



## 1. Введение

Настоящая методика распространяется на Калибраторы температуры серии TP (далее по тексту – калибраторы или приборы), изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

## 2. Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки калибраторов должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Используемый вставной блок (емкость)	Номер пункта МП	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр, проверка версии встроенного ПО	-	6.1	Да	Да
Проведение поверки в режиме сухоблочного калибратора температуры	Металлический вставной блок	6.2	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру	Металлический вставной блок	6.2.1	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)	Металлический вставной блок	6.2.2	Да	Да
Определение нестабильности поддержания заданной температуры	Металлический вставной блок	6.2.3	Да	Да
Определение осевой неоднородности температуры	Металлический вставной блок	6.2.4	Да	Нет
Проведение поверки в режиме жидкостного калибратора температуры	Сменная и (или) встроенная емкость для жидкости	6.3	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру	Сменная и (или) встроенная емкость для жидкости	6.3.1	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)	Сменная и (или) встроенная емкость для жидкости	6.3.2	Да	Да

Наименование операции	Используемый вставной блок (емкость)	Номер пункта МП	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
Определение нестабильности поддержания заданной температуры	Сменная и (или) встроенная емкость для жидкости	6.3.3	Да	Да
Определение неравномерности распределения температуры в жидкостной емкости калибратора	Сменная и (или) встроенная емкость для жидкости	6.3.4	Да	Нет
Проведение поверки в режиме излучателя в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ)	Вставка (излучатель) абсолютно черного тела	6.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру	Вставка (излучатель) абсолютно черного тела	6.4.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)	Вставка (излучатель) абсолютно черного тела	6.4.2	Да	Да
Определение нестабильности поддержания заданной температуры	Вставка (излучатель) абсолютно черного тела	6.4.3	Да	Да
Проведение поверки с использованием встроенной платы для измерений электрических сигналов	-	6.5	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока	-	6.5.1	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности канала измерений силы постоянного тока	-	6.5.2	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сигналов, поступающих от рабочих ТС		6.5.3	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сигналов, поступающих от преобразователей термоэлектрических (ТП)		6.5.4	Да	Да

Наименование операции	Используемый вставной блок (емкость)	Номер пункта МП	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
Проведение поверки в режиме поверхностного калибратора температуры	Металлический поверхностный блок	6.6	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)	Металлический поверхностный блок	6.6.1	Да	Да
Определение нестабильности поддержания заданной температуры	Металлический поверхностный блок	6.6.2	Да	Да
Примечание: Операции при поверке могут проводиться не в полном объеме, а в соответствии с требованиями заказчика, определяемыми особенностями применения поверяемого калибратора.				

### 3. Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип <sup>(1)</sup>	Метрологические характеристики или регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Рабочий эталон 1-го, 2-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - термометры сопротивления платиновые эталонные ПТС-10М	Регистрационный № 11804-99
Рабочий эталон 1-го, 2-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - термометры сопротивления эталонные ЭТС-25	Регистрационный № 19484-00
Рабочий эталон 1-го, 2-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - термометры сопротивления платиновые эталонные ЭТС-1С, ЭТС-1К	Регистрационный № 73672-18
Рабочий эталон 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 – термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ	Регистрационный № 57690-14
Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100	Регистрационный № 19916-10
Рабочие эталоны 2-го, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 – термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ 9-2, ПТСВ 10-2, ПТСВ 11-2, ПТСВ 12-2	Регистрационный № 65421-16
Рабочий эталон 3-го по ГОСТ 8.558-2009 - термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ-3	Регистрационный № 32777-06
Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО	Регистрационный № 19254-10

Наименование и тип <sup>(1)</sup>	Метрологические характеристики или регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО	Регистрационный № 19254-10
Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – эталонный пирометр полного или частичного излучения	-
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8	Регистрационный № 19736-11
Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ2	Регистрационный № 46432-11
Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС 3070	Регистрационный № 50281-12
Компаратор-калибратор универсальный КМ300Р	Регистрационный № 54727-13
Калибратор многофункциональный Fluke 5720А	Регистрационный № 52495-13
Калибратор процессов прецизионный Fluke 7526А	Регистрационный № 54934-13
Термопреобразователи сопротивления из платины ТС мод. ТС-1288/6, ТС1388/6, ТС-1388	Регистрационный № 58808-14
Термопреобразователи сопротивления ТСП 012 исполнения ТСП 012.04.К	Регистрационный № 60966-15 (диапазон измерений температуры: от -60 до +450 °С, длина ЧЭ: не более 10 мм)
Термопреобразователь сопротивления ЛТА-ДВ <sup>(2)</sup>	Диапазон измерений температуры: от -80 до +300 °С
Преобразователь термоэлектрический ТП мод. ТП-0188	Регистрационный № 61084-15 (диапазон измерений температуры: от 0 до +1300 °С, тип НСХ ТП: S)
Сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью	-
Вставной блок калибратора	-
Теплопроводящая жидкость (при использовании сменной и (или) встроенной жидкостной емкости)	-
Комплект измерительных проводов	-
<b>Примечание:</b> 1- Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью 2- Чертеж термопреобразователя ЛТА-ДВ пр-ва ООО «Термэкс» (г.Томск) приведен в Приложении А	

#### 4. Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

– требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭУ (2014));

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства поверки;

– указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации на калибраторы.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

## **5. Условия поверки и подготовка к ней**

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;
- внешние электрические и магнитные поля, удары и вибрации, влияющие на работу

приборов и средств поверки, должны отсутствовать.

5.2 Средства поверки и оборудование подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.3 Перед проведением поверки калибраторы должны быть выдержаны при нормальной температуре не менее 3 часов.

