

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
по метрологии ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Д.Г. Дедков



2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловычислители ТБК-100

Методика поверки

МП 4101-2/0469-2025

Екатеринбург
2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки тепловычислителей ТБК-100 (далее – тепловычислители), изготавливаемых по ТУ 4217-001-65606972-19 «Тепловычислители ТБК-100. Технические условия» и используемых в качестве рабочих средств измерений.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых тепловычислителей к ГЭТ 1-2022 Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360, ГЭТ 4-91 Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16}$ - 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 № 2091, ГЭТ 14-2014 Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456.

1.3 В методике поверки реализована передача единиц величин методом прямых или косвенных измерений при измерении времени и методом косвенных измерений при измерении выходных сигналов первичных ИП, преобразовании их в объемный расход, температуру и давление и расчёте по полученным значениям массового расхода и тепловой энергии воды.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Метрологические требования к тепловычислителям

Наименование характеристики	Значение
Количество измерительных каналов (ИК), шт.: <ul style="list-style-type: none"> - ИК температуры (измерение электрического сопротивления ТСП с НСХ Pt100, 100П и преобразование в температуру) - ИК разности температуры (измерение электрического сопротивления комплекта ТСП с НСХ Pt100, 100П и преобразование в разность температуры) - ИК давления (измерение силы электрического тока ИП давления в диапазоне от 4 до 20 мА и преобразование в давление) - ИК расхода (измерение периода импульсов ИП объемного расхода в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^3$ с, преобразование в массовый расход и суммирование с нарастающим итогом) 	до 5 ¹⁾ до 10 ¹⁾ до 5 ¹⁾ до 6 ¹⁾
Диапазоны измерений и преобразований: <ul style="list-style-type: none"> - в температуру воды, °C - в разность температуры воды, °C - в температуру воздуха, °C - в давление (избыточное), МПа - в расход, м³/ч, т/ч - в тепловую энергию, ГДж 	от 0 до +180 от +3 до +150 от - 50 до +50 от 0 до 2,5 от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^6$ от 0 до $1 \cdot 10^6$

Продолжение таблицы 1.1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК температуры, °C	±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК разности температуры, °C	±0,05
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИК давления, %	±0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК расхода, %	±0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %	±0,01
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении и преобразовании, %: - тепловой энергии воды в закрытой системе теплоснабжения ²⁾	±(0,5+3/Δt)
¹⁾ В зависимости от выбранной схемы теплоснабжения.	
²⁾ При разности температуры в подающем и обратном трубопроводе, Δt, от +3 до +150 °C.	
ТСП – термопреобразователь сопротивления платиновый. ИП – измерительный первичный преобразователь.	

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки тепловычислителей должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики проверки	Проведение операции при	
		первичной проверке	периодической проверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к проверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	-	-
Определение относительной погрешности ИК расхода и измерений времени	10.1	да	да
Определение абсолютной погрешности ИК температуры	10.2	да	да
Определение абсолютной погрешности ИК разности температуры и относительной погрешности при измерении и преобразовании тепловой энергии воды в закрытой системе теплоснабжения	10.3	да	да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК давления	10.4	да	да

2.2 Допускается поверка тепловычислителей для меньшего числа измеряемых величин.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, тепловычислитель признают непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °C.

В помещении не должно быть пыли, дыма, газов и паров, загрязняющих аппаратуру свыше предельно допустимой концентрации для радиоэлектронной промышленности. Внешние электрические и магнитные поля, кроме геомагнитного, должны отсутствовать.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на тепловычислитель, эталоны, средства измерений, применяемые при поверке, имеющие необходимую квалификацию, аттестованные в качестве поверителей.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1	Средство измерений температуры окружающей среды с диапазоном измерений от +15 до +25 °C, с абсолютной погрешностью измерений не более 1 °C	Прибор комбинированный для контроля параметров окружающей среды MeteoSmart, рег. № 76455-19
10.1	Эталоны единицы времени, соответствующие требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 5 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне измерений от 10 до 100000 мс Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 5 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^2$ Гц	Генератор сигналов произвольной формы АКИП-3402, рег. № 40102-08 (далее – генератор)

