

**Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области»
(ФБУ «Нижегородский ЦСМ»)**

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»
Т. Б. Змачинская
« 27 » 12 2022 г.



**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Газоанализаторы АГМ-505

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ДКИН. 413411.002 МП

2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на газоанализаторы АГМ-505.

Газоанализаторы АГМ-505 (в дальнейшем газоанализаторы), предназначены для контроля выбросов загрязняющих веществ и оптимизации процесса горения топлива в топливосжигающих установках путем измерения содержания в отходящих газах следующих компонентов: содержания кислорода (O_2), оксида углерода (CO), оксида азота (NO), измерения температуры в точке отбора пробы и измерения избыточного давления/ разрежения и устанавливает методы первичной поверки при выпуске из производства, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – 1 год.

Требования по обеспечению прослеживаемости поверяемых газоанализаторов к государственным первичным эталонам единиц величин выполняются путем реализации методик измерений с применением стандартных образцов утвержденного типа и средств измерений, применяемых в качестве эталона, прослеживаемых к государственным первичным эталонам:

гэт154-2019 «ГПЭ единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 декабря 2020 г. № 2315 об утверждении «Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

гэт23-2010 «ГПЭ единицы давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1339 от 29 июня 2018 г. «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

гэт35-2021 «ГПЭ единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К» и гэт34-2020 «ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – прямой метод измерений.

2 Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 В соответствии с заявлением владельца средства измерений (СИ) или другого лица, предоставившего СИ на поверку допускается проведение поверки в сокращенном объеме с теми датчиками (датчиком), с которыми эксплуатируется газоанализатор.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7	да	да
2. Определение электрической прочности изоляции	8.2.	да	нет
3. Проверка электрического сопротивления изоляции	8.3.	да	нет
4. Опробование	8.4.	да	да
5. Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
6. Определение основной погрешности измерений содержания газовых компонентов	10.1	да	да
7. Определение основной погрешности измерений избыточного давления – разрежения	10.2	да	да
8. Определение основной погрешности измерений температуры	10.3	да	да
9. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
9. Оформление результатов поверки	12	да	да

Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- механические воздействия и внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать.

4 Требования к специалистам, осуществляющих поверку

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучивших настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на прибор и имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки (эталоны единиц величин, стандартные образцы, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Наименование, тип и рег. № в ФИФ рекомендуемых основных и вспомогательных средств поверки и их метрологические характеристики
Контроль условий проведения поверки (п. 3)	Рабочие средства измерений температуры окружающего воздуха по ГПС в соответствии с приказом № 2885 от 15.12.2021 г. Диапазон измерений температуры от 0 до + 50 °С, предел допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$	Прибор комбинированный Testo мод. 608-H1, рег. № 53505-13, диапазон измерения относительной влажности от 10 до 95 %, предел допускаемой погрешности измерений $\pm 3 \%$.
	Рабочие средства измерений относительной влажности окружающего воздуха по ГПС в соответствии с приказом № 2885 от 15.12.2021 г.	
	Рабочие средства измерений атмосферного давления по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 6 декабря 2019 г. № 2900.	Прибор цифровой для измерения давления DPI 705, рег. № 66482-17, диапазон измерений от 35 до 7000 кПа, предел допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,1\%$
Проверка электрической прочности изоляции (п. 8.2.1)	Диапазон задания выходного напряжения от 0 до 10 кВ, пределы допускаемой относительной погрешности задания выходного напряжения $\pm 4 \%$	Универсальная пробойная установка УПУ-10
Проверка электрического сопротивления изоляции (п. 8.2.2)	Диапазон измерения от 0 до 2000 МОм Пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,015 \cdot R + 5 \text{ е.м.р.})$, где емр – единица младшего разряда.	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607, регистрационный номер 56407-14
Определение основной погрешности канала измерения содержания газов (п. 10.1)	<i>Рабочие эталоны единиц содержания компонентов в газовых смесях 2-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315.</i>	ГСО ПГС (характеристики приведены в приложение А); Генераторы газовых смесей ГГС-Р, рег. № 62151-15, диапазон воспроизведения объемной (молярной) доли целевого компонента от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до 99 %, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm (2-5) \%$
	Верхний предел измерения $0,063 \text{ м}^3/\text{ч}$	Ротаметр РМА2-0,063ГУЗ-К
	Давлением на выходе от 0,1 до 0,2 Мпа	Редуктор БАЗО-5МГ ТУ 3645-032-0022531-97