## **6. Проведение поверки**

При первичной и периодической поверке калибраторов с использованием внутреннего термометра и (или) внешнего ТС допускается проводить поверку в диапазонах воспроизводимых температур, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона воспроизводимых температур используемого калибратора (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

В случае использования калибратора для воспроизведения одного значения температуры поверка проводится для 3-х температурных точек: значения температуры при требуемой воспроизводимой температурной точке, а также значений на 10 °С выше и ниже требуемой температурной точки (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

Для калибраторов моделей TP37200E.2, TP37200E.2i, TP37165E.2, TP37165E.2i, TP37450E.2, TP37450E.2i, TP37700E.2, TP37700E.2i, TP3M165E.2, TP3M165E.2i, TP3M255E.2, TP3M255E.2i (далее по тексту - калибраторы «E.2(i)») необходимо проводить поверку в зависимости от настроенных температурных режимов, записанных во внутреннюю память калибратора (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке). Каждый режим имеет индивидуальные факторы при которых производилась настройка, например: тип используемого термометра (внешний или внутренний), тип используемого вставного блока калибратора, тип используемой жидкости.

При первичной и периодической поверке допускается проводить поверку без внешнего ТС.

При первичной и периодической поверке количество и тип используемых вставных блоков согласовывают с пользователем (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

При первичной и периодической поверке калибраторов с использованием встроенной платы для измерений электрических сигналов допускается проводить поверку в диапазонах измерений, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона измерений электрических сигналов используемой платы калибратора (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

При первичной и периодической поверке количество каналов и (или) тип НСХ входных сигналов встроенной платы для измерений электрических сигналов, согласовывают с пользователем (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

При первичной и периодической поверке калибраторов допускается, по согласованию с пользователем, не проводить поверку встроенной платы для измерений электрических сигналов (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

## 6.1. Внешний осмотр, проверка версии встроенного ПО

6.1.1. Проверяют калибратор на отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу калибратора и на качество поверки.

6.1.2. Проверяют версию встроенного ПО в зависимости от модели калибратора.

6.1.2.1. Для калибраторов моделей TP17200, TP17200S, TP17166, TP17166S, TP17165, TP17165S, TP17165M, TP17450, TP17450S, TP17650, TP17650S, TP17650M, TPM165S, TPM255S, TP281300E проводят следующие действия:

6.1.2.1.1. Включают питание калибратора.

6.1.2.1.2. Во время загрузки калибратора, на дисплее отобразится номер версии (идентификационный номер) встроенной части ПО. Сравнивают идентификационный номер на дисплее калибратора с данными приведенными в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	Firmware K32SK
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	r1 2.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

6.1.2.2. Для калибраторов моделей TP37200E.2, TP37200E.2i, TP37165E.2, TP37165E.2i, TP37450E.2, TP37450E.2i, TP37700E.2, TP37700E.2i, TP3M165E.2, TP3M165E.2i, TP3M255E.2, TP3M255E.2i проводят следующие действия:

6.1.2.2.1. Включают питание калибратора.

6.1.2.2.2. Открывают через главное меню калибратора раздел «Настройки».

6.1.2.2.3. Выбирают в появившемся окне раздел «Системная информация».

6.1.2.2.4. Сравнивают номер версии (идентификационный номер) встроенной части ПО с данными приведенными в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	Software
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	27.36
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

6.1.3. Результаты проверки считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

## 6.2. Проведение поверки в режиме сухоблочного калибратора температуры

Кольцевые (воздушные) зазоры между внутренними диаметрами используемых при поверке отверстий вставного блока и наружных диаметров используемого эталона и внешнего ТС калибратора (при наличии) должны не превышать 0,5 мм при температуре не более 650 °С (включ.) и 1,0 мм при температуре св. 650 до 1300 °С.

Для улучшения теплопроводности (уменьшения кольцевого зазора) допускается использовать мелкодисперсный порошок  $Al_2O_3$ .

Для поверки калибраторов рекомендуется использовать теплоизолирующие крышки или тепловые барьеры, а также защитные чехлы для выступающей части защитной оборочки чувствительных элементов эталонов.

### 6.2.1. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру

Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру допускается проводить совместно с п. 6.2.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры».

6.2.1.1. Погрешность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или эталонного преобразователя термоэлектрического подключенного к измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора включая начало и конец диапазона.

6.2.1.2. Помещают сменный блок в калибратор, затем погружают эталон в центральное (при наличии) или в любое другое, близкое к геометрическому центру поверхности вставного блока. При наличии пустых отверстий в блоке сравнения рекомендуется закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком  $Al_2O_3$ .

6.2.1.3. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.2.1.4. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.2.1.5. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.2.1.6. Повторяют операции по п.п. 6.2.1.4 - 6.2.1.5 для остальных поверяемых точек.

6.2.1.7. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру ( $\Delta_K$ , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 1:

$$\Delta_K = T_K - T_{\text{Э}} \quad (1)$$

где:  $T_K$  – среднее арифметическое значение температуры по внутреннему термометру калибратора, °C;

$T_{\text{Э}}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °C

6.2.1.8. Полученные значения во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

### 6.2.2. Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)

Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему ТС допускается проводить совместно с п. 6.2.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры».

6.2.2.1. Погрешность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора и (или) в диапазоне измеряемых температур внешнего ТС включая начало и конец диапазона.

6.2.2.2. Помещают сменный блок с не менее 2-мя близкими к геометрическому центру или друг другу отверстиями в калибратор, затем погружают в отверстия эталон и внешний ТС калибратора. При наличии пустых отверстий в блоке сравнения необходимо закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком  $Al_2O_3$ .

6.2.2.3. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.2.2.4. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.2.2.5. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.2.2.6. Повторяют операции по п.п. 6.2.2.4 - 6.2.2.5 для остальных поверяемых точек.

6.2.2.7. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры по внешнему ТС ( $\Delta_{ТС}$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 2:

$$\Delta_{ТС} = T_{ТС} - T_{Э} \quad (2)$$

где:  $T_{ТС}$  – среднее арифметическое значение температуры по внешнему ТС, °С,  
 $T_{Э}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °С.

6.2.2.8. Полученные значения во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

### 6.2.3. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

Определение нестабильности поддержания заданной температуры допускается проводить совместно с п. 6.2.1 «Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру» и (или) с п. 6.2.2 «Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)».

6.2.3.1. Нестабильность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или эталонного преобразователя термоэлектрического подключенного к измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора включая начало и конец диапазона.

