

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова
09 2019 г.

**Калибраторы температуры жидкостные
6109А(-Р), 7109А(-Р)**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-028-2019

г.Москва
2019 г.

1. Введение

1.1. Настоящая методика распространяется на калибраторы температуры жидкостные 6109А(-Р), 7109А(-Р) (далее по тексту – калибраторы или приборы), изготавливаемые Fluke Corporation, США и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2. Интервал между поверками – 2 года.

2. Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Опробование	6.2	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру	6.3	Да	Да
Определение нестабильности поддержания температуры	6.4	Да	Да
Определение неравномерности распределения температуры в рабочем объеме резервуара	6.5	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сопротивления внешнего эталонного термометра и рабочего термопреобразователя сопротивления ⁽¹⁾	6.6	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока ⁽¹⁾	6.7	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности канала измерений силы постоянного тока ⁽¹⁾	6.8	Да	Да
Примечание: ⁽¹⁾ - Только для моделей 6109А-Р, 7109А-Р			

2.2 Допускается первичная и периодическая поверка термостатов (на основании письменного заявления владельца и с указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки):

- в части температурного диапазона, лежащего внутри полного диапазона воспроизводимых калибратором температур;
- не для всех каналов измерений электрических сигналов.

3. Средства поверки

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

Таблица 2

Наименование и тип ⁽¹⁾	Метрологические характеристики или регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Рабочие эталоны 2-го, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 – термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ	Регистрационный № 57690-14

Наименование и тип ⁽¹⁾	Метрологические характеристики или регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Рабочие эталоны 2-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – термометры сопротивления платиновые эталонные ЭТС-1С, ЭТС-1К, ЭТС-2С, ЭТС-2К, ЭТС-3М	Регистрационный № 73672-18
Термопреобразователи сопротивления ТСП 012 исполнения ТСП 012.04.К	Регистрационный № 60966-15 (диапазон измерений температуры: от -60 до +450 °С, класс допуска: А, длина ЧЭ – 8 мм)
Термопреобразователь сопротивления (вспомогательный) LTA-ДВ ⁽²⁾	Диапазон измерений температуры: от -80 до +300 °С; класс допуска по ГОСТ 6651-2009: А
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8	Регистрационный № 19736-11
Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС 3071	Регистрационный № 66932-17
Калибратор-компаратор универсальный КМ300	Регистрационный № 54727-13
Калибратор многофункциональный Fluke 5720А	Регистрационный № 52495-13
Калибратор процессов прецизионный Fluke 7526А	Регистрационный № 54934-13
Фирменная силиконовая жидкость Fluke 5014 (50 сантистокс при +25 °С), Fluke 5012 (10 сантистокс при +25 °С) и (или) одобренный производителем аналог	-
Фирменная крышка для резервуара калибратора (с отверстиями)	-
Примечание: ⁽¹⁾ - Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью; ⁽²⁾ – Чертеж термопреобразователя LTA-ДВ пр-ва ООО «Термэкс» (г.Томск) приведен в Приложении 0.	

4. Требования безопасности

4.1. 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.

4.2. 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 °С;
- 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.

5.4. Для поверки калибраторов необходимо выбрать фирменную силиконовую жидкость Fluke 5014 (50 сантистокс при +25 °С), Fluke 5012 (10 сантистокс при +25 °С) или одобренный производителем аналог в качестве рабочего теплоносителя и заполнить внутренний объем резервуара калибратора.

6. Проведение поверки

В случае поверки калибратора в части температурного диапазона, нижняя и верхняя границы поверяемого диапазона являются самой низкой и самой высокой устанавливаемой температурой теплоносителя соответственно, количество поверяемых температурных точек должно быть не менее трех и, соответственно, третья точка должна находиться посередине поверяемого диапазона.

В случае использования калибратора при одной температуре допускается его поверка при этой температуре и в двух температурных точках: на 10 °С выше и на 10 °С ниже необходимой температуры.

6.1. Внешний осмотр

6.1.1. При проведении внешнего осмотра устанавливают: отсутствие механических повреждений калибратора (вмятин, трещин и пр.), исправность сетевых и соединительного кабелей, разборчивость данных нанесенных на маркировочную наклейку калибратора.

