

СОГЛАСОВАНО  
Генеральный директор  
ЗАО КИП «МЦЭ»

А. В. Фёдоров



**«ГСИ. Датчики температуры AUTROL модели АТТ2100. Методика поверки»**

**МЦКЛ.0342.МП**

Москва

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики температуры AUTROL модели АТТ2100 (далее – датчики температуры, датчики) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Датчики температуры до ввода в эксплуатацию и после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической.

1.2 Датчики температуры предназначены для измерений температуры химически неагрессивных к материалу защитной арматуры или гильзы жидких и газообразных сред.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого датчика температуры используется метод непосредственного сличения результата измерений температуры измеряемой среды поверяемого датчика, со значением температуры среды, воспроизводимой рабочим эталоном.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования к датчикам температуры – значения основной абсолютной погрешности датчика измерений температуры измеряемой среды не должны превышать допусковых значений  $\pm 0,2$  °С.

1.5 В рамках проводимой поверки датчика температуры по данной методике при определении его метрологических характеристик обеспечивается передача единиц температуры – кельвина (К) и градуса Цельсия (°С) от государственных первичных эталонов единиц в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 № 3253, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону ГЭТ 35-2021 в диапазоне температур ниже 0,01 °С (273,16 К) и к Государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 в диапазоне температур от 0 °С (273,15 К) и выше.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операций	Проведение операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8
Опробование	да	да	9
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Оформление результатов поверки	да	да	12

2.2 Допускается на основании письменного заявления владельца датчика или лица, представившего его на поверку, определение метрологических характеристик датчика для более узкого диапазона измерений.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;

3.2 Перед поверкой датчик температуры выдерживают при условиях поверки не менее 2 часов, если условия окружающей среды отличаются от условий, указанных в п. 3.1.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы на датчик температуры, средства поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Технические и метрологические характеристики средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1</math> °С.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с погрешностью не более 2 %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,5</math> кПа</p>	Термогигрометры ИВА-6, рег. № 46434-11
Раздел 11. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Средства измерений в соответствии с разделом 8</p> <p>Рабочий эталон единицы температуры 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253</p> <p>Рабочие эталоны 1-го, 2-го разряда постоянного тока в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091</p>	<p>Средства измерений в соответствии с разделом 8</p> <p>Калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-650Н, рег. № 53005-13.</p> <p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3, рег. № 33744-07</p> <p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000» рег. № 85582-2</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.		

5.2 Вспомогательное оборудование: HART-коммуникатор или иной программно-аппаратный комплекс (ПАК) с поддержкой протокола HART.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в:

- эксплуатационной документации на датчик температуры;
- эксплуатационной документации на средства измерений и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

6.2 Надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения безопасной эксплуатации средств поверки должны быть четкими.

6.3 Доступ к средствам измерений и используемым при поверке элементам оборудования должен быть свободным.

6.4 К выполнению работ при проведении поверки допускаются лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже III в соответствии с «Правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок<sup>1</sup>», изучившие эксплуатационную документацию на датчик температуры, средства измерений, вспомогательное оборудование, используемые при поверке, и настоящий документ.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При внешнем осмотре визуально проверяют:

- соответствие заводского номера датчика температуры номеру, указанному в паспорте;
- соответствие внешнего вида, комплектности датчика технической и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость маркировки;
- наличие и отсутствие повреждений пломб, обеспечивающих защиту от несанкционированного доступа к узлам настройки датчика;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;
- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии.

7.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по операциям.

<sup>1</sup> Утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н (с изменениями, внесенными приказом Минтруда России от 29.04.2022 № 279н)

## 8 КОНТРОЛЬ УСЛОВИЙ ПОВЕРКИ (ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ)

8.1 Счетчик принимается на поверку:

– с эксплуатационными документами, установленными при утверждении типа средств измерений и входящими в комплектацию датчика температуры.