6.2.3.2. Помещают сменный блок в калибратор, затем погружают эталон в центральное (при наличии) или в любое другое, близкое к геометрическому центру поверхности блока сравнения. При наличии пустых отверстий в блоке сравнения рекомендуется закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком  $Al_2O_3$ .

6.2.3.3. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.2.3.4. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.2.3.5. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 30 минут с интервалом не более 30 секунд в установившемся температурном режиме.

6.2.3.6. Повторяют операции по п.п. 6.2.3.4 - 6.2.3.5 для остальных поверяемых точек.

6.2.3.7. Рассчитывают нестабильность поддержания заданной температуры ( $T_H$ , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 3:

$$T_H = \pm \frac{|T_{\max} - T_{\min}|}{2} \quad (3)$$

где:  $T_{\max}$  – максимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C;

$T_{\min}$  – минимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C

6.2.3.8. Полученные значения нестабильности поддержания заданной температуры во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

#### 6.2.4. Определение осевой неоднородности температуры

Осевую неоднородность определяют с помощью основного ( $T_0$ ) термопреобразователя сопротивления (ТС) или преобразователя термоэлектрического (ТП) и вспомогательного ( $T_{ТС}$ ) ТС или ТП, подключенных к измерителю температуры МИТ8 (МИТ2) при двух значениях температуры, соответствующих нижнему и верхнему пределам диапазона воспроизводимых температур калибратора или диапазона воспроизводимых температур, согласованного с пользователем.

Длина чувствительного элемента (ЧЭ) вспомогательного ТС должна быть не более 10 мм.

6.2.4.1. Помещают сменный блок с не менее 2-мя отверстиями в калибратор, затем погружают в отверстия блока основной и вспомогательный ТС (ТП) на максимально возможную глубину. При наличии пустых отверстий в блоке сравнения рекомендуется закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком  $Al_2O_3$ .

Схема блока и расположений ТС (ТП) (вид сбоку) приведена на рисунке 1.



Рисунок 1

6.2.4.2. Устанавливают на калибраторе необходимое значение температуры, соответствующее требуемой контрольной температурной точке.

6.2.4.3. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС, (ТП), снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС (ТП) в установившемся температурном режиме.

6.2.4.4. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) ( $\Delta_{P1}$ , °C) по формуле 4:

$$\Delta_{P1} = T_{ТС1} - T_{01} \quad (4)$$

где:  $T_{ТС1}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС (ТП), °C;

$T_{01}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС (ТП), °C.

6.2.4.5. Поднимают вспомогательный ТС на 20 мм (или 5 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора с учетом длины чувствительного элемента.

Схема блока и расположений ТС (ТП) (вид сбоку) приведена на рисунке 2.



Рисунок 2

6.2.4.6. После достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС (ТП), снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС (ТП) в установившемся температурном режиме.

6.2.4.7. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) ( $\Delta_{P2}$ , °C) по формуле 5:

$$\Delta_{P2} = T_{TC2} - T_{O2} \quad (5)$$

где:  $T_{TC2}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС (ТП), °C;

$T_{O2}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС (ТП), °C.

6.2.4.8. Поднимают вспомогательный ТС на 40 мм (или 10 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора с учетом длины чувствительного элемента.

Схема блока и расположений ТС (ТП) (вид сбоку) приведена на рисунке 3.

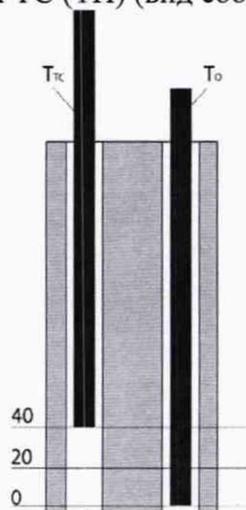


Рисунок 3

6.2.4.9. После достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС (ТП), снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС (ТП) в установившемся температурном режиме.

6.2.4.10. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) ( $\Delta_{P3}$ , °С) по формуле 6:

$$\Delta_{P3} = T_{ТС3} - T_{O3} \quad (6)$$

где:  $T_{ТС3}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС (ТП), °С;

$T_{O3}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС (ТП), °С.

6.2.4.11. Повторно опускают вспомогательный ТС на максимально возможную глубину.

Схема блока и расположений ТС (ТП) (вид сбоку) приведена на рисунке 4.

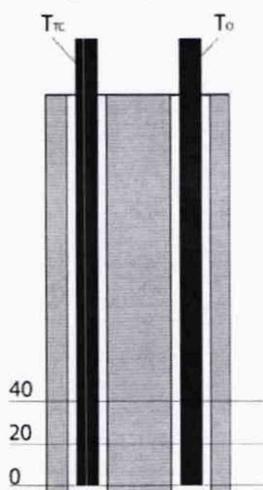


Рисунок 4

6.2.4.12. После достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС (ТП), снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС (ТП) в установившемся температурном режиме.

6.2.4.13. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) ( $\Delta_{P4}$ , °С) по формуле 7:

$$\Delta_{P4} = T_{ТС4} - T_{O4} \quad (7)$$

где:  $T_{ТС4}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС (ТП), °С;

$T_{O4}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС (ТП), °С.

6.2.4.14. Рассчитывают значение осевой неоднородности ( $\Delta_{01}$ , °C) на высоте вспомогательного ТС (ТП) 20 мм (или 5 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора по формуле 8:

$$\Delta_{01} = \Delta_{P2} - \frac{(\Delta_{P1} + \Delta_{P4})}{2} \quad (8)$$

где:  $\Delta_{P2}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) при высоте вспомогательного ТС (ТП) 20 мм (или 5 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора, °C;

$\Delta_{P1}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) при высоте вспомогательного ТС (ТП) 0 мм от дна скважины для вставного блока калибратора рассчитанная по формуле 4, °C;

$\Delta_{P4}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) при высоте вспомогательного ТС (ТП) 0 мм от дна скважины для вставного блока калибратора рассчитанная по формуле 7, °C.