Продолжение таблицы 5.1

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2 - 10.3	Эталоны единицы электрического сопротивления, соответствующие требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 4 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 в диапазоне воспроизведения сопротивления от 1 до 170 Ом	Мера электрического сопротивления Р3026, Р3026-1, рег. № 8478-81 (далее – мера электрического сопротивления)
10.2	Эталоны единицы электрического сопротивления, соответствующие требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 номинального сопротивления 100 Ом	Катушка электрического сопротивления измерительная Р331, рег. № 1162-58 (далее – катушка электрического сопротивления)
10.4	Эталоны единицы постоянного тока, соответствующие требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 в диапазоне воспроизведения постоянного тока от 4 до 20 мА	Калибратор токовой петли Fluke 707, рег. № 29194-05 (далее - калибратор)
8.1 10.1-10.4	Средства измерений для воспроизведения напряжения постоянного тока ($24,0 \pm 2,4$) В	Источник питания постоянного тока GPR-76030D, рег. № 55898-13 (далее – источник питания)
Вспомогательные средства поверки		
10.1	Транзистор КТ3102	
10.1	Резистор номинальным сопротивлением 10 кОм номинальной мощностью не менее 0,125 Вт	
10.3	Перемычка, выполненная многожильным медным проводом, сечением не менее $2,5 \text{ mm}^2$ и длиной не более 300 мм	

5.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16}$ - 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091, государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456.

Соответствие применяемых эталонов обязательным требованиям должно подтверждаться сведениями о результатах поверки (аттестации), включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Пригодность к

применению средств измерений должна подтверждаться сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации тепловычислителя и используемых средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра тепловычислителей следует убедиться в отсутствии механических повреждений корпуса и других дефектов, неисправностей, влияющих на работоспособность тепловычислителей, наличия и целостности пломб предприятия-изготовителя или авторизованного сервисного центра.

7.2 Комплектность тепловычислителя должна соответствовать паспорту.

7.3 Внешний вид тепловычислителя должен соответствовать описанию и изображению, приведенным в описании типа.

7.4 Результаты проверки заносят в протокол поверки.

7.5 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются требования, указанные в пунктах 7.1-7.3.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверяют соблюдение условий в соответствии с требованиями раздела 3. Результаты измерений температуры окружающего воздуха заносят в протокол поверки.

8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1.3 Подготавливают к работе тепловычислитель в соответствии с руководством по эксплуатации, подключают к источнику питания и выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, в течение не менее 30 мин в целях стабилизации температурного режима измерительных цепей.

8.1.4 Результаты считают положительными, если выполняются требования 3.1 и при подготовке тепловычислителя и средств поверки не выявлены неисправности.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проводят проверку исправности органов управления и индикации.

8.2.2 После включения тепловычислителя проверить соответствие серии и заводского номера тепловычислителя, отображаемых на дисплее, маркировке на корпусе и данным, указанным в паспорте.

8.2.3 Результаты опробования считают положительными, если при опробовании не выявлены неисправности и несоответствия.

8.3 Проверка исправности защиты данных от несанкционированного доступа

8.3.1 Снять защитную пломбу (при ее наличии) под лицевой панелью тепловычислителя, закрывающую отверстие с кнопкой «Доступ».

8.3.2 С помощью клавиатуры тепловычислителя выйти в окно «Рабочий стол». Несколько раз изменить уровень доступа с «Закрыт» на «Разрешен» и обратно коротким нажатием кнопки «Доступ». Индикация уровня доступа в строке состояния на дисплее тепловычислителя должна иметь вид:

- – когда доступ разрешен;
- – когда доступ закрыт.

8.3.3 Через пункт меню «Настройка/Общие» выполнить попытки изменения режима работы с «РАБОТА» на «ПАУЗА» или наоборот при уровнях доступа «Закрыт» и «Разрешен».