8.2 При подготовке к поверке выполняют следующие операции:

– проверяют соответствие условий поверки требованиям, изложенным в разделе 3 настоящей методики поверки;

– подготавливают к работе средства измерений и вспомогательные средства в соответствии с их эксплуатационной документацией;

– сверяют заводской номер поверяемого датчика температуры с данными, указанными в эксплуатационной документации, предоставленной на поверку вместе с датчиком.

## 9 ОПРОБОВАНИЕ

9.1 В соответствии с руководством по эксплуатации подключают датчик к источнику питания и вторичному измерительному прибору. На встроенном жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ) датчика (в случае его наличия) индицируется надпись T2100 и номер версии программного обеспечения датчика, затем происходит отображение показаний, соответствующих текущим значениям температуры воздуха в лаборатории.

9.2 В случае отсутствия встроенного ЖКИ проверяют наличие выходного сигнала, значение которого должно соответствовать температуре воздуха в лаборатории.

9.3 В случае индицирования каких-либо кодов ошибки поверку прекращают.

## 10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Датчики температуры имеют встроенное программное обеспечение (далее – ПО), устанавливаемое при выпуске из производства. В таблице 3 указаны идентификационные данные ПО, которые приведены в описании типа средств измерений датчиков температуры.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	7.1
Цифровой идентификатор ПО	-

10.2 Для проверки идентификационных данных в качестве контрольного признака ПО принимается номер версии (идентификационный номер) ПО.

10.3 При наличии у датчика ЖКИ номер версии ПО индицируется после подключения питания.

10.4 Датчик без ЖКИ подключают к HART-коммуникатору или ПАК и после установления соединения находят в коммуникаторе раздел меню с информацией о ПО, в котором должна быть информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения поверяемого датчика.

Примечание - На некоторых HART-коммуникаторах или ПАКах отображение данного номера версии ПО возможно в виде «71».

10.5 Значащей частью в идентификационном номере ПО поверяемого датчика являются только цифры.

Результ проверки по контролю идентификационных данных ПО считается положительным, если номер версии (идентификационный номер) ПО, установленный при выполнении операций данного раздела у поверяемого датчика, соответствует данным таблицы 3:

- номер версии ПО: 7.1 или выше.

10.6 При положительных результатах проверки идентификационных данных ПО поверяемого счетчика поверка продолжается по операциям, указанным в таблице 2.

10.7 При отрицательных результатах проверки идентификационных данных ПО поверяемого счетчика поверку прекращают, считая результаты поверки счетчика отрицательными.

## 11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Для датчиков, имеющих ЖКИ, перед определением основной погрешности, в соответствии с руководством по эксплуатации на датчик, устанавливают разрешение дисплея, равное 0,01 °C или 0,001 °C.

11.2 При первичной поверке датчиков, перед определением основной погрешности, проводят операцию «подстройка нуля» («Zero Trim»).

Существует два способа установки нуля: при помощи кнопок «Ноль/Диапазон» («Zero/Span») на датчике или при помощи HART-коммуникатора.

11.3 При проведении операции «подстройка нуля» (Zero Trim) с использованием кнопок «Ноль/Диапазон» проводятся следующие действия:

- ослабить болты с двух сторон шильдика в верхней части датчика и сдвинуть его как показано на рисунке 1. Под шильдиком находятся кнопки «Zero/Span» («Ноль/Диапазон»),

