине сопротивлений, °С;

t_{MC2} – значение температуры, по показаниям измерителя температуры МИТ 8, соответствующее выставленному сопротивлению на втором магазине сопротивлений °С.

9.5.4 Результаты поверки по 9.5 считают положительными, если абсолютная погрешность тепловычислителя при преобразовании разности сигналов сопротивления в значение разности температур, рассчитанная по формуле (8), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.6 Определение относительной погрешности вычисления количества тепловой энергии/энергии охлаждения (для МАР не проводится)

9.6.1 Тепловычислитель подключают к персональному компьютеру с программным обеспечением «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР», переводят в режим «Поверка». С помощью программного обеспечения или в тепловычислителе задают значения объема, температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе, давления в режим условно-постоянных параметров внутри соответствующих диапазонов измерений. Значение объема устанавливают не менее 500 м³. Значение давления устанавливают 1,6 МПа. Условно-постоянные значения температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе задают в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Условно-постоянные значения температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе

№ контрольной точки	Условно-постоянные значения температуры теплоносителя в обратном трубопроводе, °С	Условно-постоянные значения температуры теплоносителя в прямом трубопроводе, °С
1	50	53
2	50	70
3	1	150

9.6.2 Считывают с дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» начальное значение количества тепловой энергии/энергии охлаждения, Q_n , Гкал.

9.6.3 В соответствии с руководством по эксплуатации на тепловычислитель запускают режим приращения показаний.

9.6.4 Считывают с дисплея тепловычислителя или с персонального компьютера через программное обеспечение «Конфигуратор устройств ПУЛЬСАР» конечное значение количества тепловой энергии/энергии охлаждения, Q_k , Гкал, и рассчитывают приращение тепловой энергии, $Q_{ТСч}$, Гкал, по формуле:

$$Q_{ТСч} = Q_k - Q_n, \quad (9)$$

9.6.5 Рассчитывают относительную погрешность вычисления количества тепловой энергии тепловычислителем, δ_Q , %, по формуле:

$$\delta_Q = \frac{Q_{ТСч} - Q_э}{Q_э} \cdot 100, \quad (10)$$

где $Q_{ТСч}$ – количество тепловой энергии, измеренное тепловычислителем, Гкал;
 $Q_э$ – эталонное значение количества тепловой энергии, Гкал.

$$Q_э = \frac{V_{ЭР} \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2)}{4,1868 \cdot 10^6}, \quad (11)$$

где $V_{ЭР}$ – объем теплоносителя, заданный в тепловычислителе в режиме условно-постоянных параметров, m^3 ;
 ρ – плотность теплоносителя в прямом трубопроводе, рассчитанная по МИ 2412–97 «Рекомендация. ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя», kg/m^3 ;
 h_1 – энтальпия теплоносителя в прямом трубопроводе, рассчитанная по МИ 2412–97 «Рекомендация. ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя», kJ/kg ;
 h_2 – энтальпия теплоносителя в обратном трубопроводе, рассчитанная по МИ 2412–97 «Рекомендация. ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя», kJ/kg .

9.6.6 Результаты поверки по 9.6 считают положительными, если относительная погрешность вычисления количества тепловой энергии/энергии охлаждения, рассчитанная по формуле (10), не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.7 Определение относительной погрешности измерений интервалов времени (для МАР не проводится)

9.7.1 Определение относительной погрешности измерений текущего времени проводят в режиме «Поверка», при котором тепловычислитель выдает частоту 512 Гц. К соответствующим клеммам тепловычислителя подключают частотомер, установленный в режим измерений периода сигналов, в соответствии с инструкцией по эксплуатации. С помощью частотомера измеряют период импульсов.

9.7.2 Рассчитывают относительную погрешность измерений интервалов времени δ_τ , %, по формуле:

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{изм} - 0,001953125}{0,001953125} \cdot 100, \quad (12)$$

где $\tau_{изм}$ – период импульсов, измеренный частотомером, с;

9.7.3 Результаты поверки по 9.7 считают положительными, если относительная погрешность измерений текущего времени, рассчитанная по формуле (12), не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.8 Определение относительной погрешности тепловычислителя при измерении количества тепловой энергии/энергии охлаждения

9.8.1 При положительных результатах, полученных при выполнении пунктов 9.1 – 9.7 настоящей методики поверки, относительная погрешность тепловычислителя при измерении количества тепловой энергии/энергии охлаждения не выходит за пределы, указанные в описании типа.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

10.2 При положительных результатах поверки тепловычислитель признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

10.3 На тепловычислитель, прошедший поверку, наносят знак поверки в соответствии с рисунком 2 описания типа.

10.4 При отрицательных результатах поверки тепловычислитель признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности с указанием основных причин.