		Трубка поливинилхлоридная гибкая ПВХ 4х1,5 ТУ 601-2-120-73
		Тройник ГС-ТВ ГОСТ 25336-82
Определение основной погрешности измерения избыточного давления разрежения (п. 10.2)	<i>Рабочие эталоны единицы давления 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта 6 декабря 2019 г. № 2900</i>	Измерители давления цифровые ИДЦ-2, рег. № 25320-03; диапазон измерения от 0 до 160 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,05\%$ от диапазона измерений.
	Диапазон задаваемых давлений от минус 90 до 250 кПа.	Помпа ручная пневматическая «П-0,25»
Определение основной погрешности измерения температуры (п. 10.3)	<i>Рабочие эталоны единицы температуры 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009</i>	Калибратор температуры эталонный КТ-110, рег. № 26111-08, диапазон воспроизведения температуры от -40 до $+110$ °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (0,08 + 0,06 \times t / 100)$ Калибратор температуры эталонный КТ-1100, рег. № 26113-03, диапазон воспроизведения температуры от 100 до $+1100$ °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 1,5$ °С
Примечание: – допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик газоанализатора с требуемой точностью и прослеживаемость к Государственным первичным эталонам гэт154-2019, гэт23-2010, гэт35-2021, гэт34-2020		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые газоанализаторы и применяемые средства поверки.

6.2 Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Не допускается сбрасывать поверочные газовые смеси (в дальнейшем ПГС) в атмосферу рабочих помещений.

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

6.4 При проведении поверки должны быть соблюдены правила безопасности по ГОСТ 12.2.007.0 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» и Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утвержденным приказом Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от № 536 от 15.12.2020 г.

7 Внешний осмотр

7.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие газоанализатора следующим требованиям:

- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность
- исправность органов управления;
- соответствие комплектности (при первичной поверке) и маркировки газоанализатора руководству по эксплуатации.

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если СИ соответствует перечисленным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке:

8.1.1 Выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности.

8.1.2 Выдержать баллоны с ПГС при температуре $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ не менее 24 ч.

8.1.3 Проверить наличие паспортов и сроки годности средств поверки.

8.1.4 Подготовить поверяемый газоанализатор и средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации (инструкцией).

8.1.5 Включить приточно-вытяжную вентиляцию. Выдержать прибор при температуре поверки не менее 2-х часов.

8.2. Проверка электрической прочности изоляции.

Проверку проводить на универсальной пробойно-испытательной установке.

Испытанию подвергается отключенный от сети сетевой адаптер газоанализатора.

Испытательное синусоидальное напряжение 1500 В с частотой 50 Гц прикладывать между соединенными между собой сетевыми контактами и выходными цепями адаптера. Испытательное напряжение изменять от нуля до заданного значения за время от 5 до 20 с, через одну минуту производить снижение испытательного напряжения от заданного значения до нуля в течение от 5 до 20 с.

Адаптер считается выдержавшим испытание, если за время испытания не возникали разряды или повторяющиеся поверхностные пробой, сопровождающиеся резким возрастанием тока в испытываемой цепи.

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку проводят с помощью мегомметра.

Испытанию подвергается отключенный от сети сетевой адаптер газоанализатора.

Электрическое питание газоанализатора отключают. Мегомметр подключают к замкнутым между собой сетевыми контактами и выходными цепями адаптера. Через 1 мин после приложения испытательного напряжения 1000 В фиксируют по шкале мегомметра величину сопротивления изоляции.

Газоанализаторы считают выдержавшими испытания, если электрическое сопротивление изоляции составило не менее 20 МОм.

8.4 При опробовании должны быть выполнены следующие операции:

- прогрев и проверка общего функционирования газоанализатора;
- автоматическая установка нулевых показаний газоанализатора.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если после автоматической установки нуля на дисплее газоанализатора устанавливаются следующие показания:

- по каналам CO, NO от 0 до 5 млн⁻¹;
- по каналу O₂ от 20,8 до 21,0 об. %.

9 Проверка программного обеспечения (ПО) средства измерений

Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО, установленного в газоанализатор, через меню согласно «Информация о приборе»;
- сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанными в описании типа СИ на газоанализатор.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные совпадают.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AGM505.HEX
Номер версии (идентификационный номер ПО)	A.01
Цифровой идентификатор ПО	0x8501 (CRC-16)
Другие идентификационные данные (если имеются)	отсутствуют

10 Определение метрологических характеристик средства измерения

10.1 Определение основной погрешности измерений содержания газовых компонентов

Подключить газоанализатор и испытательное оборудование в соответствии с рисунком 10.1. Использовать максимально короткие отрезки трубки ПВХ.