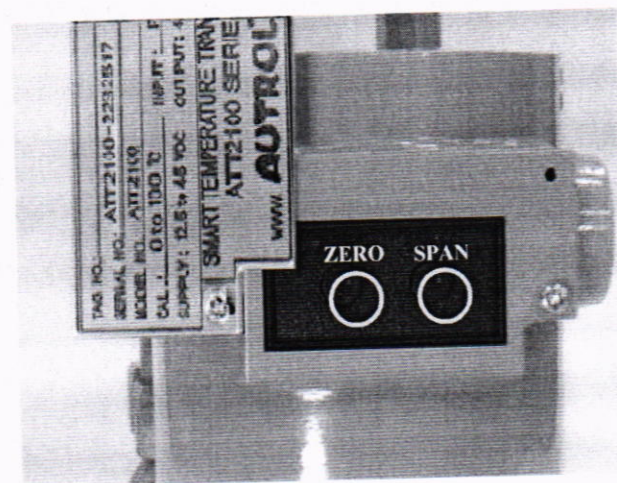
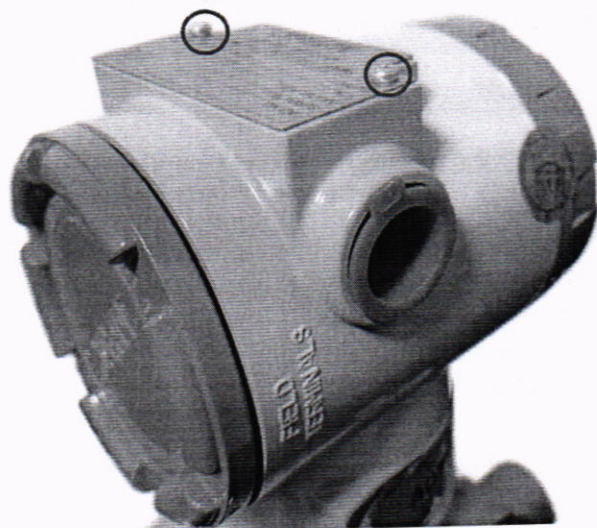


Рисунок 1 - Кнопки регулировки «Zero/Span» («Ноль/Диапазон») датчика

- поместить датчик в криостат с установленной на нем по эталонному термометру температурой равной 0 °C и выдержать не менее 10-ти минут для установления теплового равновесия;
- подать питание на датчик;
- одновременно нажать и удерживать кнопки «Zero» и «Span» 3 секунды до появления надписи «1 Trim»;
- нажать кнопку «Span», появится надпись «11 Z-TRIM», затем повторно нажать кнопку «Span», появится надпись «Zero-TRIM»;

- снова нажать кнопку «Span», появится мигающая надпись «SAVE», в этот момент нажать кнопку «Span», надпись «SAVE» перестанет мигать;
- для выхода нажать и удерживать кнопки «Zero» и «Span» (если операция удалась, то на дисплее прибора и/или коммуникатора значения температуры обнулится).

11.4 Для проведения операции «подстройка нуля» («Zero Trim») с использованием HART-коммуникатора (после погружения и выдержки датчика в криостате как указано в п. 11.3) необходимо подключить датчик к HART-коммуникатору или ПАК, и после установления соединения найти в коммуникаторе раздел «Zero-TRIM» и провести операцию «подстройка нуля» («Zero Trim») нажатием соответствующей клавиши на коммуникаторе.

11.5 Основную погрешность датчиков находят в четырех температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонной температурой, воспроизводимой рабочим эталоном –термостатом или криостатом.

11.6 Погружают в рабочее пространство термостата (криостата) поверяемый датчик, в соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате первую температурную точку.

11.7 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между датчиком и термостатирующей средой снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) эталонной температуры ( $t_d$ ), индицируемой на дисплее эталонного прибора, и температуры, измеренной поверяемым датчиком.

11.8 Значения температуры, измеренной поверяемым датчиком, регистрируют с дисплея HART-коммуникатора или иного ПАК с поддержкой протокола HART, или с ЖКИ датчика температуры ( $t_{цi}$ ), или рассчитывают ( $t_{a_i}$ ) по значению выходного аналогового сигнала силы постоянного тока ( $I_{выхi}$ ) поверяемого датчика, измеренного при помощи рабочего эталона силы постоянного тока.

11.9 Значение температуры ( $t_{a_i}$ ), соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу ( $I_{выхi}$ ) рассчитывают по формуле

$$t_{a_i} = \frac{I_{выхi} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \cdot (t_{max} - t_{min}) + t_{min}, \quad (1)$$

где  $I_{выхi}$  – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;  
 $I_{min}, I_{max}$  – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;  
 $t_{min}, t_{max}$  – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, согласно заказу, °С.

