

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
по метрологии
ФБУ «УРАЛТЕСТ»



Д. Г. Дедков

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики токсичных газов стационарные СДТГ

Методика поверки

МП 4501/0416-2025

Екатеринбург
2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки датчиков токсичных газов стационарных СДТГ (далее – датчики), используемых в качестве рабочих средств измерений.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых датчиков к Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.12.2020 № 2315.

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений датчиком величин, воспроизводимых эталоном.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	-	-
Определение основной погрешности измерений	10.1	да	да

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

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
- температура окружающего воздуха: от плюс 15 до плюс 25 °С;
 - относительная влажность воздуха: от 30 до 80 %;
 - атмосферное давление: от 98,0 до 104,6 кПа;
 - расход поверочной газовой смеси (далее – ПГС): от 200 до 400 см³/мин.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию и изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на датчики и средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 98,0 до 104,6 кПа с абсолютной погрешностью не более 3 гПа;	Прибор комбинированный для контроля параметров окружающей среды MeteoSmart, рег. № 76455-19
	Средства измерений объемного расхода газа с верхним пределом измерений 0,063 м ³ /ч с приведенной погрешностью от верхнего предела измерений не более ±4,0 %; Нижние пределы измерений должны составлять не более 20 % от верхних фактических пределов измерений;	Ротаметр с местными показаниями РМ-А-0,063-ГУЗ, рег. № 19325-12
8.2	Источник напряжения постоянного тока. Диапазон воспроизводимого напряжения постоянного тока от 10 до 15 В;	Источник питания постоянного тока GPS-73030D, рег. № 55898-13
10.1	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 № 2315;	Генератор газовых смесей ГГС, мод. ГГС-К, рег. № 62151-15
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 № 2315;	Генератор нулевого воздуха ГНГ-01, рег. № 26765-15
	Рабочие эталоны 1 и 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 № 2315;	Стандартные образцы состава газовых смесей ГСО в баллонах под давлением в соответствии с приложением Б;

Продолжение таблицы 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 в диапазоне измерений постоянного тока от 1 до 10 мА; Рабочий эталон не ниже 3 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 в диапазоне измерений постоянного напряжения от 0,40 до 2,20 В;	Мультиметр цифровой 34410А, рег. № 47717-11
10.1	Средства измерений объемного расхода газа с верхним пределом измерений 0,063 м ³ /ч с приведенной погрешностью от верхнего предела измерений не более ±4,0 %; Нижние пределы измерений должны составлять не более 20 % от верхних фактических пределов измерений;	Ротаметр с местными показаниями РМ-А-0,063-ГУЗ, рег. № 19325-12
10.1	Средства измерений интервалов времени от 0 до 60 мин с абсолютной погрешностью не более 1 с;	Секундомер электронный Интеграл С-01, рег. № 44154-16
10.1	Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ);	Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) 6×1,5 мм по ТУ 6-01-2-120-73
10.1	Вентиль точной регулировки, диапазон рабочего давления от 0 до 150 кгс/см ² ;	Натекатель (вентиль тонкой регулировки) Н-12
10.1	Калибровочная насадка из комплекта поставки датчика;	-
10.1	Персональный компьютер	-

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, стандартные образцы утвержденного типа с действующим паспортом, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 5.1.

5.3 Допускается использование стандартных образцов состава ГС утвержденного типа, не указанных в настоящей методике поверки, при выполнении следующих условий:

- номинальное значение содержания определяемого компонента в ГС должно соответствовать указанному для соответствующей ГС из приложения Б с учетом установленного предела отклонения;

- отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого датчика должно быть не более 1/2.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования инструкций по охране труда организации, выполняющей работы и оказывающей услуги по поверке датчиков, аккредитованной на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

6.2 При проведении поверки соблюдают правила и указания, изложенные в эксплуатационных документах датчиков и средств поверки.

6.3 Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

6.4 Концентрации вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

6.5 При работе с чистыми газами и газовыми смесями в баллонах под давлением соблюдают «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра датчиков следует убедиться в отсутствии механических повреждений и дефектов, влияющих на их метрологические характеристики.

7.2 Комплектность, маркировка, пломбировка датчиков должны соответствовать описанию типа.

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

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверяют соблюдение условий поверки на соответствие требованиям раздела 3.