6.2.4.15. Рассчитывают значение осевой неоднородности ( $\Delta_{02}$ , °C) на высоте вспомогательного ТС (ТП) 40 мм (или 10 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора по формуле 9:

$$\Delta_{02} = \Delta_{P3} - \frac{(\Delta_{P1} + \Delta_{P4})}{2} \quad (9)$$

где:  $\Delta_{P3}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) при высоте вспомогательного ТС (ТП) 40 мм (или 10 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора, °C;

$\Delta_{P1}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) при высоте вспомогательного ТС (ТП) 0 мм от дна скважины для вставного блока калибратора рассчитанная по формуле 4, °C;

$\Delta_{P4}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС (ТП) при высоте вспомогательного ТС (ТП) 0 мм от дна скважины для вставного блока калибратора рассчитанная по формуле 7, °C.

6.2.4.16. Рассчитывают максимальное значение осевой неоднородности ( $\Delta_0$ , °C) по формуле 10:

$$\Delta_0 = \max(\Delta_{01}; \Delta_{02}) \quad (10)$$

где:  $\Delta_{01}$  – Значение осевой неоднородности на высоте вспомогательного ТС (ТП) 20 мм (или 5 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора, °C;

$\Delta_{02}$  – Значение осевой неоднородности на высоте вспомогательного ТС (ТП) 40 мм (или 10 мм для калибраторов модели TP281300E) от дна скважины для вставного блока калибратора, °C

6.2.4.17. Повторяют операции по п.п. 6.2.4.2 - 6.2.4.16 для остальных поверяемых точек.

6.2.4.18. Полученные значения осевой неоднородности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

### 6.3. Проведение поверки в режиме жидкостного калибратора температуры

В случае поверки калибратора в части температурного диапазона, нижняя и верхняя границы поверяемого диапазона являются самой низкой и самой высокой устанавливаемой температурой теплоносителя соответственно.

В качестве рабочей теплопроводящей жидкости рекомендуется использовать (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке):

- силиконовые масла производства фирмы XIAMETER:
  - PMX-200 SILICONE FLUID 5 CS (для диапазона от -40 до +123 °C);
  - PMX-200 SILICONE FLUID 10 CS (для диапазона от -35 до +155 °C);
  - PMX-200 SILICONE FLUID 20 CS (для диапазона от +7 до +220 °C);
  - PMX-200 SILICONE FLUID 50 CS (для диапазона от +50 до +270 °C)
- дистиллированную воду (для диапазона от +2 до +95 °C)

#### 6.3.1. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру

Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру допускается проводить совместно с п. 6.3.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры».

6.3.1.1. Погрешность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 не менее, чем при трех значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора (с учетом используемого теплоносителя), включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.3.1.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.3.1.3. Погружают на максимально возможную глубину эталон.

6.3.1.4. Включают режим перемешивания теплоносителя.

6.3.1.5. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.3.1.6. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.3.1.7. Повторяют операции по п.п. 6.3.1.5 - 6.3.1.6 для остальных поверяемых точек.

6.3.1.8. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру ( $\Delta_k$ , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 11:

$$\Delta_k = T_k - T_{\text{э}} \quad (11)$$

где:  $T_k$  – среднее арифметическое значение температуры по внутреннему термометру калибратора, °C;

$T_{\text{э}}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °C

6.3.1.9. Полученные значения во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

### 6.3.2. Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)

Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему ТС допускается проводить совместно с п. 6.3.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры».

6.3.2.1. Погрешность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 не менее, чем при трех значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора (с учетом используемого теплоносителя), включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.3.2.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.3.2.3. Погружают на максимально возможную глубину эталон и внешний ТС калибратора.

6.3.2.4. Устанавливают на калибраторе режим измерений по внешнему термометру.

6.3.2.5. Включают режим перемешивания теплоносителя.

6.3.2.6. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.3.2.7. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.3.2.8. Повторяют операции по п.п. 6.3.2.6 - 6.3.2.7 для остальных поверяемых точек.

6.3.2.9. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры по внешнему ТС ( $\Delta_{ТС}$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 12:

$$\Delta_{ТС} = T_{ТС} - T_{Э} \quad (12)$$

где:  $T_{ТС}$  – среднее арифметическое значение температуры по внешнему ТС, °С,

$T_{Э}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °С.

6.3.2.10. Полученные значения во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

### 6.3.3. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

Определение нестабильности поддержания заданной температуры допускается проводить совместно с п. 6.3.1 «Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру» и (или) с п. 6.3.2 «Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)».

6.3.3.1. Нестабильность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 не менее, чем при трех значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора (с учетом используемого теплоносителя), включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.3.3.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.3.3.3. Погружают на максимально возможную глубину эталон и внешний ТС калибратора.

6.3.3.4. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.3.3.5. Включают режим перемешивания теплоносителя.

6.3.3.6. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.3.3.7. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 30 минут с интервалом не более 30 секунд в установившемся температурном режиме.

6.3.3.8. Повторяют операции по п.п. 6.3.2.6 - 6.3.2.7 для остальных поверяемых точек.

6.3.3.9. Рассчитывают нестабильность поддержания заданной температуры ( $T_H$ , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 13:

$$T_H = \pm \frac{|T_{\max} - T_{\min}|}{2} \quad (13)$$

где:  $T_{\max}$  – максимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C;

$T_{\min}$  – минимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C

6.3.3.10. Полученные значения нестабильности поддержания заданной температуры во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

#### 6.3.4. Определение неравномерности распределения температуры в жидкостной емкости калибратора

Неравномерность распределения температуры определяют с помощью внешнего (основного) ТС калибратора ( $T_0$ ) и вспомогательного ТС ( $T_{ТС}$ ) с длиной чувствительного элемента не более 10 мм, подключенных к измерителю температуры МИТ8 (МИТ2) при двух значениях температуры, соответствующих нижнему и верхнему пределам диапазона воспроизводимых температур калибратора (с учетом используемого теплоносителя) или диапазона воспроизводимых температур, согласованного с пользователем.

В качестве основного ТС допускается использовать внешний ТС калибратора.