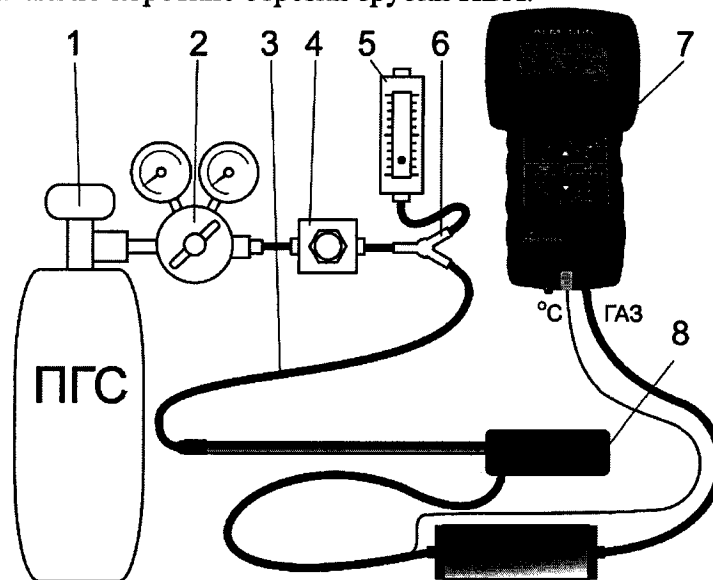


Рис.10.1. Пневматическая схема соединений при проведении поверки газоанализаторов с помощью ПГС в баллонах под давлением.

1. Баллон ПГС;
2. Редуктор БАЗО-5МГ ТУ 3645-032-0022531-97 с давлением на выходе от 0,1 до 0,2 МПа;
3. Трубка поливинилхлоридная гибкая ПВХ 4х1,5 ТУ 6-01-2-120-73;
4. Вентиль точной регулировки ВТР-4 Ду 3, Ру 6 атм.;
5. Ротаметр РМА2-0,063ГУЗ-К, поток от 0,2 до 0,5 лит/мин в установившемся режиме при отборе пробы газоанализатором;
6. Тройник ГС-ТВ ГОСТ 25336-82.
7. Газоанализатор АГМ-505.

8. Пробоотборный зонд газоанализатора АГМ-505.

Подготовить газоанализатор к измерению содержания газов согласно руководству по эксплуатации, единицы измерений – ppm (млн⁻¹).

Определение основной погрешности измерений проводят последовательно по каждому измерительному каналу при поочередном пропуске через газоанализаторы поверочных газовых смесей заданного состава в последовательности №№ 1–2–3–2–1–3 и снятия показаний испытываемых газоанализаторов.

Номинальные значения содержания определяемых компонентов ПГС приведены в приложение А.

Подача ПГС на газоанализаторы из баллонов под давлением осуществляется в следующей последовательности:

- открывают баллон с ПГС, с помощью вентиля точной регулировки, контролируя по ротаметру избыточный расход смеси в пределах от 0,2 до 0,5 лит/мин;

- после стабилизации показаний газоанализатора по поверяемому каналу (через 3–5 минут после начала подачи ПГС) считывают измеренное значение объемной доли определяемого компонента ПГС (в ppm или % (об.));

- закрывают баллон с ПГС.

По результатам измерений, полученным в каждой точке поверки, определяют основную абсолютную или относительную погрешность газоанализатора в зависимости от участка диапазона измерений по формуле:

$$\Delta_o = [A_i - A_o],$$

$$\delta_o = [A_i - A_o] / A_o \times 100 \%. \quad \text{или}$$

где: A_i - показания газоанализатора, %, (млн⁻¹);

A_o - действительное значение концентрации измеряемого компонента в проверяемой точке, указанное в паспорте на ГСО ПГС, %, (млн⁻¹).

10.2 Определение основной погрешности измерений избыточного давления – разрежения.

Подключить газоанализатор и испытательное оборудование в соответствии с рисунком 10.2.