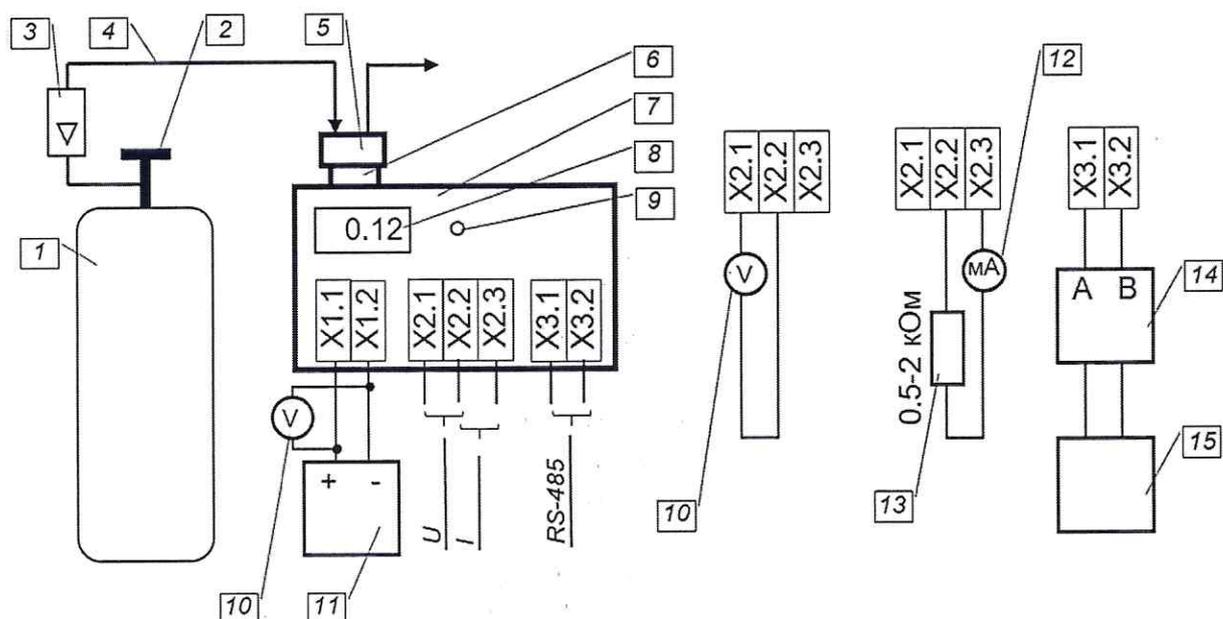
8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1.3 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

– подготавливают датчики в соответствии с 2.2 «Подготовка изделия к использованию» руководства по эксплуатации (далее – РЭ);

– датчики и баллоны с ГСО состава газовой смеси компонента выдерживают в помещении, в котором будет проводиться поверка, в течение 24 ч.

8.1.4 Собирают схему в соответствии с рисунком 1.



1 – баллон ГСО-ПГС; 2 – натекатель (вентиль тонкой регулировки) Н-12; 3 – ротаметр; 4 – трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) 6×1,5 мм; 5 – калибровочная насадка из комплекта поставки датчика; 6 – чувствительный элемент датчика; 7 – датчик; 8 – дисплей; 9 – светодиодный индикатор, 10 – мультиметр;

11 – источник питания постоянного тока (12 В); 12 – мультиметр; 13 – нагрузочное сопротивление; 14 – преобразователь USB/RS-485; 15 – ПК

Рисунок 1 – Схема подключения датчиков

8.2 Опробование

8.2.1 После включения датчиков необходимо проверить их работоспособность в соответствии с 2.3.1 и 2.3.2 РЭ.

8.3 Результаты подготовки к поверке и опробования считают положительными, если выполняются требования, указанные в 8.1 и 8.2.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) датчиков проводят путем считывания номера версии ПО и цифрового идентификатора (контрольной суммы) ПО в соответствии с Приложением Г РЭ.

9.2 Результаты проверки ПО считают положительными, если идентификационные данные встроенного ПО (номер версии и цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО) соответствуют значениям, приведенным в описании типа на датчики.

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

10.1 Определение основной погрешности

10.1.1 Определение основной погрешности производится для каждого поддиапазона измерений датчика (при наличии нескольких поддиапазонов измерений).

