

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В. А. Лапинов

М.т. «13» февраля 2026 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
Газоанализаторы VARIO luxx
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП-1000-2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на газоанализаторы VARIO luxx (далее – газоанализаторы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах В.1 – В.8 Приложения В настоящей МП-1000-2025 (далее – МП).

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость передачи единиц физических величин к:

- ГЭТ 154-2019 «Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах» в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2315 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

- ГЭТ 95-2020 «Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений» в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 10.03.2025 г. № 472 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^{-5}$ Па»;

- ГЭТ 23-2010 «Государственный первичный эталон единицы давления-паскаля» в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

- ГЭТ 101-2025 «Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $7 \cdot 10^7$ Па» в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 05.12.2025 № 2667 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^7$ Па и Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления»;

- ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.01.2026 г. № 147 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К и Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого газоанализатора по измерительным каналам содержания определяемого компонента используется метод прямых измерений. При определении метрологических характеристик поверяемого газоанализатора по измерительным каналам разности давлений, избыточного давления (разрежения), абсолютного давления используется метод непосредственного сличения. При определении метрологических характеристик поверяемого газоанализатора по измерительным каналам температуры используется метод непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер пункта МП, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки	да	да	8.1
Опробование средства измерений	да	да	8.3
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Определение погрешности измерений содержания определяемого компонента	да	да	10.1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение времени установления показаний	да	да	10.2
Определение погрешности измерений абсолютного давления, разности давлений, избыточного давления (разрежения)	да	да	10.3
Определение погрешности измерений температуры	да	да	10.4
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 При конструктивном отсутствии у газоанализатора канала измерений абсолютного давления выполнение определения погрешности измерений абсолютного давления по п. 10.3 настоящей МП-1000-2025 не производится. Сведения о наличии канала измерений абсолютного давления приведены в паспорте газоанализатора.

2.3 Допускается проводить периодическую поверку для меньшего числа измеряемых величин на основании письменного заявления владельца средства измерений (лица, предоставившего средство измерений на поверку). Сведения об объеме проведенной поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2.4 Если при проведении той или иной операция поверки получен отрицательный результат, поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
относительная влажность, %, не более	80
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 795

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на поверяемый газоанализатор, эксплуатационную документацию на средства поверки, настоящую МП-1000-2025, имеющие соответствующую квалификацию и работающие в качестве поверителей в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств физико-химических измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений: - температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью: $\pm 0,5$ °С; - атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью: $\pm 0,5$ кПа; - относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 80 % с абсолютной погрешностью: ± 3 %.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (рег. № 71394-18)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средство измерений: - времени в диапазоне от 0 до 59,99 с; от 0 до 9 ч 59 мин 59,99 с, с абсолютной погрешностью $\pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$, где T_x – значение измеренного интервала времени, с	Секундомер электронный Интеграл С-01 (рег. № 44154-16)
	Средство измерений объемного расхода (по ГОСТ 13045-81), верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,063 м ³ /ч, класс точности 4	Ротаметр с местными показаниями стеклянный РМС, РМС-А-0,063 ГУЗ-2 (рег. № 67050-17)
	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «31» декабря 2020 г. № 2315	Генераторы газовых смесей ГГС, мод. ГГС-Р, ГГС-Т, ГГС-К, ГГС-03-03 (рег. № 62151-15)