6.3.4.1. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.3.4.2. Погружают основной и вспомогательный ТС в непосредственной близости чувствительных элементов друг от друга на максимально возможную глубину.

6.3.4.3. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.3.4.4. Включают режим перемешивания теплоносителя.

6.3.4.5. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.3.4.6. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС в установленном температурном режиме.

6.3.4.7. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС ( $\Delta_{P1}$ , °C) по формуле 14:

$$\Delta_{P1} = T_{ТС1} - T_{01} \quad (14)$$

где:  $T_{ТС1}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС, °C;

$T_{01}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС, °C.

6.3.4.8. Поднимают вспомогательный ТС на 20 мм от уровня установки основного ТС.

6.3.4.9. После достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС в установленном температурном режиме.

6.3.4.10. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС ( $\Delta_{P2}$ , °C) по формуле 15:

$$\Delta_{P2} = T_{ТС2} - T_{02} \quad (15)$$

где:  $T_{ТС2}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС, °C;

$T_{02}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС, °C.

6.3.4.11. Поднимают вспомогательный ТС на 40 мм от уровня установки основного ТС.

6.3.4.12. После достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят

автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС в установившемся температурном режиме.

6.3.4.13. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС ( $\Delta_{P3}$ , °C) по формуле 16:

$$\Delta_{P3} = T_{ТС3} - T_{O3} \quad (16)$$

где:  $T_{ТС3}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС, °C;

$T_{O3}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС, °C.

6.3.4.14. Опускают вспомогательный ТС до уровня установки основного ТС.

6.3.4.15. После достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС в установившемся температурном режиме.

6.3.4.16. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС ( $\Delta_{P4}$ , °C) по формуле 17:

$$\Delta_{P4} = T_{ТС4} - T_{O4} \quad (17)$$

где:  $T_{ТС4}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС, °C;

$T_{O4}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным ТС, °C.

6.3.4.17. Рассчитывают значение неравномерности ( $\Delta_{Н1}$ , °C) на высоте вспомогательного ТС 20 мм от уровня установки основного ТС по формуле 18:

$$\Delta_{Н1} = \Delta_{P2} - \frac{(\Delta_{P1} + \Delta_{P4})}{2} \quad (18)$$

где:  $\Delta_{P2}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС при высоте вспомогательного ТС 20 мм от уровня установки основного ТС, °C;

$\Delta_{P1}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС при высоте вспомогательного ТС 0 мм от уровня установки основного ТС рассчитанная по формуле 14, °C;

$\Delta_{P4}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС при высоте вспомогательного ТС 0 мм от уровня установки основного ТС рассчитанная по формуле 17, °C.

6.3.4.18. Рассчитывают значение неравномерности ( $\Delta_{H2}$ , °C) на высоте вспомогательного ТС 40 мм от уровня установки основного ТС по формуле 19:

$$\Delta_{H2} = \Delta_{P3} - \frac{(\Delta_{P1} + \Delta_{P4})}{2} \quad (19)$$

где:  $\Delta_{P3}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС при высоте вспомогательного ТС 40 мм от уровня установки основного ТС, °C;

$\Delta_{P1}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС при высоте вспомогательного ТС 0 мм от уровня установки основного ТС рассчитанная по формуле 14, °C;

$\Delta_{P4}$  – разность показаний вспомогательного и основного ТС при высоте вспомогательного ТС 0 мм от уровня установки основного ТС по формуле 17, °C.

6.3.4.19. Рассчитывают максимальное значение неравномерности ( $\Delta_H$ , °C) по формуле 20:

$$\Delta_H = \max(\Delta_{H1}; \Delta_{H2}) \quad (20)$$

где:  $\Delta_{01}$  – Значение неравномерности на высоте вспомогательного ТС 20 мм от дна скважины для вставного блока калибратора, °C;

$\Delta_{02}$  – Значение неравномерности на высоте вспомогательного ТС 40 мм от дна скважины для вставного блока калибратора, °C

6.3.4.20. Повторяют операции по п.п. 6.3.4.5 - 6.3.4.19 для остальных поверяемых точек.

6.3.4.21. Полученные значения неравномерности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

#### 6.4. Проведение поверки в режиме излучателя в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ)

При поверке на значениях воспроизводимых температур ниже 0 °С, необходимо закрывать теплоизолирующей крышкой отверстие вставки АЧТ между измерениями температуры.

##### 6.4.1. Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру

Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру допускается проводить совместно с п. 6.4.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры»

6.4.1.1. Погрешность определяют с помощью эталонного пирометра полного или частичного излучения 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора включая начало и конец диапазона.

6.4.1.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.4.1.3. Помещают вставку АЧТ в калибратор.

6.4.1.4. Располагают эталон перед полостью АЧТ.

6.4.1.5. Устанавливают на эталоне коэффициент излучения, соответствующий коэффициенту излучения внутренней полости используемой вставки АЧТ.

6.4.1.6. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.4.1.7. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стационарного режима температуры по показаниям эталона, снимают показания эталона и внутреннего термометра калибратора в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.4.1.8. Повторяют операции по п.п. 6.4.1.6 – 6.4.1.7 для остальных поверяемых точек.

6.4.1.9. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры ( $\Delta_{\text{АЧТ}}$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 21:

$$\Delta_{\text{АЧТ}} = T_{\text{К}} - T_{\text{Э}} \quad (21)$$

где:  $T_{\text{К}}$  – среднее арифметическое значение температуры по внутреннему термометру калибратора, °С,

$T_{\text{Э}}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °С.

6.4.1.10. Полученные значения установления заданной температуры во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

#### 6.4.2. Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)

Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС) допускается проводить совместно с п. 6.4.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры»

6.4.2.1. Погрешность определяют с помощью эталонного пирометра полного или частичного излучения 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора и (или) в диапазоне измеряемых температур внешнего ТС включая начало и конец диапазона.

6.4.2.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.4.2.3. Помещают вставку АЧТ в калибратор.

6.4.2.4. Помещают в калибратор внешний ТС соответствии с руководством по эксплуатации.