Примечание - Если схема теплоснабжения не выбрана, то перед началом проверки исправности защиты данных от несанкционированного доступа необходимо выбрать любую схему, а затем, по завершении проверки, ее выключить.

8.3.4 Результаты проверки считают положительными, если индикация уровня доступа на дисплее тепловычислителя соответствует пункту 8.3.2 и команда на изменение режима работы выполняется только в том случае, когда доступ «Разрешен».

8.3.5 По окончании проверки устанавливают режим «ПАУЗА».

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) тепловычислителей проводят путем сличения идентификационных данных ПО, отображаемых во вкладке «Об устройстве», идентификационным данным указанным в описании типа.

9.2 Результаты проверки ПО считают положительными, если идентификационные данные встроенного ПО соответствует значениям, приведенным в описании типа.

9.3 Результаты проверки заносят в протокол поверки.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение относительной погрешности ИК расхода и измерений времени

10.1.1 В соответствии со схемой соединений, приведённой на рисунке 1, подключают к ИК расхода V₁ генератор, остальные ИК расхода соединяют с каналом V₁ перемычками.

Примечание - Допускается неодновременное выполнение поверки ИК расхода с подключением средств поверки поочередно к каждому ИК, в этом случае перемычки не устанавливаются.

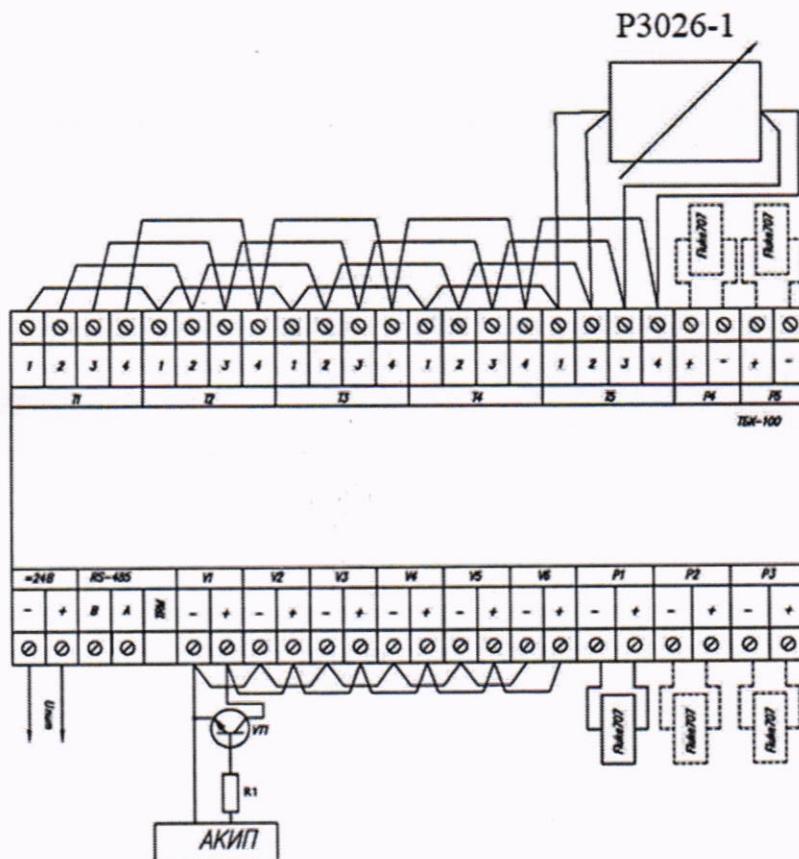


Рисунок 1 – Схема подключения средств поверки к ИК температуры, давления, расхода
 VT1 – транзистор КТ3102 или аналогичный, R1 – резистор,
 номинальное сопротивление 10 кОм, номинальная мощность не менее 0,125 Вт

10.1.2 Генератор устанавливают в режим формирования импульсов прямоугольной формы амплитудой (5 – 10) В, длительностью (5 ± 1) мс.