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>	ПНГ-азот по ГОСТ 9293-74 – особой чистоты сорт 1	Азот газообразный в баллонах под давлением по ГОСТ 9293-74 – особой чистоты сорт 1
	ПНГ-воздух по ТУ 6-21-5-82 – марка А	Воздух в баллонах под давлением по ТУ 6-21-5-82
	Стандартные образцы состава газовых смесей (ГС) в баллонах под давлением 0-го и 1-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «31» декабря 2020 г. № 2315	Стандартные образцы состава газовых смесей ГСО в баллонах под давлением (характеристики приведены в Приложении А)
	Вспомогательное техническое средство для соединения коммуникаций. Внутренний диаметр 9 мм, толщина стенок не менее 2 мм	Трубка фторопластовая* по ТУ 6-05-2059-87
	Вспомогательное техническое средство для контроля рабочего давления по ТУ26-05-90-87	Редуктор баллонный БКО-25-1*
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го, 4-го разрядов в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «20» октября 2022 № 2653	Преобразователи давления эталонные ПДЭ-020, ПДЭ-020И (рег. № 58668-14)
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го разрядов в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «05» декабря 2025 № 2667	
	Пресс для воспроизведения давления в диапазоне значений от минус 0,095 до 0,6 МПа	Пресс пневматический ручной Элемер-PRV-6*
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го разрядов в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «10» марта 2025 № 472	Калибраторы давления СРГ8000, СРГ2500, СРГ1000 (рег. 54615-13)
	Калибратор температуры для воспроизведения температуры в диапазоне от 300 °С до 1100 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности: $\pm(0,2+0,001 \cdot t)$, где t – значение воспроизводимой температуры в °С	Калибраторы температуры КТ-3 (рег. № 50907-12)
	Термостат для воспроизведения и поддержания температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостаты переливные прецизионные серии ТПП-1 (рег. № 33744-07)
	Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го разрядов в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» января 2026 г. № 147	Термометры сопротивления платиновые эталонные ПТС-10М (11804-99)
		Преобразователи термоэлектрические платинородий-платинородиевые эталонные ПРО (рег. № 41201-09)
Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 3456 от 30 декабря 2019 г.	Калибраторы-измерители унифицированных сигналов эталонные ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 (рег. № 85582-22)	
Мультиметр с диапазоном измерений от 10 мВ до 1000 В, от 100 мкА до 1А, ПГ $\pm(2,5 \cdot 10^{-6} D + 0,1 \cdot 10^{-6} E)$, где D – показания мультиметра, E – предел измерений	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)	

Окончание таблицы 2

Примечания:

1) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям, указанным в таблице.

2) Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (далее - ГС), не указанных в настоящей методике поверки, при выполнении следующих условий:

- номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в ГС должны соответствовать указанным для соответствующей ГС из Приложения А;
- отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС, к пределу допускаемой погрешности поверяемого газоанализатора, должно быть не более 1/2.

3) Все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 знаком «*», должны быть поверены (сведения о результатах поверки средств измерений доступны в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений), поверочные газовые смеси в баллонах под давлением должны иметь действующие паспорта/сертификаты.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

6.1 Общие требования по обеспечению безопасности проведения поверки:

– должны выполняться требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно класса 1 по ГОСТ 12.1.019-2017;

– меры безопасности при проведении поверки должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на средство измерений.

6.2 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки только для каналов измерений содержания определяемого компонента:

– помещение, в котором проводится поверка, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией;

– концентрации вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88;

– при работе с газовыми смесями и чистыми газами в баллонах под давлением должны соблюдаться требования Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 года № 536;

– не допускается сбрасывать ПГС в атмосферу рабочих помещений.

6.3 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки только для каналов измерений абсолютного давления, разности давлений, избыточного давления (разрежения):

– запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений.

7 Внешний осмотр средства измерений**7.1 При внешнем осмотре устанавливают:**

- соответствие внешнего вида газоанализатора описанию и изображению, приведенному в описании типа;

- отсутствие механических повреждений (царапин, вмятин и др.), загрязнений, следов коррозии, влияющих на работоспособность газоанализатора;

- соответствие комплектности (только при первичной поверке) комплекту поставки из эксплуатационной документации;

- наличие на средстве измерений маркировки с серийным номером, обеспечивающей идентификацию поверяемого газоанализатора;

- отсутствие повреждений, препятствующих созданию герметичности соединений с устройствами создания давления и подачи ГС.