6.1.2. Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (ПО) калибраторов выполняют в следующей последовательности:

- включают калибратор;
- после включения калибратора переходят по внутреннему меню в следующей последовательности: Прибор (F2) → Еще (F4) → Обслуживание (F4). В появившемся окошке подменю проверяют версию прошивки внутреннего ПО – оно должно быть не ниже «1.10/1.00».

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

6.2. Опробование

6.2.1. Включают калибратор и проверяют возможность установки и регулирования температуры теплоносителя в резервуаре калибратора.

6.2.2. Прибор считают пригодным к проведению дальнейшей поверки, если обеспечивается выполнение всех необходимых операций по установке и регулированию температуры.

6.3. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру

6.3.1. Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру допускается проводить совместно с п. 6.4 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры» при закрытом резервуаре.

6.3.2. Погрешность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления (далее – эталонный термометр) подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 не менее, чем при трех значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур (в зависимости от используемого теплоносителя), включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.3.3. Погружают и закрепляют при помощи штатива эталонный термометр в пределах геометрического центра рабочего объема резервуара 75 мм × 75 мм (длина × ширина) на глубине не менее 15 мм от дна резервуара, но не более 65 мм ниже поверхности жидкости.

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

6.3.5. После сигнала стабилизации температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталонного термометра, снимают с дисплея измерительного прибора или производят автоматическую запись с использованием программного обеспечения (ПО) измерительного прибора показаний эталонного термометра в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

6.3.6. Повторяют операции по п.п.6.3.4-6.3.5 для остальных контрольных точек.

6.3.7. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру (Δ_K , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 1:

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

где: T_K – значение температуры по внутреннему термометру калибратора, °C,
 T_{Σ} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталонным термометром, °C.

6.3.8. Полученные значения установления заданной температуры по внутреннему термометру во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.4. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

6.4.1. Определение нестабильности поддержания заданной температуры (при закрытом или открытом резервуаре) допускается проводить совместно с п. 6.3 «Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру (при закрытом или открытом резервуаре)».

6.4.2. Нестабильность поддержания температуры определяют при закрытом резервуаре с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 не менее, чем при трех значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур (в зависимости от используемого теплоносителя), включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.4.3. Погружают эталонный термометр в пределах геометрического центра рабочего объема резервуара 75 мм × 75 мм (длина × ширина) на глубине не менее 15 мм от дна резервуара, но не более 65 мм ниже поверхности жидкости.

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

6.4.5. После сигнала стабилизации температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталонного термометра, снимают с дисплея измерительного прибора или производят автоматическую запись с использованием ПО измерительного прибора не менее 10 показаний эталонного термометра в течение не менее 30 минут с интервалом не более 3 минут в установившемся температурном режиме.

6.4.6. Проводят операции по п.п. 6.4.4-6.4.5 для остальных контрольных точек.

6.4.7. Рассчитывают нестабильность поддержания заданной температуры (S , °C), как удвоенное значение среднеквадратичного (стандартного) отклонения (СКО) по формуле 2:

$$S = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

где: x_i – значение измеряемой температуры i -го измерения, °C;
 \bar{x} – среднее арифметическое значение измеряемой температуры в течение 30 минут после стабилизации, °C;
 i – порядковый номер измерения;
 n – количество измерений.

6.4.8. Полученные значения нестабильности поддержания заданной температуры во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике. В случае превышения допустимых значений необходимо заполнить резервуар калибратора ранее не использованным в качестве рабочей жидкости теплоносителем и повторить операции поверки.

6.5. Определение неравномерности распределения температуры в рабочем объеме резервуара

6.5.1. Неравномерность распределения температуры в рабочем объеме закрытого резервуара определяют с помощью основного (T_B) и вспомогательного (T_{TC}) термопреобразователей сопротивления (ТС) с длинами чувствительных элементов не более 10 мм, подключенных к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 не менее, чем при трех значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур (в зависимости от используемого теплоносителя), включая нижний и верхний пределы диапазона.

6.5.2. Погружают основной и вспомогательный термопреобразователи сопротивления в непосредственной близости чувствительных элементов друг от друга на максимально возможную глубину (15 мм от дна резервуара) в центре нижней части рабочего объема калибратора.

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

6.5.4. После сигнала стабилизации температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры основного и вспомогательного ТС, снимают с дисплея измерительного прибора или производят автоматическую запись с использованием ПО измерительного прибора не менее 5 показаний ТС в установившемся температурном режиме.