10.1.3 Задают на генераторе значения периода импульсов или частоту импульсов последовательно в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений для двух ИК, выбранных в соответствии с требованиями МИ 2539-99 «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки» (в ред. изм. № 1 и № 2), и в трех точках для остальных ИК, в соответствии с таблицей 10.1.

Таблица 10.1 – Контрольные точки для ИК расхода

Режим работы эталона	Задаваемые значения периода импульсов или частоты для ИК расхода	
	Для двух ИК	Для остальных ИК
Период, Тобриj, мс	10; 100; 1000; 10000; 100000	10; 1000; 100000
Частота, Фобрij, Гц	100; 10; 1; 0,1; 0,01	100; 1; 0,01

Примечание - Допускается устанавливать значения периода импульсов и частоты, отличающиеся от указанных не более чем на 10 % в пределах диапазона измерений.

Фиксируют в протоколе поверки заданные значения периода импульсов (Тобриj) или частоты (Фобрij) в зависимости от режима работы эталона.

10.1.4 Измеренные значения периода импульсов (Тизмij) отображают на дисплее тепловычислителя («рабочий стол», \leftarrow , «меню», \downarrow , «служебные», \leftarrow , «ИК расхода») или считывают через интерфейс. Полученные данные заносят в протокол поверки.

10.1.5 В зависимости от типа генератора и выбранного режима работы относительную погрешность измерений времени и ИК расхода определяют по пунктам 10.1.6 – 10.1.7 при применении генератора периода импульсов, по пунктам 10.1.8-10.1.9 при применении генератора частоты импульсов.

10.1.6 При применении генератора периода импульсов рассчитывают относительную погрешность измерений времени $\delta\tau_i$, % по формуле (1)

$$\delta\tau_i = \max_j \left\{ \frac{|T_{izm_{ij}} - T_{obr_{ij}}|}{T_{obr_{ij}}} \cdot 100 \right\}, \quad (1)$$

где $T_{izm_{ij}}$ – значение периода импульсов, измеренное тепловычислителем, мс;

$T_{obr_{ij}}$ – значение периода импульсов, установленное на генераторе, мс;

i – номер точки диапазона измерений;

j – номер ИК данного вида.

10.1.7 При применении генератора периода импульсов рассчитывают относительную погрешность ИК расхода δG_{ij} , % по формуле (2)

$$\delta G_{ij} = \frac{|T_{izm_{ij}} - T_{obr_{ij}}|}{T_{obr_{ij}}} \cdot 100 + \delta\tau_i. \quad (2)$$

10.1.8 При применении генератора частоты импульсов рассчитывают относительную погрешность измерений времени $\delta\tau_i$, % по формуле (3)

$$\delta\tau_i = \max_j \left\{ \left| T_{izm_{ij}} - \frac{1}{F_{obr_{ij}}} \right| \cdot F_{obr_{ij}} \cdot 100 \right\}, \quad (3)$$

где $F_{obr_{ij}}$ – значение частоты импульсов, установленное на генераторе, Гц.

10.1.9 При применении генератора частоты импульсов рассчитывают относительную погрешность ИК расхода δG_{ij} , % по формуле (4)

$$\delta G_{ij} = \left| T_{izm_{ij}} - \frac{1}{F_{obr_{ij}}} \right| \cdot F_{obr_{ij}} \cdot 100 + \delta\tau_i. \quad (4)$$

10.1.10 Результаты расчетов по формулам (1) - (2) или (3) - (4) заносят в протокол поверки.

10.1.11 Результаты поверки считают положительными, если во всех указанных точках относительная погрешность для каждого ИК расхода не превышает допускаемых пределов $\pm 0,1$ %, относительная погрешность измерений времени не превышает допускаемых пределов $\pm 0,01$ %.

10.2 Определение абсолютной погрешности ИК температуры

10.2.1 В соответствии со схемой соединений, приведенной на рисунке 1, подключают к одному из ИК температуры (T_j) меру электрического сопротивления, остальные ИК соединяются с каналом T_j перемычками.