6.4.2.5. Располагают эталон перед полостью АЧТ.

6.4.2.6. Устанавливают на эталоне коэффициент излучения, соответствующий коэффициенту излучения внутренней полости используемой вставки АЧТ.

6.4.2.7. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.4.2.8. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стационарного режима температуры по показаниям эталона, снимают показания эталона и внешнего ТС в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.4.2.9. Повторяют операции по п.п. 6.4.2.8 – 6.4.2.9 для остальных поверяемых точек.

6.4.2.10. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры ( $\Delta_{\text{АЧТ}}$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 22:

$$\Delta_{\text{АЧТ}} = T_{\text{ТС}} - T_{\text{Э}} \quad (22)$$

где:  $T_{\text{ТС}}$  – среднее арифметическое значение температуры по внешнему ТС, °С,

$T_{\text{Э}}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °С.

6.4.2.11. Полученные значения установления заданной температуры во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

#### 6.4.3. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

Определение нестабильности поддержания заданной температуры допускается проводить совместно с п. 6.4.1 «Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру» и (или) 6.4.2 «Определение абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)».

6.4.3.1. Нестабильность определяют с помощью эталонного пирометра полного или частичного излучения 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора и (или) в диапазоне измеряемых температур внешнего ТС включая начало и конец диапазона.

6.4.3.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.4.3.3. Помещают вставку АЧТ в калибратор.

6.4.3.4. Располагают эталон перед полостью АЧТ.

6.4.3.5. Устанавливают на эталоне коэффициент излучения, соответствующий коэффициенту излучения внутренней полости используемой вставки АЧТ.

6.4.3.6. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.4.3.7. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стационарного режима температуры по показаниям эталона, снимают показания эталона в течение 30 минут с интервалом не более 30 секунд в установившемся температурном режиме.

6.4.3.8. Повторяют операции по п.п. 6.4.3.6 - 6.4.3.7 для остальных поверяемых точек.

6.4.3.9. Рассчитывают нестабильность поддержания заданной температуры ( $T_H$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 23:

$$T_H = \pm \frac{|T_{\max} - T_{\min}|}{2} \quad (23)$$

где:  $T_{\max}$  – максимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном, °С;

$T_{\min}$  – минимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном, °С

6.4.3.10. Полученные значения нестабильности поддержания заданной температуры во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии ТР, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

## 6.5. Проведение поверки с использованием встроенной платы для измерений электрических сигналов

### 6.5.1. Определение основной абсолютной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока

6.5.1.1. Абсолютную погрешность канала измерений напряжения постоянного тока определяют не менее, чем при пяти значениях, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.5.1.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.5.1.3. Устанавливают калибратор в режим измерений напряжения постоянного тока. В случае отсутствия требуемого режима измерений (тестового задания) во внутренней памяти калибратора, создают требуемый режим в следующей последовательности:

6.5.1.3.1. Главное окно → выбор контрольной (тестовой) задачи → новая контрольная задача

6.5.1.3.2. Окно «Редактирование контрольной задачи» → название → смена названия задачи (например «0...10 В») → подтверждение выбора

6.5.1.3.3. Окно «Редактирование контрольной задачи» → регистрация данных → выбор способа регистрации данных → способ «Measuring Device mA/V» → подтверждение выбора (2 раза)

6.5.1.3.4. Окно «Редактирование контрольной задачи» → функциональность → выбор/копировании функции → время стабилизации блока → установка 999 минут → подтверждение выбора (3 раза)

6.5.1.3.5. Окно «Редактирование контрольной задачи» → тестируемый объект → канал «А» → выбор объекта → новый тестируемый объект

6.5.1.3.6. Окно «Настройка тестируемого объекта» → смена названия объекта (например «0...10 В») → подтверждение выбора

6.5.1.3.7. Окно «Настройка тестируемого объекта» → минимальная температура → установка 0 °С → подтверждение выбора

6.5.1.3.8. Окно «Настройка тестируемого объекта» → максимальная температура → установка 10 °С → подтверждение выбора

6.5.1.3.9. Окно «Настройка тестируемого объекта» → выбор типа входных сигналов «DUT Type» → 0...10 В → подтверждение выбора (4 раза)

6.5.1.3.10. Окно «Редактирование контрольной задачи» → уставки → редактирование уставки → контрольная температура → 5 °С (или другое значение, находящееся в пределах минимальной/максимальной температуры настроенного режима) → подтверждение выбора (5 раз)

6.5.1.3.11. Главное окно → запуск режима измерений («Старт») → отображать график в реальном времени («Display live graph») → значения («Values»)

6.5.1.4. Устанавливают на калибраторе напряжений первое значение напряжения и при помощи медных проводов подают требуемое значение на поверяемый канал.

6.5.1.5. Рассчитывают погрешность измерений напряжения ( $\Delta_U$ , В) для каждой поверяемой точки по формуле 24:

$$\Delta_U = U_K - U_{KH} \quad (24)$$

где:  $U_K$  – значение напряжения, индицируемое на калибраторе, В (на калибраторе индицируется °С вместо В);

$U_{KH}$  – значение напряжения, подаваемое с эталонного калибратора напряжений, В.

6.5.1.6. Повторяют операции по п.п. 6.5.1.4 - 6.5.1.5 для остальных поверяемых точек.