7.2 Газоанализатор считается выдержавшим внешний осмотр, если выполнены перечисленные выше требования.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Необходимо проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 настоящей МП.

8.2 Подготовка к поверке средства измерений

Выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности, предусмотренные разделом 6 настоящей МП.

8.2.1 Провести подготовку средств поверки:

- проверить наличие паспортов и сроки годности ГС в баллонах под давлением;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке (сведения о результатах поверки средств измерений доступны в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений) для используемых средств измерений;

- баллоны с ГС выдержать при температуре поверки не менее 24 ч.

8.2.2 Выдержать поверяемый газоанализатор и средства поверки при температуре поверки в течение не менее 2 ч.

8.2.3 Подготовить поверяемый газоанализатор и эталонные средства измерений к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 При опробовании проверяют общее функционирование газоанализатора, для чего включают газоанализатор, выжидают необходимое время прогрева, приведенное в описании типа газоанализатора, после этого газоанализатор переходит в режим измерений.

8.3.2 Результат опробования считается положительным, если по истечении времени прогрева на экране газоанализатора отсутствует уведомление об аварии и газоанализатор перешел в режим измерений.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) газоанализатора проводят сравнением идентификационного наименования и номера версии (идентификационного номера) ПО с идентификационным наименованием и номером версии, указанным в описании типа газоанализаторов. Для того, чтобы отобразить идентификационные данные ПО необходимо нажать на символ «Информация» на экране газоанализатора.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в описании типа газоанализаторов.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности измерений содержания определяемого компонента

Определение погрешности измерений содержания определяемого компонента газоанализатора проводят в следующем порядке:

1) Собрать схему, приведенную в Приложении Б настоящей МП.

2) Подать на измерительный канал содержания определяемого компонента газоанализатора поочередно поверочную газовую смесь (таблица А.1 Приложения А), соответствующую определяемому компоненту и диапазону измерений, в последовательности:

№ 1 – 2 – 3 – 4 – 3 – 2 – 1 – 4 для диапазонов измерений, имеющих 4 точки поверки, в течение не менее утроенного времени установления показаний (T_{90}), приведенного в описании типа газоанализатора, где

1 – ПНГ (поверочный нулевой газ, кроме измерительного канала «Оксид азота (NO)» с диапазоном измерений от 300 до 4000 млн⁻¹);

2 – ГС, соответствующая одному из значений, находящемуся в границах $(90 \pm 10) \%$ поверяемого первого поддиапазона измерений;

3 – ГС, соответствующая одному из значений, находящемуся в границах $(50 \pm 10) \%$ поверяемого целого диапазона измерений (или $(75 \pm 10) \%$ для второго поддиапазона измерений в случае, если предел измерений первого поддиапазона измерений равен 1/2 предела измерений целого диапазона измерений);

4 – ГС, соответствующая одному из значений, находящемуся в границах $(90 \pm 10) \%$ поверяемого целого диапазона измерений.

№ 1 – 2 – 3 – 2 – 1 – 3 для диапазонов измерений, имеющих 3 точки поверки, в течение не менее утроенного времени установления показаний (T_{90}), приведенного в описании типа газоанализатора, где

1 – ПНГ (поверочный нулевой газ);

2 – ГС, соответствующая значению, находящемуся в границах (50 ± 10) % поверяемого диапазона измерений;

3 – ГС, соответствующая одному из значений, находящемуся в границах (90 ± 10) % поверяемого диапазона измерений.

В качестве источника ГС могут использоваться:

- баллоны с ГСО (рисунок Б.1 Приложения Б);

- генератор газовых смесей (рисунок Б.2 Приложения Б).