6.5.5. Рассчитывают разность показаний вспомогательного и основного ТС (Δ_P , °C) по формуле 3:

$$\Delta_P = T_{TC} - T_O \quad (3)$$

где: T_{TC} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным термопреобразователем сопротивления, °C.

T_O – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным

термопреобразователем сопротивления, °С.

6.5.6. Перемещают вспомогательный ТС к одному из 8-ми углов рабочего объема резервуара на расстояние не менее 20 мм от ближайших стенок, на глубине не менее 15 мм от дна резервуара и не более 65 мм до поверхности жидкости. Схема расположений вспомогательного ТС в рабочем объеме резервуара изображена на рисунке 1.

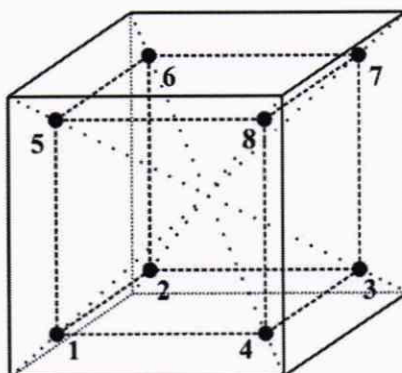


Рисунок 1

6.5.7. После стабилизации показаний ТС, снимают с дисплея измерительного прибора или производят автоматическую запись с использованием ПО измерительного прибора не менее 5 показаний основного и вспомогательного ТС в установившемся температурном режиме.

6.5.8. Рассчитывают разность показаний вспомогательного (в i -м положении) и основного ТС (Δ_{pi} , °С) по формуле 4:

$$\Delta_{pi} = T_{TCi} - T_{Oi} \quad (4)$$

где: T_{TCi} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным термопреобразователем сопротивления в i -м положении, °С;

T_{Oi} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное основным термопреобразователем сопротивления при i -м положении вспомогательного ТС, °С.

6.5.9. Рассчитывают значение неравномерности в рабочем объеме резервуара (Δ_H , °С) с учетом разности показаний вспомогательного и основного ТС по формуле 5:

$$\Delta_H = \frac{\max(\Delta_{pi} - \Delta_p) - \min(\Delta_{pi} - \Delta_p)}{2} \quad (5)$$

где: Δ_{pi} – разность показаний вспомогательного и основного ТС при i -м положении вспомогательного ТС, °С;

Δ_p – разность показаний вспомогательного и основного ТС в непосредственной близости чувствительных элементов друг от друга, °С.

6.5.10. Операции по п.п. 6.5.3-6.5.9 выполняют для остальных контрольных точек.

6.5.11. Полученные значения неравномерности распределения температуры в рабочем объеме резервуара во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике. В случае превышения допустимых значений необходимо заполнить резервуар калибратора ранее не использованным в качестве рабочей жидкости теплоносителем и повторить операции проверки.

6.6. Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сопротивления внешнего эталонного термометра и рабочего термопреобразователя сопротивления

6.6.1. Основную абсолютную погрешность каналов измерений сопротивления внешнего эталонного термометра и рабочего термопреобразователя сопротивления определяют для 4-х проводной схемы подключения в пяти контрольных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений сопротивления (в зависимости от канала измерений) включая начало и конец диапазона или в контрольных точках, близких к следующим значениям: 1; 10; 50; 100; 350 Ом.

6.6.2. Устанавливают калибратор в режим измерений сопротивления внешнего эталонного термометра или рабочего термопреобразователя сопротивления с разрешением 0,001 Ом.

6.6.3. Устанавливают на многозначной мере электрического сопротивления (далее – магазин сопротивлений) первое значение сопротивления и при помощи контрольных проводов, подают сопротивление с магазина сопротивлений на поверяемый канал.

6.6.4. Повторяют операции по п. 6.6.3 для остальных поверяемых точек.

6.6.5. Рассчитывают погрешность измерений сопротивления (Δ_R , Ом) для каждой контрольной точки по формуле 6:

$$\Delta_R = R_K - R_{MC} \quad (6)$$

где: R_K – значение сопротивления, индицируемое на калибраторе, Ом,

R_{MC} – значение сопротивления, подаваемое с магазина сопротивлений, Ом.

6.6.6. Повторяют операции по п.п. 6.6.2 – 6.6.5 для всех режимов измерений сопротивления.