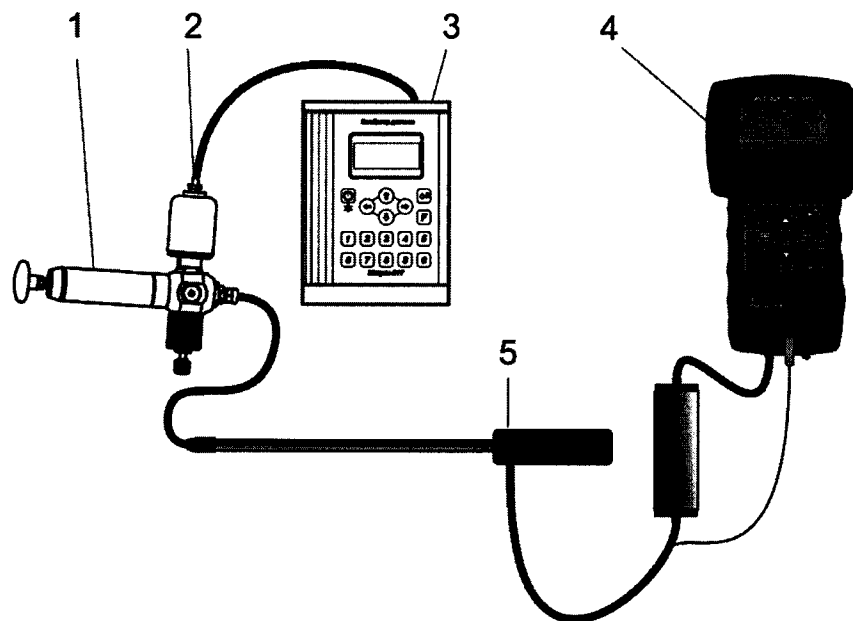


Рис.10.2. Пневматическая схема соединений при проведении поверки газоанализаторов по каналу измерения давления.

1. Помпа ручная пневматическая «П-0,25»;
2. Модуль давления эталонный Метран-518;

3. Калибратор давления Метран-517;
4. Газоанализатор;
5. Пробоотборный зонд газоанализатора.

Определение погрешности измерений избыточного давления (разрежения) проводят методом сличения показаний поверяемого газоанализатора и калибратора давления при значениях избыточного давления и давления разреженного газа, указанных в таблице 4, задаваемого с помощью ручного пневматического насоса:

Таблица 4.

Диапазон измерения, кПа	Точки поверки, кПа								
	5,0	2,5	1,0	0,25	0	- 0,25	- 1,0	- 2,5	- 5,0

По результатам измерений, полученным в каждой точке поверки, определяют абсолютную или относительную погрешность измерения в зависимости от участка диапазона измерений по формуле:

$$\Delta P = [P_i - P_o],$$

или
$$\delta P = [P_i - P_o] / P_o \times 100 \text{ \%}.$$

где: P_i - значение давления, измеренное газоанализатором, кПа;

P_o - действительное значение давления, измеренное калибратором, кПа.

10.3 Определение основной погрешности измерений температуры.

Определение погрешности измерений температуры газового потока проводят с помощью калибраторов температуры методом сличения показаний поверяемого газоанализатора с показаниями калибраторов при значениях температуры: - 20; 0; 100; 400; 750 °С.

Для выполнения измерений температурный зонд газоанализатора помещают в калибратор. После выдержки при заданной температуре в течение 20 минут фиксируют показания калибратора и газоанализатора. По результатам измерений, полученным в каждой точке поверки, определяют абсолютную или относительную погрешность газоанализатора в зависимости от участка диапазона измерений по формуле:

$$\Delta T = [T_i - T_o],$$

или
$$\delta T = [T_i - T_o] / T_o \times 100 \text{ \%}.$$

где: T_i - значение температуры, измеренное газоанализатором, °С;

T_o - действительное значение температуры, измеренное калибратором, °С.

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Полученные значения основной погрешности для каждого определяемого компонента, температуры и давления, не должны превышать значения, указанные в таблице 5.

Таблица 5. Перечень измеряемых параметров газоанализаторов АГМ-505.