При проведении поверки с использованием ГС в баллонах под давлением подачу ГС на газоанализатор осуществляют посредством применения соответствующих фитинговых переходов между газовыми баллонами, ротаметром и входом отбираемого газа на газоанализатор. Расход ГС при подаче на газоанализатор устанавливают равным значению в диапазоне от 0,6 до 0,7 л/мин. Расход сброса ГС от тройника в атмосферу устанавливают равным значению в диапазоне от 0,1 до 0,2 л/мин. Время подачи определяется продолжительностью, равной не менее утроенного номинального времени установления показаний (T_{90}).

При проведении поверки с использованием генератора газовых смесей подключить вилку сетевого кабеля генератора к сети и включить генератор в соответствии с руководством по эксплуатации. Расход ГС при подаче на газоанализатор устанавливают равным значению в диапазоне от 0,6 до 0,7 л/мин. Расход сброса ГС от тройника в атмосферу устанавливают равным значению в диапазоне от 0,1 до 0,2 л/мин. Время подачи определяется продолжительностью, равной не менее утроенного номинального времени установления показаний (T_{90}).

3) Зафиксировать установившиеся значения показаний на дисплее газоанализатора или при помощи мультиметра.

4) При использовании мультиметра рассчитывают значение (C_i) по значению выходного токового сигнала по формуле (1):

$$C_i = \frac{C_v - C_n}{16} \cdot (I_i - 4) + C_n, \quad (1)$$

где

I_i – измеренное значение выходного токового сигнала газоанализатора при подаче i -ой ГС, мА;

C_v – значение содержания определяемого компонента, соответствующее верхнему значению аналогового выхода газоанализатора, % об. д., млн^{-1} ;

C_n – значение содержания определяемого компонента, соответствующее нижнему значению аналогового выхода газоанализатора, % об. д., млн^{-1} .

5) В зависимости от способа нормирования погрешности измерений поверяемого диапазона измерений произвести расчет погрешности:

Значение абсолютной погрешности измерений (Δ_c , % об. д., млн^{-1}) рассчитывают по формуле (2):

$$\Delta_c = C_i - C_{i\delta}, \quad (2)$$

где

C_i – результат измерений газоанализатором содержания определяемого компонента в i -ой ГС, % об. д., млн^{-1} ;

$C_{i\delta}$ – действительное значение содержания определяемого компонента в i -ой ГС, % об. д., млн^{-1} .

Значение относительной погрешности измерений (δ_c , %) рассчитывают по формуле (3):

$$\delta_c = \frac{\Delta_c}{C_{i\delta}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где

Δ_c – значение абсолютной погрешности измерений содержания определяемого компонента в i -ой ГС, % об. д., млн^{-1} ;

$C_{i\delta}$ – действительное значение содержания определяемого компонента в i -ой ГС, % об. д., млн^{-1} .

Результат операции поверки считать положительным, если значения погрешностей измерений во всех точках не превышают значений, указанных в таблицах В.1 – В.4 Приложения В настоящей МП.

10.2 Определение времени установления показаний

Определение времени установления показаний допускается проводить одновременно с определением погрешности по п. 10.1 при подаче ГС № 1 и ГС № 3 (ГС № 4 для диапазонов, имеющих 4 точки поверки) в следующем порядке:

1) подать на газоанализатор ГС №3 (ГС № 4), зафиксировать установившееся значение показаний газоанализатора;

2) рассчитать значение, равное 0,9 от показаний газоанализатора, полученных в п. 1);

3) подать на газоанализатор ГС № 1, дождаться установления показаний газоанализатора (отклонение показаний от нулевых не должно превышать 0,5 в долях от пределов допускаемой погрешности), затем, не подавая ГС на газоанализатор, продуть газовую линию ГС № 3 (ГС № 4) в течение не менее 3 мин;

4) подать ГС № 3 (ГС № 4) на газоанализатор и включить секундомер. Зафиксировать время достижения показаниями газоанализатора значения, рассчитанного в п. 2).

Результат операции считать положительным, если время установления показаний не превышает значения, указанного в таблице В.8 Приложения В настоящей МП.