6.5.1.7. Полученные значения измерений напряжения не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

#### 6.5.2. Определение основной абсолютной погрешности канала измерений силы постоянного тока

6.5.2.1. Абсолютную погрешность канала измерений силы постоянного тока определяют не менее, чем при пяти значениях, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.5.2.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.5.2.3. Устанавливают калибратор в режим измерений силы постоянного тока. В случае отсутствия требуемого режима измерений (тестового задания) во внутренней памяти калибратора, создают требуемый режим в следующей последовательности:

6.5.2.3.1. Главное окно → выбор контрольной (тестовой) задачи → новая контрольная задача

6.5.2.3.2. Окно «Редактирование контрольной задачи» → название → смена названия задачи (например «0...20 мА») → подтверждение выбора

6.5.2.3.3. Окно «Редактирование контрольной задачи» → регистрация данных → выбор способа регистрации данных → способ «Measuring Device mA/V» → подтверждение выбора (2 раза)

6.5.2.3.4. Окно «Редактирование контрольной задачи» → функциональность → выбор/копировании функции → время стабилизации блока → установка 999 минут → подтверждение выбора (3 раза)

6.5.2.3.5. Окно «Редактирование контрольной задачи» → тестируемый объект → канал «А» → выбор объекта → новый тестируемый объект

6.5.2.3.6. Окно «Настройка тестируемого объекта» → смена названия объекта (например «0...20 мА») → подтверждение выбора

6.5.2.3.7. Окно «Настройка тестируемого объекта» → минимальная температура → установка 0 °С → подтверждение выбора

6.5.2.3.8. Окно «Настройка тестируемого объекта» → максимальная температура → установка 20 °С → подтверждение выбора

6.5.2.3.9. Окно «Настройка тестируемого объекта» → выбор типа входных сигналов «DUT Type» → 0...20 мА → подтверждение выбора (4 раза)

6.5.2.3.10. Окно «Редактирование контрольной задачи» → уставки → редактирование уставки → контрольная температура → 10 °С (или другое значение, находящееся в пределах минимальной/максимальной температуры настроенного режима) → подтверждение выбора (5 раз)

6.5.2.3.11. Главное окно → запуск режима измерений («Старт») → отображать график в реальном времени («Display live graph») → значения («Values»)

6.5.2.4. Устанавливают на калибраторе тока первое значение силы постоянного тока и при помощи контрольных проводов, подают требуемое значение на поверяемый канал.

6.5.2.5. Рассчитывают погрешность измерений силы постоянного тока ( $\Delta_I$ , мА) для каждой поверяемой точки по формуле 25:

$$\Delta_I = I_K - I_{KT} \quad (25)$$

где:  $I_K$  – значение силы постоянного тока, индицируемое на калибраторе, мА (на калибраторе индицируется °С вместо мА);

$I_{KT}$  – значение силы постоянного тока, подаваемое с эталонного калибратора тока, мА.

6.5.2.6. Повторяют операции по п. 6.5.2.4 - 6.5.2.5 для остальных поверяемых точек.

6.5.2.7. Полученные значения измерений силы постоянного тока не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

### 6.5.3. Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сигналов, поступающих от рабочих ТС

Допускается проводить поверку только для одного канала («А» или «В») и (или) для одного типа НСХ, в режиме сигналов, поступающих от рабочих ТС.

6.5.3.1. Абсолютную погрешность каналов измерений сигналов, поступающих от рабочих ТС определяют не менее, чем при пяти значениях, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.5.3.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме, предварительно выбрав канал и тип НСХ.

6.5.3.3. Устанавливают калибратор в режим измерений сигналов, поступающих от рабочих ТС.

6.5.3.4. Подключают меру электрического сопротивления постоянного тока многозначную МС 3070-3 к соответствующим клеммам калибратора (в зависимости от схемы подключения).

6.5.3.5. С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с выбранным типом НСХ).

6.5.3.6. Рассчитывают основную абсолютную погрешность ( $\Delta_{абс}$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 26:

$$\Delta_{абс} = X_{изм} - X_э \quad (26)$$

где:  $X_{изм}$  – значение измеренного сигнала, индицируемого на калибраторе °С;

$X_э$  – значение сигнала воспроизводимое эталонным прибором в температурном эквиваленте, °С

6.5.3.7. Повторяют операции по п. 6.5.3.5 - 6.5.3.6 для остальных контрольных точек.

6.5.3.8. По согласованию с заказчиком повторяют операции по п.п. 6.5.3.5 - 6.5.3.7 для другого канала измерений и (или) другого типа НСХ.

6.5.3.9. Полученные значения не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

#### 6.5.4. Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сигналов, поступающих от преобразователей термоэлектрических (ТП)

Допускается проводить поверку только для одного канала («А» или «В») и (или) для одного типа НСХ в режиме измерений сигналов, поступающих от преобразователей термоэлектрических (ТП).

Определение основной абсолютной погрешности в режиме работы с ТП допускается проводить с отключенной или включенной внутренней автоматической компенсацией температуры свободных (холодных) концов термопары (КХС).

При поверке каналов с НСХ типа «В» допускается не отключать схему компенсации холодного спая и проводить поверку по п. 6.5.4.5.

6.5.4.1. Абсолютную погрешность каналов измерений сигналов, поступающих от ТП определяют не менее, чем при пяти значениях, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.5.4.2. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме, предварительно выбрав канал и тип НСХ.

6.5.4.3. Устанавливают калибратор в режим измерений сигналов, поступающих от ТП.

6.5.4.4. Проводят операцию по п. 6.5.4.5 или 6.5.4.6

6.5.4.5. Отключают внутреннюю автоматическую компенсацию температуры свободных (холодных) концов термопары. Собирают схему согласно рисунку 5. Подключают компаратор-калибратор универсальный КМ300Р (с медными проводами) к калибратору.



Рисунок 5

6.5.4.6. Включают внутреннюю автоматическую компенсацию температуры свободных (холодных) концов термопары. Собирают схему согласно рисунку 6.

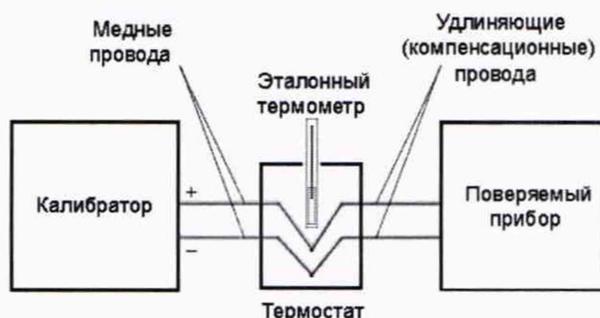


Рисунок 6

а) К поверяемому прибору подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, а затем пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный

льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,05$  °С.

б) Подключают медные провода к компаратору-калибратору универсальному КМ300Р.

