

А. В. Фёдоров

М.п. « 01 » октября 2024 г.



МЦКЛ.0363.МП

Москва
2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи температуры АТТ2300 (далее – преобразователи температуры, преобразователи) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

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

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования к преобразователям указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики для исполнения	
	АТТ2300-Н	АТТ2300-Т
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	±0,2	–
Предел допускаемой основной относительной погрешности, %	–	±0,5

1.4 Поверка преобразователей по данной методике обеспечивает 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 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 № 3253.

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

1.6 Определение метрологических характеристик для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений данной методикой поверки предусмотрено.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – 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

Продолжение таблицы 2

Наименование операций	Проведение операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Оформление результатов поверки	да	да	12

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

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;

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, изучившие эксплуатационные документы на преобразователи, средства поверки и настоящую методику поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – 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)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с погрешностью не более 2 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометры ИВА-6, рег. № 46434-11

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 11. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Метрологические и технические требования к средствам поверки в соответствии с разделом 8 Рабочий эталон единицы температуры 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 Рабочие эталоны 1-го, 2-го разряда постоянного тока в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091	Средства измерений в соответствии с разделом 8 Калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-650Н, рег. № 53005-13. Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3, рег. № 33744-07 Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000» рег. № 85582-2
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 4.		

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 преобразователь температуры;
- в 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 электроустановок¹», изучившие эксплуатационную документацию на преобразователь температуры, средства измерений, вспомогательное оборудование, используемые при поверке, и настоящий документ.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При внешнем осмотре визуально проверяют:

- соответствие заводского номера преобразователя температуры номеру, указанному в паспорте;

¹ 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)

- соответствие внешнего вида, комплектности преобразователя технической и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость маркировки;
- наличие и отсутствие повреждений пломб, обеспечивающих защиту от несанкционированного доступа к узлам настройки преобразователя;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению.

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

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

8.1 Преобразователь принимают на поверку с эксплуатационными документами, установленными при утверждении типа средств измерений и входящими в комплектацию преобразователя 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.

9 ОПРОБОВАНИЕ

9.1 Подать напряжение питания 24 В на преобразователь.

9.2 Для преобразователей с жидкокристаллическим индикатором (ЖКИ) убедиться, что на ЖКИ преобразователя отображаются показания температуры, соответствующие текущим значениям температуры воздуха в лаборатории.

9.3 В случае отсутствия встроенного ЖКИ проверяют наличие выходного сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), значение которого должно соответствовать температуре воздуха в лаборатории.

9.4 По измеренному значению силы постоянного тока значение измеренной преобразователем температуры окружающего воздуха определить по формуле

$$t_{\text{изм}} = (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) \cdot \left(\frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \right) + t_{\text{min}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{изм}}$ – измеренное преобразователем значение температуры окружающего воздуха, °С;
 t_{max} – значение верхнего предела температуры интервала измерений поверяемого преобразователя, °С;

t_{min} – значение нижнего предела температуры интервала измерений поверяемого преобразователя, °С;

$I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное на выходе поверяемого преобразователя, мА;

$I_{\text{max}}, I_{\text{min}}$ – соответственно, верхнее (20 мА) и нижнее (4 мА) предельные значения выходного сигнала постоянного тока испытуемого преобразователя, мА.

9.5 Результаты опробования считать положительными, если значение измеренной преобразователем температуры на ЖКИ или значение температуры, соответствующее выходному аналоговому сигналу силы постоянного тока, соответствует температуре окружающего воздуха лаборатории, с отклонением, не превышающим значения пределов допускаемой погрешности, указанной в таблице 1 настоящей методики поверки для соответствующего исполнения преобразователя.

9.6 В случае отсутствия показаний температуры на ЖКИ и (или) отсутствия выходного сигнала силы постоянного тока или наличия на ЖКИ каких-либо кодов ошибки поверку прекращают.

10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Преобразователи температуры имеют встроенное программное обеспечение (далее – ПО), устанавливаемое при выпуске из производства. В таблице 4 указаны идентификационные данные ПО.

10.2 Преобразователь 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 преобразователя (рисунок 1).