10.3 Определение погрешности измерений абсолютного давления, разности давлений, избыточного давления (разрежения)

Определение погрешности измерений абсолютного давления, разности давлений, избыточного давления (разрежения) производится методом непосредственного сличения показаний газоанализатора с показаниями эталонного средства измерений не менее, чем при 9-ти значениях измеряемой величины (контрольных точках) для диапазона измерений разности давлений, избыточного давления (разрежения) и 5-ти значениях измеряемой величины для диапазона измерений абсолютного давления, равномерно распределенных на всем диапазоне измерений.

При проведении операции поверки по определению погрешности измерений абсолютного давления, избыточного давления (разрежения) необходимо подключить газоанализатор и эталонное средство измерений абсолютного давления, избыточного давления (разрежения) к прессу для воспроизведения давления и вручную задать значение каждой контрольной точки. После стабилизации показаний поверяемого газоанализатора и эталонного средства измерений снять значения показаний и произвести расчет погрешности измерений по каждой контрольной точке.

При проведении операции поверки по определению погрешности измерений разности давлений необходимо подключить газоанализатор к эталонному калибратору давления и задать значение каждой контрольной точки. После стабилизации показаний поверяемого газоанализатора снять значения показаний и произвести расчет погрешности измерений по каждой контрольной точке.

Измеренное значение давления считывают с дисплея газоанализатора или при помощи мультиметра.

Погрешность измерений определяют при прямом и обратном ходе. При прямом ходе погрешность измерений определяют посредством сличения показаний эталонного и поверяемого средств измерений в каждой контрольной точке при постепенном увеличении значения давления. При обратном ходе погрешность измерений определяют посредством сличения показаний эталонного и поверяемого средств измерений в каждой контрольной точке при постепенном уменьшении значения давления.

При использовании мультиметра рассчитывают значение (P_i) по значению выходного токового сигнала по формуле (4):

$$P_i = \frac{P_B - P_H}{16} \cdot (I_i - 4) + P_H \quad (4)$$

где

I_i – измеренное значение выходного токового сигнала газоанализатора в i -ой контрольной точке, мА;
 P_B – значение давления, соответствующее верхнему значению аналогового выхода газоанализатора, кПа;
 P_H – значение давления, соответствующее нижнему значению аналогового выхода газоанализатора, кПа.

Значение абсолютной погрешности измерений давления (Δp , кПа) рассчитывают в i -ой контрольной точке по формуле (5):

$$\Delta_p = P_{\text{изм}}(i) - P_{\text{эт}}(i) \quad (5)$$

где
 $P_{\text{изм}}(i)$ – измеренное значение давления в i -ой контрольной точке, кПа.
 $P_{\text{эт}}(i)$ – значение давления, установленное на эталоне в i -ой контрольной точке, кПа.
 Значение относительной погрешности измерений разности давлений, избыточного давления (разрежения) (δ_p , %) в i -ой контрольной точке рассчитывают по формуле (6):

$$\delta_p = \frac{P_{\text{изм}}(i) - P_{\text{эт}}(i)}{P_{\text{эт}}(i)} \cdot 100 \% \quad (6)$$

где
 $P_{\text{изм}}(i)$ – измеренное значение давления в i -ой контрольной точке, кПа;
 $P_{\text{эт}}(i)$ – значение давления, установленное на эталоне в i -ой контрольной точке, кПа.
 Результат операции поверки считать положительным, если значения погрешностей измерений во всех контрольных точках не превышают значений, указанных в таблицах В.6 и В.7 Приложения В настоящей МП.

10.4 Определение погрешности измерений температуры

Определение погрешности измерений температуры производится методом непосредственного сличения показаний газоанализатора с показаниями эталонного средства измерений температуры в калибраторе температуры или термостате.