Определяемый компонент	Единица измерений	Диапазон измерений	Участок диапазона измерений, в котором нормируется основная погрешность	Пределы допускаемой основной погрешности		Единица младшего разряда индикации
				абсолютной	относительной	
Кислород (O ₂)	Объемная доля, %	от 0 до 21	от 0 до 4 включ.	± 0,2	–	0,01
			св. 4 до 21	–	± 5 %	
Оксид углерода (CO)	Объемная доля, млн ⁻¹ (ppm)	от 0 до 40000	от 0 до 1000 включ.	± 100	–	1
			св. 1000 до 40000	–	± 10 %	
		от 0 до 4000	от 0 до 100 включ.	± 10	–	1
			св. 100 до 4000	–	± 10 %	
		от 0 до 400	от 0 до 10 включ.	± 5	–	0,1
			св. 50 до 400	–	± 10 %	
Оксид азота (NO)	Объемная доля, млн ⁻¹ (ppm)	от 0 до 2000	от 0 до 250 включ.	± 25	–	1
			св. 250 до 2000	–	± 10 %	
		от 0 до 500	от 0 до 100 включ.	± 10	–	1
			св. 100 до 500	–	± 10 %	
		от 0 до 250	от 0 до 50 включ.	± 5	–	1
			св. 50 до 250	–	± 10 %	
Температура газового потока	°C	от минус 20 до 800	от -20 до 300 включ.	± 3	–	0,1
			св. 300 до 800	–	± 1 %	
Температура окружающей среды	°C	от 0 до 50	от 0 до 50	± 1	–	0,1
Избыточное давление – разрежение	кПа	от минус 5 до 5	± (от 0 до 1 включ.)	± 0,05	–	0,01

Примечания:

Технологические параметры коэффициент избытка воздуха и коэффициент потерь тепла, скорость потока, сумма оксидов азота (NO_x) и диоксид углерода (CO₂) определяются расчетным методом и их метрологические характеристики не нормируются.

Пересчет объемной доли млн⁻¹ (ppm) в массовую концентрацию мг/м³ производится к нормальным условиям: температура 0 °C, атмосферное давление 101,3 кПа.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий, дальнейшая поверка газоанализатора прекращается, и он признается прошедшим поверку с отрицательным результатом.

12 Оформление результатов поверки.

12.1. Результаты поверки заносят в протокол.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него.

12.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методик поверки аккредитованное на поверку лицо,

проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) наносит знак поверки на средства измерений и (или) выдает свидетельства о поверке, оформленные в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, и (или) в паспорт (формуляр) средств измерений вносит запись о проведенной поверке или в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.

Перечень поверочных газовых смесей, применяемых при поверке газоанализатора.

Компонент	Диапазон измерения	№ ПГС	Содержание компонента в ПГС	Пределы допускаемой основной погрешности	Номер рекомендуемой ГС по реестру ГСО или источник ГСО
Кислород (O ₂)	0 – 21,0 об. %	1	99,9 %	± 2,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			0-2,1 об. %		ГСО 10546-2014
		2	9,45 – 11,55 об. %		(O ₂ /N ₂)
		3	18,9 – 21,0 об. %		
Оксид углерода (CO)	0 – 40000 млн ⁻¹	1	99,9 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			0 – 4000 млн ⁻¹		ГСО 10546-2014
		2	18000 – 22000 млн ⁻¹		(CO/N ₂)
		3	36000 – 40000 млн ⁻¹		
	0 – 4000 млн ⁻¹	1	99,9 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74,
			0 – 400 млн ⁻¹		ГСО 10546-2014
		2	1800 – 2200 млн ⁻¹		(CO/N ₂)
		3	3600 – 4000 млн ⁻¹		ГГС-Р
	0 – 400 млн ⁻¹	1	99,9 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			0 – 40 млн ⁻¹		ГСО 10546-2014
		2	180 – 220 млн ⁻¹		(CO/N ₂)
		3	360 – 400 млн ⁻¹		ГГС-Р
Оксид азота (NO)	0 – 2000 млн ⁻¹	1	99,9 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			0 – 200 млн ⁻¹		ГСО 10546-2014
		2	900 – 1100 млн ⁻¹		(NO/N ₂)
		3	1800 – 2000 млн ⁻¹		ГГС-Р
	0 – 500 млн ⁻¹	1	99,9 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			0 – 50 млн ⁻¹		ГСО 10546-2014
		2	225 – 275 млн ⁻¹		(NO/N ₂)
		3	450 – 500 млн ⁻¹		ГГС-Р
	0 – 250 млн ⁻¹	1	99,9 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			0 – 25 млн ⁻¹		ГСО 10546-2014
		2	112,5 – 137,5 млн ⁻¹		(NO/N ₂)
		3	225 – 250 млн ⁻¹		ГГС-Р