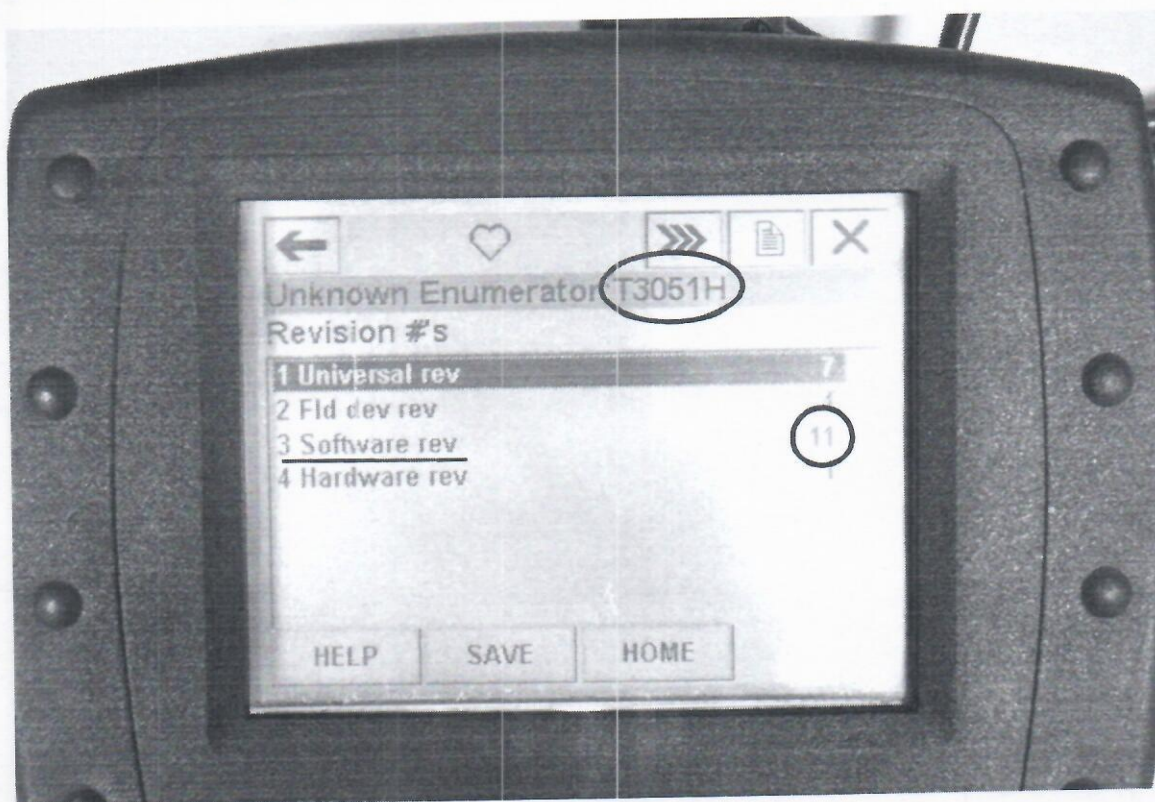


Рисунок 1 – Проверка идентификационных данных (признаков) ПО поверяемого преобразователя с помощью HART-коммуникатора

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	T3051H
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	11
Цифровой идентификатор ПО	-

10.3 Результат проверки по контролю идентификационных данных ПО считается положительным, если номер версии (идентификационный номер) ПО, установленный при выполнении операций данного раздела у поверяемого преобразователя, соответствует данным таблицы 4:

- идентификационное наименование ПО: T3051H

- номер версии ПО: 11 или выше.

10.4 При положительных результатах проверки идентификационных данных ПО поверяемого счетчика поверка продолжается по операциям, указанным в таблице 3.

10.5 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 При первичной поверке преобразователя, перед определением основной погрешности, проводят операцию по калибровке нижнего или нижнего и верхнего и пределов измерений с помощью HART-коммуникатора в следующей последовательности:

- в основном меню HART-коммуникатора выбрать пункт «1 Devuce setup», подтвердить выбор кнопкой коммуникатора «Enter»;
- выбрать пункт подменю «2 Diag/Service», подтвердить выбор кнопкой коммуникатора «Enter»;
- выбрать пункт подменю «2 Calibration», подтвердить выбор кнопкой коммуникатора «Enter»;
- выбрать пункт подменю «1 Snsr 1 input trim», подтвердить выбор кнопкой коммуникатора «Enter»;
- выбрать единицу измерений и нажимаем подтвердить выбор кнопкой коммуникатора «Enter»;
- выбрать способ калибровки или нижнего предела диапазона измерений «1 Lover Only» или нижнего и верхнего пределов диапазонов измерений «2 Lover and Upper»;
- при калибровке нижнего предела диапазона измерений поместить преобразователь в криостат или термостат с установленной на нем значения температуры нижнего предела диапазона измерений по эталонному термометру и выдержать при данной температуре для установления теплового равновесия (установления стабильных значений температуры у преобразователя), подтвердить нажатием кнопки коммуникатора «Enter»;
- при калибровке нижнего и верхнего пределов диапазона измерений установить в криостате или термостате с установленным поверяемым преобразователем значение температуры нижнего предела измерений, дождаться установления стабильных значений показаний или выходного сигнала у преобразователя, далее приложить установить в криостате или термостате значение температуры верхнего предела измерений, дождаться установления стабильных значений показаний или выходного сигнала у преобразователя и подтвердить выбор нажав кнопку коммуникатора «Enter».

11.2 Проведение операции по калибровке нижнего или нижнего и верхнего и пределов измерений поверяемого преобразователя с помощью ПАК и специализированного программного обеспечения ПАК, поставляемого изготовителем преобразователей» аналогично вышеизложенному п. 11.1.

11.3 Основную погрешность преобразователя 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.

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

11.5 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между преобразователем 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 преобразователем.

11.6 Значения температуры, измеренной поверяемым преобразователем, регистрируют с дисплея HART-коммуникатора или иного ПАК с поддержкой протокола HART или со специализированным программным обеспечением ПАК, или с ЖКИ преобразователя температуры ($t_{ц_i}$), или рассчитывают (t_{a_i}) по значению выходного аналогового сигнала силы постоянного тока ($I_{вых_i}$) поверяемого преобразователя, измеренного при помощи рабочего эталона силы постоянного тока.

11.7 Значение температуры (t_{a_i}), соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу ($I_{вых_i}$) рассчитывают по формуле (1).

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

11.9 Значение основной абсолютной погрешности преобразователя исполнения АТТ2300Н, в °С, вычисляют по формулам:

– для по показаниям температуры на ЖКИ преобразователя и цифрового выходного сигнала

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

– для аналогового выходного сигнала

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

11.10 Значение основной относительной погрешности преобразователя исполнения АТТ2300Т, в %, вычисляют по формулам:

– для по показаниям температуры на ЖКИ преобразователя и цифрового выходного сигнала

$$\delta_{оц} = \frac{\Delta_{оц}}{t_{ц}} \cdot 100 = \frac{t_{ц} - t_d}{t_{ц}} \cdot 100; \quad (4)$$

– для аналогового выходного сигнала

$$\delta_{оа} = \frac{\Delta_{оа}}{t_a} \cdot 100 = \frac{t_a - t_d}{t_a} \cdot 100. \quad (5)$$

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

11.12 Значение измеренной преобразователем температуры по значению силы тока (t_a), измеренному на выходе преобразователя, рассчитывается по формуле

$$t_a = (t_{max} - t_{min}) \cdot \left(\frac{I_{вых} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \right) + t_{min}, \quad (6)$$

где t_{max} – значение температуры верхнего диапазона измерений температуры преобразователя, °С;

t_{min} – значение температуры нижнего диапазона измерений температуры преобразователя, °С;

$I_{вых}$ – значение выходного сигнала преобразователя в мА, пропорциональное значению измеренной преобразователем температуры t , °С;

I_{max} – максимальное значение выходного сигнала преобразователя, мА;

I_{min} – минимальное значение выходного сигнала преобразователя, мА.

11.13 Результаты поверки преобразователя 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 преобразователи температуры ($\pm 0,2$ °С для преобразователя исполнения АТТ2300Н и $\pm 0,5$ % для преобразователя исполнения АТТ2300Т).

11.14 При периодической поверке преобразователей сначала проводят определение основной погрешности по п.п. 11.3 – 11.13. Если основная погрешность преобразователя больше или равна 80 % от допустимого значения ($\pm 0,2$ °С для преобразователя исполнения АТТ2300Н и $\pm 0,5$ % для преобразователя исполнения АТТ2300Т), то проводят операцию калибровки преобразователя как при первичной поверке в соответствии с п.п. 11.1.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

12.3 По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда преобразователь температуры подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.4 Нанесение знака поверки на корпус преобразователя не предусмотрено.

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

12.6 По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда преобразователь 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.