6.5.4.7. С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с выбранным типом НСХ).

6.5.4.8. Рассчитывают основную абсолютную погрешность ( $\Delta_{абс}$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 27:

$$\Delta_{абс} = X_{изм} - X_{э} \quad (27)$$

где:  $X_{изм}$  – значение измеренного сигнала, индицируемого на калибраторе °С;

$X_{э}$  – значение сигнала воспроизводимое эталонным прибором в температурном эквиваленте, °С

6.5.4.9. Повторяют операции по п.п. 6.5.4.7 - 6.5.4.8 для остальных контрольных точек.

6.5.4.10. По согласованию с заказчиком повторяют операции по п.п. 6.5.4.7-6.4.4.9 для другого канала измерений и (или) другого типа НСХ.

6.5.4.11. Полученные значения не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии ТР, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

## 6.6. Проведение поверки в режиме поверхностного калибратора температуры

### 6.6.1. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внешнему термопреобразователю сопротивления (ТС)

6.6.1.1. Погрешность определяют с помощью термопреобразователя сопротивления ТСП 012 исполнения ТСП 012.04.К (или ТС класса допуска А по ГОСТ 6651-2009 с длиной чувствительного элемента не более 10 мм и диаметром защитной оболочки ТС не более 4,5 мм) подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора и (или) в диапазоне измеряемых температур внешнего ТС включая начало и конец диапазона.

6.6.1.2. Помещают поверхностную вставку в калибратор, выровняв ее так, чтобы отверстие для погружения внешнего ТС калибратора находилось на 12 часах условного циферблата.

6.6.1.3. Погружают в отверстия, расположенные вблизи к поверхности вставки эталон и внешний ТС калибратора.

6.6.1.4. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к поверке в необходимом режиме.

6.6.1.5. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.6.1.6. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.6.1.7. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры по внешнему ТС ( $\Delta_{ТС}$ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 28:

$$\Delta_{ТС} = T_{ТС} - T_{Э} \quad (28)$$

где:  $T_{ТС}$  – значение температуры по внешнему ТС, °С,

$T_{Э}$  – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °С.

6.6.1.8. Повторяют операции по п.п. 6.6.1.5 - 6.6.1.7 для остальных поверяемых точек.

6.6.1.9. Полученные значения во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии TP, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

### 6.6.2. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

6.6.2.1. Погрешность определяют с помощью термопреобразователя сопротивления ТСП 012 исполнения ТСП 012.04.К (ТС класса допуска А по ГОСТ 6651-2009 с длиной чувствительного элемента не более 10 мм и диаметром защитной оболочки ТС не более 4,5 мм) подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора и (или) в диапазоне измеряемых температур внешнего ТС включая начало и конец диапазона.

6.6.2.2. Помещают поверхностную вставку в калибратор, выровняв ее так, чтобы отверстие для погружения внешнего ТС калибратора находилось на 12 часах условного циферблата.

6.6.2.3. Погружают в отверстия, расположенные вблизи к поверхности вставки эталон и внешний ТС калибратора.

6.6.2.4. Подготавливают калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации к проверке в необходимом режиме.

6.6.2.5. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

6.6.2.6. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 30 минут с интервалом не более 30 секунд в установившемся температурном режиме.

6.6.2.7. Рассчитывают нестабильность поддержания заданной температуры ( $T_H$ , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 29:

$$T_H = \pm \frac{|T_{\max} - T_{\min}|}{2} \quad (29)$$

где:  $T_{\max}$  – максимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C;

$T_{\min}$  – минимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C

6.6.2.8. Повторяют операции по п.п. 6.6.2.5 - 6.6.2.7 для остальных поверяемых точек.

6.6.2.9. Полученные значения нестабильности поддержания заданной температуры во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Описании типа на Калибраторы температуры серии ТР, изготавливаемые фирмой «Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG», Германия.

## 7. Оформление результатов поверки

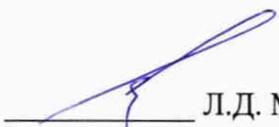
7.1 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

7.2 При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на средство измерений оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработали:

Научный сотрудник  
отдела метрологического обеспечения термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»

  
Л.Д. Маркин

Начальник  
отдела метрологического обеспечения термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»

  
А.А. Игнатов

**Термопреобразователь сопротивления LTA-ДВ**

Вспомогательный термопреобразователь сопротивления LTA-ДВ представляет собой чувствительный элемент с НСХ типа «Pt100» по ГОСТ 6651-2009, в корпусе из нержавеющей стали (рисунок А.1) и с четырехпроводной схемой соединения внутренних проводов с ЧЭ.

За глубину погружения термопреобразователя LTA-ДВ принимают расстояние от рабочего конца до поверхности теплоносителя.

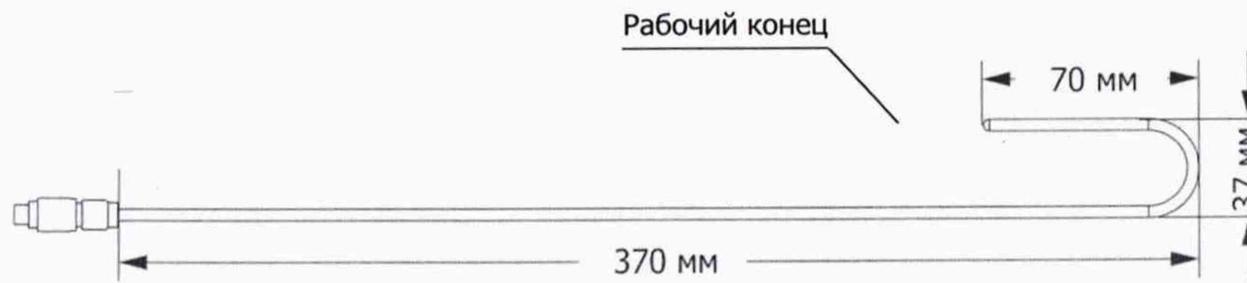


Рисунок А.1 — Термопреобразователь сопротивления LTA-ДВ