6.6.7. Полученные значения измерений сопротивления для всех режимов не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.7. Определение основной абсолютной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока

6.7.1. 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.

6.7.2. Устанавливают калибратор в режим измерений напряжения постоянного тока с разрешением 0,001 мВ.

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

6.7.4. Повторяют операции по п. 6.7.3 для остальных поверяемых точек.

6.7.5. Рассчитывают погрешность измерений напряжения (Δ_U , мВ) для каждой поверяемой точки по формуле 7:

$$\Delta_U = U_K - U_{KH} \quad (7)$$

где: U_K – значение напряжения, индицируемое на калибраторе, мВ,

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

6.7.6. Полученные значения измерений напряжения не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

6.8. Определение основной абсолютной погрешности канала измерений силы постоянного тока

6.8.1. 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.

6.8.2. Устанавливают калибратор в режим измерений силы постоянного тока с разрешением 0,001 мА.

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

6.8.4. Повторяют операции по п. 6.8.3 для остальных поверяемых точек.

6.8.5. Рассчитывают погрешность измерений силы постоянного тока (Δ_I , мА) для каждой поверяемой точки по формуле 8:

$$\Delta_I = I_K - I_{КТ} \quad (8)$$

где: I_K – значение силы постоянного тока, индицируемое на калибраторе, мА,

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

6.8.6. Полученные значения измерений силы постоянного тока не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

7. Оформление результатов поверки

7.1.1. Калибраторы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

7.1.2. При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

Разработали:

Научный сотрудник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»


Л.Д. Маркин

Начальник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»


А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические и технические характеристики калибраторов температуры жидкостных 6109А(-Р), 7109А(-Р)

Метрологические и основные технические характеристики калибраторов представлены в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование характеристики	Значение характеристики ⁽¹⁾⁽²⁾	
	для моделей 6109А, 6109А-Р ⁽³⁾	для моделей 7109А, 7109А-Р ⁽⁴⁾
Диапазон воспроизводимых температур, °С ⁽⁵⁾	от +35 до +250	от -25 до +140 (при закрытом резервуаре); от -15 до +140 (при открытом резервуаре)
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру, °С	±0,100	±0,100
Нестабильность поддержания заданной температуры (в течение 30 минут), °С ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	±0,015 (от +35 до +200°С включ.); ±0,025 (св. +200 до +250 °С)	±0,010
Неравномерность распределения температуры в рабочем объеме резервуара, °С ⁽⁶⁾⁽⁸⁾	±0,030 (от +35 до +200 °С включ.); ±0,040 (св. +200 до 250 °С)	±0,020
Разрешающая способность дисплея, °С	0,01; 0,001	0,01; 0,001
Время нагрева, мин, не более ⁽⁹⁾	25 (от +35 до +100 °С включ.); 45 (св. 100 до 250 °С)	35 (от -25 до +25 °С включ.); 55 (св. +25 до +140 °С)
Время охлаждения, мин, не более ⁽⁹⁾	35 (от +250 до +100 °С не включ.); 55 (от +100 до +35 °С)	45 (от +140 до +25 °С не включ.); 75 (от +25 до -25 °С)
Время выхода на стабильный режим, мин, не более ⁽¹⁰⁾	20	20
Напряжение питания, В	от 90 до 132, от 180 до 253	
Частота питающей сети, Гц	50; 60 Гц	