Примечание - Допускается выполнение поверки ИК температуры с подключением средств поверки поочередно к каждому ИК, в этом случае перемычки не устанавливаются.

10.2.2 На мере электрического сопротивления задают значения электрического сопротивления последовательно в пяти точках для двух ИК температуры, выбранных в соответствии с требованиями МИ 2539-99, в трех точках для остальных ИК, в соответствии с таблицей 10.2.

Таблица 10.2 – Контрольные точки для ИК температуры

Наименование характеристики	Число ИК	
	Для двух ИК температуры	Для остальных ИК температуры
Значение электрического сопротивления, установленное на мере электрического сопротивления, $R_{обр_{ij}}$, Ом	80; 100; 120; 150; 170	80; 120; 170
Примечание - Допускается устанавливать значения электрического сопротивления, отличающиеся от указанных не более чем на 10 % в пределах диапазона измерений.		

Фиксируют в протоколе поверки заданные значения сопротивления меры электрического сопротивления $R_{обр_{ij}}$, Ом с учетом ее начального сопротивления по данным протокола поверки.

10.2.3 Измеренные значения электрического сопротивления отображаются на дисплее тепловычислителя («рабочий стол», \leftarrow , «меню», \downarrow , «служебные», \leftarrow , «ИК температуры») или считывают через интерфейс. При каждом заданном значении электрического сопротивления проводят не менее трех измерений. В протокол поверки заносят среднее арифметическое значение результатов измерений электрического сопротивления.

10.2.4 Рассчитывают абсолютную погрешность ИК температуры Δt_{ij} , $^{\circ}\text{C}$ по формуле (5)

$$\Delta t_{ij} = \frac{R_{изм_{ij}} - R_{обр_{ij}}}{\alpha \cdot R_0}, \quad (5)$$

где $R_{изм_{ij}}$ – значение электрического сопротивления, измеренное тепловычислителем, Ом;

$R_{обр_{ij}}$ – значение электрического сопротивления, установленное на мере электрического сопротивления, Ом;

R_0 – сопротивление ИП температуры при температуре 0°C , равное 100 Ом;

α – температурный коэффициент ТСП Pt100 по ГОСТ 6651-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний», равный $0,00385^{\circ}\text{C}^{-1}$.

10.2.5 Результаты расчетов по формуле (5) заносят в протокол поверки.

10.2.6 Результаты поверки считают положительными, если во всех указанных точках абсолютная погрешность для каждого ИК температуры не превышает допускаемых пределов $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

10.3 Определение абсолютной погрешности ИК разности температуры и относительной погрешности при измерении и преобразовании тепловой энергии воды в закрытой системе теплоснабжения

10.3.1 В соответствии со схемой соединений, приведенной на рисунке 2, подключают катушку электрического сопротивления с номинальным сопротивлением 100 Ом к ИК разности температуры с большим порядковым номером (холодная вода), а меру электрического сопротивления последовательно с катушкой электрического сопротивления к ИК разности температуры с меньшим порядковым номером (горячая вода).

Примечание - Допускается свободные ИК температуры соединять перемычками с ИК, к которому подключена катушка электрического сопротивления, по схеме, приведенной на рисунке 1.