ПГС, содержащую определяемый компонент, подают на вход датчика в последовательности:

- №№ 1 - 2 - 3 - 2 - 1 - 3 при первичной поверке, в течение не менее 360 с (для модификаций СДТГ-01, СДТГ-06, СДТГ-03, СДТГ-05, СДТГ-11, СДТГ-07), не менее 45 с (для модификации СДТГ-15);

- №№ 1 - 2 - 3 при периодической поверке в течение не менее 360 с (для модификаций СДТГ-01, СДТГ-06, СДТГ-03, СДТГ-05, СДТГ-11, СДТГ-07), не менее 45 с (для модификации СДТГ-15).

Расход ПГС устанавливают согласно 3.1 и контролируют по ротаметру, подключенному к выходному штуцеру датчика.

10.1.2 Номинальное содержание определяемого компонента в ПГС и пределы допускаемых отклонений от него должны соответствовать указанным в таблице 10.1.

Таблица 10.1

Номер ПГС	Содержание, соответствующее точкам диапазона (поддиапазона) измерений, %
1	10 ± 5
2	50 ± 5
3	95 ± 5

Примечания

1 Допускается применять ПГС с предельными допускаемыми отклонениями от номинального содержания определяемого компонента до ±10 %.

2 При поверке диапазона (поддиапазона) измерений начинающегося с 0 значения объемной доли определяемого компонента допускается использовать вместо ГСО-ПГС № 1 воздух по ТУ 2114-008-53373468-2008 либо, при использовании для поверки СО искусственной газовой смеси в азоте, азот газообразный особой чистоты по ГОСТ 9293-74.

10.1.3 После стабилизации показаний фиксируют значение объемной доли определяемого компонента $C_{ij}^{изм}$, % (млн⁻¹):

- для датчиков с аналоговым выходным сигналом по дисплею датчика и мультиметру, подключенному к аналоговому выходу по току или напряжению;

- для датчиков с цифровым выходным сигналом по дисплею датчика или показаниям на персональном компьютере в ПО.

10.1.4 Результаты измерений по 10.1.3 заносят в протокол поверки.

10.1.5 По показаниям мультиметра, подключенного к аналоговому выходу по постоянному току от 1,00 до 5,00 мА, рассчитать содержание определяемого компонента на входе датчика по формуле

$$C_{ijизм} = \frac{C_B}{4,00} \cdot (I - 1,00), \quad (1)$$

где I – значение токового выходного сигнала, мА;

C_B – верхняя граница диапазона измерений, соответствующая значению выходного токового сигнала 5,00 мА, % (млн⁻¹).

10.1.6 По показаниям мультиметра, подключенного к аналоговому выходу по напряжению от 0,40 до 2,00 В датчика, рассчитать содержание определяемого компонента на входе датчика по формуле

$$C_{ijизм} = \frac{C_B}{1,60} \cdot (U - 0,40), \quad (2)$$

где U – значение выходного сигнала по напряжению, В;

C_B – верхняя граница диапазона измерений, соответствующая значению выходного сигнала по напряжению 2,00 В, % (млн⁻¹).

10.1.7 Рассчитывают для каждого измеренного значения основную абсолютную погрешность измерений измеряемой величины Δ_i , % (млн⁻¹), по формуле (3) и записывают полученные значения в протокол поверки

$$\Delta_i = C_{ijизм} - C_d, \quad (3)$$

где $C_{ijизм}$ – содержание определяемого компонента на входе датчика, % (млн⁻¹);

C_d – действительное значение объемной доли определяемого компонента, соответствующее j -точке диапазона, указанное в паспорте на ГСО-ПГС, % (млн⁻¹).

10.1.8 Результаты операции поверки считают положительными, если значения основных абсолютных погрешностей измерений, полученные по формуле (3), соответствуют требованиям таблицы А.1 Приложения А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки оформляют протокол поверки в произвольной форме.