Наименование характеристики	Значение характеристики ⁽¹⁾⁽²⁾	
	для моделей 6109А, 6109А-Р ⁽³⁾	для моделей 7109А, 7109А-Р ⁽⁴⁾
Потребляемая мощность, Вт, не более	1150	
Габаритные размеры калибратора (высота × ширина × длина), мм	382 × 242 × 400	
Габаритные размеры отверстия резервуара (ширина × длина), мм	110 × 110	
Глубина жидкости в резервуаре, мм	от 130 до 154	
Объем жидкости, л, не более	2,5	
Масса (без учета жидкости), кг, не более	16	20
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %, не более	от 0 до +40 90 (без конденсации)	
<p>Примечания:</p> <p>1) Все метрологические характеристики указаны для температуры окружающей среды от +13 до +33 °С включ. При использовании калибраторов в остальном температурном диапазоне рабочих условий эксплуатации (от 0 до +13 °С не включ. и св. +33 до +40 °С), необходимо умножить значение требуемой характеристики на коэффициент 1,25.</p> <p>2) Характеристики действительны при глубине жидкости не менее 130 мм и в пределах рабочего объема резервуара, определяемого как квадрат со стороной 75 мм, центрированный в отверстии резервуара на высоте от 15 мм выше дна бака до 6 мм ниже поверхности жидкости.</p> <p>3) В качестве рабочего теплоносителя необходимо использовать фирменную силиконовую жидкость Fluke 5014 (50 сантистокс при +25 °С), или одобренный производителем аналог.</p> <p>4) В качестве рабочего теплоносителя необходимо использовать фирменную силиконовую жидкость Fluke 5012 (10 сантистокс при +25 °С), или одобренный производителем аналог.</p> <p>5) Допускается использование калибраторов в диапазонах воспроизводимых температур, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона воспроизводимых температур.</p> <p>6) Характеристики нестабильности поддержания заданной температуры и неравномерности распределения температуры в рабочем объеме резервуара указаны при использовании закрытого резервуара калибратора. При использовании калибратора с открытым резервуаром, необходимо умножить значение требуемой характеристики на коэффициент 1,25.</p> <p>7) Характеристика нестабильности поддержания заданной температуры в течение 30-ти минутного периода после выхода заданной температуры на стабильный режим, определяется как удвоенное значение среднеквадратичного (стандартного) отклонения (СКО) и рассчитывается по формуле:</p>		

Наименование характеристики	Значение характеристики ⁽¹⁾⁽²⁾	
	для моделей 6109А, 6109А-Р ⁽³⁾	для моделей 7109А, 7109А-Р ⁽⁴⁾
$S = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$		
<p>где: S – нестабильность поддержания заданной температуры (в течение 30 минут), °С; x_i – значение измеряемой температуры i-го измерения, °С; \bar{x} – среднее арифметическое значение измеряемой температуры в течение 30 минут после стабилизации, °С; i – порядковый номер измерения; n – количество измерений.</p> <p>8) Характеристика неравномерности распределения температуры в рабочем объеме резервуара определяется как половина разности между максимальной и минимальной температурами в пределах рабочего объема.</p> <p>9) Время охлаждения или нагрева измеряется с момента установления заданного значения температуры до момента, когда температура теплоносителя достигает заданного значения в пределах характеристики допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру. Показатели времени охлаждения и нагрева меняются в зависимости от температуры окружающей среды, типа используемой жидкости, напряжения питания переменного тока, нагрузки, а также от того, закрыт резервуар или нет. При низком напряжении питания переменного тока время нагрева может быть гораздо больше.</p> <p>10) Время выхода на стабильный режим измеряется с момента окончания времени охлаждения или нагрева (достижения калибратором заданной температуры уставки) до момента, при котором температура теплоносителя достигает заданного значения в пределах допускаемого отклонения, равного характеристике нестабильности поддержания заданной температуры.</p>		

Метрологические и основные технические характеристики встроенного модуля калибраторов моделей 6109А-Р, 7109А-Р представлены в таблице А.2.

Таблица А.2

Наименование характеристики	Значение характеристики ⁽¹⁾⁽²⁾
Диапазон измерений электрического сопротивления (каналов для подключения внешнего эталонного термометра и рабочего термопреобразователя сопротивления), Ом	от 0 до 400
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления (канала внешнего эталонного термометра подключенного по 4-х проводной схеме соединения внутренних удлинительных проводов с ЧЭ), ΔR_t , Ом	$\pm 0,0025$ (в диапазоне от 0 до 42 Ом не включ.); $\pm 0,00006 \cdot R$, где R - значение измеряемого сопротивления, Ом (в остальном диапазоне)
Ток питания (каналов для подключения внешнего эталонного термометра и рабочего термопреобразователя сопротивления), мА	от 0,92 до 1,08
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления (канала рабочего термопреобразователя сопротивления), ΔR_t , Ом: - для 4-х проводной схемы соединения - для 3-х проводной схемы соединения - для 2-х проводной схемы соединения	$\pm 0,0025$ (в диапазоне от 0 до 31 Ом не включ.); $\pm 0,00008 \cdot R$, где R - значение измеряемого сопротивления, Ом (в остальном диапазоне) $\pm 0,12$ $\pm 0,05$ (без учета сопротивления соединительных проводов)
Диапазон измерений напряжения постоянного тока (термо-ЭДС), мВ	от -10 до +100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока (термо-ЭДС), мВ	$\pm (0,01 + 0,00025 \cdot U)$, где U - значение измеряемого напряжения постоянного тока (термо-ЭДС), мВ
Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от 0 до 22
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности канала измерений силы постоянного тока, мА	$\pm (0,002 + 0,0002 \cdot I)$, где I - значение измеряемой силы постоянного тока, мА