11.10 Операции по п.п. 11.6 – 11.9 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого датчика.

11.11 Основную абсолютную погрешность датчика, в °С, вычисляют по формулам:

- для цифрового выходного сигнала

$$\Delta_{оц} = t_{ц} - t_d; \quad (2)$$

- для аналогового выходного сигнала

$$\Delta_{оа} = t_a - t_d. \quad (3)$$

11.12 В расчетах основной погрешности значения  $t_{ц}$  и  $t_a$  – усредненные значения измеренных выходных сигналов  $t_{цi}$  и  $t_{a_i}$ .

11.13 Результаты поверки датчика считаются положительными:

- если при проведении операций поверки, указанных в разделах 7 – 10 методики

поверки, получены положительные результаты;

– если значение основной погрешности в каждой проверяемой точке не превышает значений, указанных в технической документации на датчики температуры ( $\pm 0,2$  °C).

11.14 При периодической поверке датчиков сначала проводят определение основной погрешности по п.п. 11.6 – 11.9. Если основная погрешность датчиков больше или равна 80 % от допустимого значения ( $\pm 0,2$  °C), то проводят операцию «подстройка нуля» («Zero Trim») как при первичной поверке в соответствии с п.п. 11.3 – 11.4.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Датчик температуры признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

12.2 Сведения о результатах поверки датчика передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда датчик температуры подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в паспорт датчика записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки датчиков в виде наклейки устанавливается вместо удаляемых пломб организации-изготовителя, а также в виде оттиска штампа в паспорт датчика и в свидетельство.

Место нанесения знака поверки на корпус датчика указано на рисунке 2.

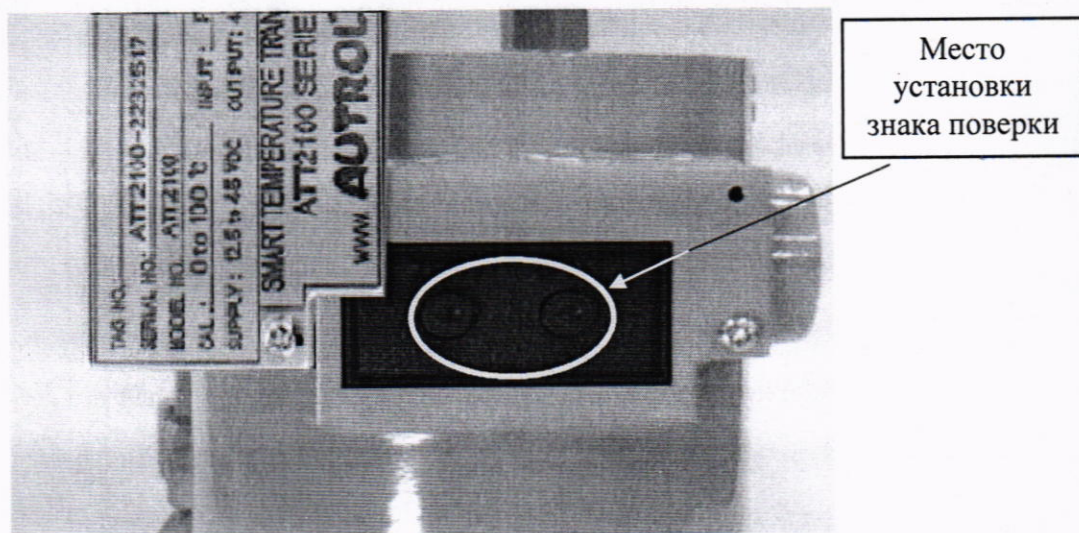


Рисунок 2 – Место установки знака поверки на корпусе датчиков

12.4 При определении метрологических характеристик поверяемого датчика для более узкого диапазона измерений в свидетельство о поверке или паспорте датчика делается соответствующая запись о поведении поверки для более узкого диапазона измерений.

12.5 По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда датчик температуры не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.