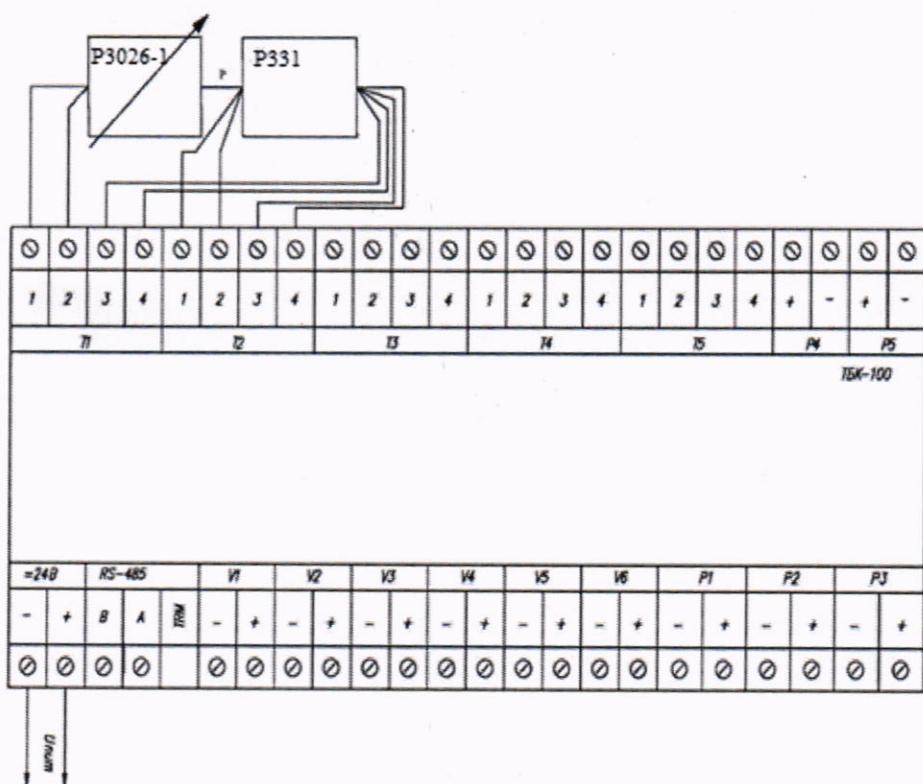


Рисунок 2 – Схема подключения средств поверки к ИК разности температуры
Р – перемычка, выполненная многожильным медным проводом сечением
не менее $2,5 \text{ мм}^2$ и длиной не более 300 мм

10.3.2 На мере электрического сопротивления задают значения разности электрического сопротивления последовательно в трех точках, соответствующих диапазону измерений разности температуры, в соответствии с таблицей 10.3 для каждого ИК разности температуры, приведенных в таблице 10.4.

Таблица 10.3 – Контрольные точки для ИК разности температуры

№ точки	Значение электрического сопротивления, установленное на мере электрического сопротивления, $\Delta R_{обр_{mk}}$, Ом
1	1,2
2	30,0
3	60,0

Примечание - Допускается устанавливать значения электрического сопротивления, отличающиеся от указанных не более чем на 10 %, в пределах диапазона измерений.

Таблица 10.4 – Допустимые комбинации ИК температуры для ИК разности температуры

Холодная вода →	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Горячая вода ↓				
T ₁	T ₁ –T ₂	T ₁ –T ₃	T ₁ –T ₄	T ₁ –T ₅
T ₂		T ₂ –T ₃	T ₂ –T ₄	T ₂ –T ₅
T ₃			T ₃ –T ₄	T ₃ –T ₅
T ₄				T ₄ –T ₅

Фиксируют в протоколе поверки заданные значения электрического сопротивления меры электрического сопротивления ($\Delta R_{обрмк}$) с учетом ее начального сопротивления по данным протокола поверки.

10.3.3 Измеренные значения разности сопротивления отображают на дисплее тепловычислителя («рабочий стол», \leftarrow , «меню», \downarrow , «служебные», \leftarrow , «ИК разности температуры») или считывают через интерфейс. При каждом заданном значении электрического сопротивления проводят не менее трех измерений. В протоколе поверки фиксируют среднее арифметическое значение результатов измерений электрического сопротивления.

10.3.4 Рассчитывают абсолютную погрешность ИК разности температуры $\Delta(\Delta t_{mk})$, $^{\circ}\text{C}$ по формуле (6)

$$\Delta(\Delta t_{mk}) = \frac{\Delta R_{изм_{mk}} - \Delta R_{обр_{mk}}}{\alpha \cdot R_0}, \quad (6)$$

где $\Delta R_{обр_{mk}}$ – значение электрического сопротивления, установленное на мере электрического сопротивления, Ом;

$\Delta R_{изм_{mk}}$ – значение электрического сопротивления, измеренное тепловычислителем, Ом;

R_0 – сопротивление ИП температуры при температуре 0°C , равное 100 Ом;

α – температурный коэффициент ТСП Pt100 по ГОСТ 6651, равный $0,00385^{\circ}\text{C}^{-1}$;

m – номер точки диапазона измерений разности температуры;

k – номер ИК разности температуры.