11.2 Положительные результаты поверки датчиков оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

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

**Приложение А
(обязательное)**

Таблица А.1 – Метрологические характеристики датчиков

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (показаний) объемной доли определяемого компонента: - оксид углерода (СО, ПДК=17 млн ⁻¹), млн ⁻¹ - водород (Н ₂ , высокая концентрация), % - оксид азота (NO, ПДК в перерасчете на NO ₂ =2,5 млн ⁻¹), млн ⁻¹ - диоксид азота (NO ₂ , ПДК=1 млн ⁻¹), млн ⁻¹ - диоксид серы (SO ₂ , ПДК=3,8 млн ⁻¹), млн ⁻¹ - кислород (O ₂), % - метан (CH ₄), %	от 0 до 50 (от 0 до 999) от 0 до 1,00 (от 0 до 1,00) от 0 до 10 (от 0 до 100) от 0 до 10 (от 0 до 100) от 0 до 20 (от 0 до 200) от 5 до 25 (от 0 до 25) от 0,0 до 100,0 (от 0 до 100)
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (Δ ₀) измерений объемной доли определяемого компонента: - оксид углерода, млн ⁻¹ - водород (высокая концентрация), % - оксид азота, млн ⁻¹ - диоксид азота, млн ⁻¹ - диоксид серы, млн ⁻¹ - кислород, % - метан, %, в диапазоне измерений - от 0,0 до 5,0 % включ. - св. 5,0 до 100,0 %	$\pm(2+0,1 \cdot C_{\text{вх}})$ $\pm 0,1$ $\pm(0,3+0,1 \cdot C_{\text{вх}})$ $\pm(0,2+0,05 \cdot C_{\text{вх}})$ $\pm(0,2+0,06 \cdot C_{\text{вх}})$ $\pm(0,5+0,02 \cdot C_{\text{вх}})$ $\pm 0,1$ $\pm 3,0$
Нормальные условия измерений: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, % - атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 от 30 до 80 от 98,0 до 104,6
Примечание – C _{вх} – объемная доля контролируемого газа на входе датчика, млн ⁻¹ (%)	

**Приложение Б
(обязательное)**

Таблица Б.1 – Рекомендуемый перечень ГСО-ПГС, используемых при поверке

Определяемый компонент	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Номер ГСО-ПГС	Номинальное значение концентрации определяемого компонента в ГСО-ПГС и пределы допускаемого отклонения	Характеристика ПГС в соответствии с описанием типа	Номер ГСО-ПГС в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
				Границы допускаемых значений относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	
Оксид углерода CO , млн ⁻¹	от 0 до 50	1	-	-	-
		2	25,0±1,3	4	10599-2015
		3	47,5±2,4		
Водород H_2 , %	от 0 до 1,00	1	-	-	-
		2	0,50±0,03	от 4 до 1,1	10599-2015
		3	0,95±0,05	от 4 до 0,8	10597-2015
Оксид азота NO , млн ⁻¹	от 0 до 10	1	-	-	-
		2	5,0±0,3	4	10597-2015
		3	9,5±0,5		
Диоксид азота NO_2 , млн ⁻¹	от 0 до 10	1	-	-	-
		2	5,0±0,3	4	10546-2014
		3	9,5±0,5	от 5 до 4	10597-2015
Диоксид серы SO_2 , млн ⁻¹	от 0 до 20	1	-	-	-
		2	10,0±0,5	1,5	10536-2014
		3	19±1		
Кислород O_2 , %	от 5 до 25	1	7,0±0,4	от 4 до 0,8	10597-2015
		2	15,0±0,8	от 0,8 до 0,13	
		3	23,8±1,2		
Метан CH_4 , %	от 0,0 до 5,0 включ.	1	-	-	-
		2	2,5±0,1	от 4 до 1,1	10599-2015
		3	4,8±0,2	от 4 до 0,8	10597-2015
	св. 5,0 до 100,0	1	14,5±0,7	от 1,6 до 0,26	10597-2015
		2	52,5±2,6		
		3	95,0±5,0		

Примечания

1 Согласно ГОСТ 31610.20-1-2020 100 % НКПР соответствует:

- объемной доле метана (CH_4): 4,40 %;
- объемной доле водорода (H_2): 4,00 %.

2 Пересчет значений молярной доли в объемную долю в соответствии с методикой взаимного пересчета согласно ГОСТ Р 8.974-2019.

3 При поверке диапазона (поддиапазона) измерений начинающегося с 0 значения объемной доли определяемого компонента используют вместо ГСО-ПГС № 1 воздух по ТУ 2114-008-53373468-2008 либо, при использовании для поверки CO искусственной газовой смеси в азоте, азот газообразный особой чистоты по ГОСТ 9293-74.

4 Допускается использовать другие ГСО-ПГС с характеристиками не хуже указанных в таблице.