Наименование характеристики	Значение характеристики ⁽¹⁾⁽²⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары в диапазоне рабочих условий эксплуатации от 0 до +40 °С	±0,35
Напряжение встроенного источника питания постоянного тока, В	от 18 до 30
Типы номинальных статических характеристик преобразования (НСХ) входных сигналов подключаемых рабочих термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей	Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751); Pt100 ($\alpha=0,00392\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$); Pt100 ($\alpha=0,003916\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ по JIS C 1604) Ni120 ($\alpha=0,00672\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$); J, K, T, E, N, M, R, S, C (по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013); L, U (по DIN 43710)
Диапазон измерений электрического сопротивления в температурном эквиваленте (каналов для подключения внешнего эталонного термометра и рабочего термопреобразователя сопротивления), °С ⁽³⁾	от -25 до +250
Диапазон измерений термо-ЭДС в температурном эквиваленте (канала для подключения термоэлектрических преобразователей), °С: - для ТП типов J, K, T, E, N, M, L, U - для ТП типов R, S, C	от -25 до +250 от 0 до +250
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений термо-ЭДС в температурном эквиваленте (канала для подключения термоэлектрических преобразователей), °С ⁽⁴⁾ :	
- для ТП типа J	±0,44
- для ТП типа K	±0,49
- для ТП типа T	±0,53
- для ТП типа E	±0,44
- для ТП типа N	±0,57
- для ТП типа M	±0,48
- для ТП типа L	±0,42
- для ТП типа U	±0,48

Наименование характеристики	Значение характеристики ⁽¹⁾⁽²⁾
- для ТП типа R	±1,92
- для ТП типа S	±1,88
- для ТП типа С	±0,84

Примечания:

1) Допускается использование калибраторов в диапазонах измерений, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона измерений электрических сигналов (в зависимости от используемого измерительного канала).

2) Метрологические характеристики указаны для температуры окружающей среды от +13 до +33 °С включ., при использовании калибраторов в остальном температурном диапазоне рабочих условий эксплуатации (от 0 до +13 °С не включ. и св. +33 до +40 °С), необходимо умножить значение требуемой характеристики на коэффициент 1,5;

3) Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления в температурном эквиваленте (Δt , °С) определяются по формуле:

$$\Delta t = \pm \frac{\Delta R_t}{\frac{dR_t}{dt}},$$

где ΔR_t - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления (Ом)
 $\frac{dR_t}{dt}$ - коэффициент чувствительности (чувствительность) термопреобразователя сопротивления (Ом/°С);

4) Характеристики указаны с учетом пределов допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термодпары.

Термопреобразователь сопротивления ЛТА-ДВ

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

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

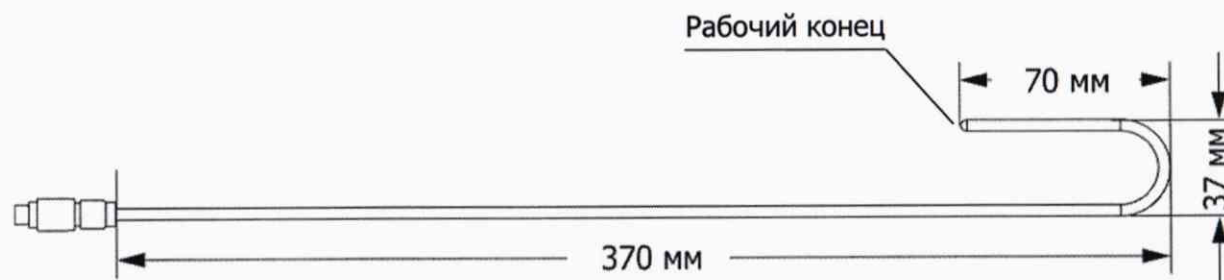


Рисунок Б.1 — Термопреобразователь сопротивления ЛТА-ДВ