10.3.5 Рассчитывают относительную погрешность при измерении и преобразовании тепловой энергии воды в закрытой системе теплоснабжения δQ_{mk} , % по формуле (7)

$$\delta Q_{mk} = \max\{\delta G_{ij}\} + \frac{|\Delta R_{изм_{mk}} - \Delta R_{обр_{mk}}|}{\Delta R_{обр_{mk}}} \cdot 100, \quad (7)$$

где δG_{ij} – относительная погрешность ИК расхода, рассчитанная по формуле (2) или (4), %;

i – номер точки диапазона измерений расхода;

j – номер ИК расхода.

10.3.6 Результаты расчетов по формулам (6), (7) заносят в протокол поверки.

10.3.7 Результаты поверки считают положительными, если во всех указанных точках абсолютная погрешность для каждого ИК разности температуры не превышает допускаемых пределов $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ и относительная погрешность при измерении и преобразовании тепловой энергии воды в закрытой системе теплоснабжения, %, не превышает допускаемых пределов $\pm(0,5 + 3 \cdot (\alpha \cdot R_0) / \Delta R_{обр_{mk}})$, что соответствует $\pm(0,5 + 3/\Delta t)$, где Δt – разность температуры в ИК, $^{\circ}\text{C}$.

10.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК давления

10.4.1 В соответствии со схемой соединений, приведенной на рисунке 1, подключают к ИК давления P_j калибратор в режиме формирования тока от внешнего источника питания.

10.4.2 На калибраторе задают значения силы тока последовательно в пяти точках для двух ИК, выбранных в соответствии с требованиями МИ 2539-99, в трех точках для остальных ИК, в соответствии с таблицей 10.5.

Таблица 10.5 – Контрольные точки для ИК давления

Наименование характеристики	Число ИК температуры	
	Для двух ИК	Для остальных ИК
Значение силы постоянного тока, установленное на калибраторе, $J_{обр_{ij}}$ мА	4; 8; 12; 16; 20	4; 12; 20
Примечание - Допускается устанавливать значения силы постоянного тока, отличающиеся от указанных не более чем на 10 % в пределах диапазона измерений.		

Примечание - Допускается проводить поверку ИК давления одновременно несколькими калибраторами.

Фиксируют в протоколе поверки заданные значения силы постоянного тока ($J_{обр_{ij}}$).

Измеренные значения силы постоянного тока отображают на дисплее тепловычислителя («рабочий стол», \leftarrow , «меню», \downarrow , «служебные», \leftarrow , «ИК давления») или считывают через интерфейс. Полученные данные заносят в протокол поверки.

10.4.3 Рассчитывают приведенную к диапазону измерений погрешность ИК давления γP_{ij} , % по формуле (8)

$$\gamma P_{ij} = \frac{J_{изм_{ij}} - J_{обр_{ij}}}{16} \cdot 100, \quad (8)$$

где $J_{изм_{ij}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное тепловычислителем, мА;

$J_{обр_{ij}}$ – значение силы постоянного тока, установленное на калибраторе мА.

10.4.4 Результаты расчетов по формуле (8) заносят в протокол поверки.

10.4.5 Результаты поверки считают положительными, если во всех указанных точках приведенная к диапазону измерений погрешность для каждого ИК давления не превышает допускаемых пределов $\pm 0,1\%$.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки оформляют протокол поверки в произвольной форме.

11.2 Положительные результаты поверки тепловычислителей оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке и (или) вносят запись о проведенной поверке в паспорт средства измерений.

11.3 Отрицательные результаты поверки тепловычислителей оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

11.4 Информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.