Определение погрешности измерений производится не менее, чем по 4 значениям измеряемой величины (контрольных точек), равномерно распределенных на всем диапазоне измерений. При проведении операции необходимо поместить газоанализатор и эталонное средство измерений температуры в калибратор температуры (термостат) и установить необходимое значение температуры. После стабилизации показаний поверяемого газоанализатора и эталонного термометра снять значения показаний температуры и произвести расчет погрешности измерений по каждой контрольной точке. Измеренное значение температуры считывают с дисплея газоанализатора или при помощи мультиметра.

При использовании мультиметра рассчитывают значение (T_i) по значению выходного токового сигнала по формуле (7):

$$T_i = \frac{T_{\text{в}} - T_{\text{н}}}{16} \cdot (I_i - 4) + T_{\text{н}} \quad (7)$$

где
 I_i – измеренное значение выходного токового сигнала газоанализатора в i -ой контрольной точке, мА;
 $T_{\text{в}}$ – значение температуры, соответствующее верхнему значению аналогового выхода газоанализатора, °С;
 $T_{\text{н}}$ – значение температуры, соответствующее нижнему значению аналогового выхода газоанализатора, °С.

Значение абсолютной погрешности измерений (Δ_T , °С) рассчитывают в i -ой контрольной точке по формуле (8):

$$\Delta_T = T_{\text{изм}}(i) - T_{\text{эт}}(i) \quad (8)$$

где
 $T_{\text{эт}}(i)$ – значение температуры, измеренное эталоном в i -ой контрольной точке, °С;
 $T_{\text{изм}}(i)$ – значение температуры, измеренное газоанализатором в i -ой контрольной точке, °С.

Значение относительной погрешности измерений (δ_T , %) рассчитывают в i -ой контрольной точке по формуле (9):

$$\delta_T = \frac{T_{\text{изм}}(i) - T_{\text{эт}}(i)}{T_{\text{эт}}(i)} \cdot 100 \% \quad (9)$$

где
 $T_{\text{эт}}(i)$ – значение температуры, измеренное эталоном в i -ой контрольной точке, °С;
 $T_{\text{изм}}(i)$ – значение температуры, измеренное газоанализатором в i -ой контрольной точке, °С.
 Результат операции поверки считать положительным, если значения погрешностей измерений во всех контрольных точках не превышают значений, указанных в таблице В.5 Приложения В настоящей МП.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме и содержащим результаты по разделам 7, 8, 9, 10 настоящей методики поверки.

11.2 Сведения об объеме и результатах проведенной поверки газоанализатора передаются 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 и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений согласно действующему законодательству в области обеспечения единства измерений.

11.3 По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству в области обеспечения единства измерений.

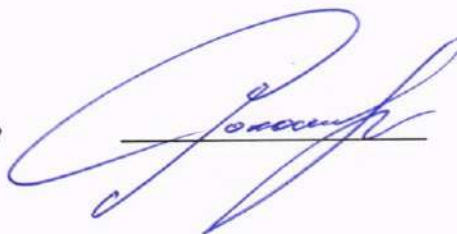
11.4 При отрицательных результатах поверки газоанализатор признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Г.С. Володарская

Инженер по метрологии (стажер)
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Л.А. Соколова

Приложение А
(обязательное)

МП-1000-2025

Технические характеристики ГС, используемых при проведении поверки

Таблица А.1 – Технические характеристики ГС, используемых при проведении поверки измерительных каналов содержания определяемых компонентов с электрохимическим сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента		Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения						Номер ГС по реестру ГСО ¹⁾
			ГС №1	ГС №2	ГС №3	ГС №4	ГС №5	ГС №6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кислород (O ₂)	от 0 до 21 % об. д.		ПНГ	10,5 % об. д. ±10 % отн.	19 % об. д. ±10 % отн.	-	-	-	12329-2023
Оксид углерода (CO)	от 0 до 500 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	90 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	12330-2023
		св. 100 до 500 млн ⁻¹	-	-	250 млн ⁻¹ ±10 % отн.	450 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
	от 0 до 10000 млн ⁻¹	от 0 до 400 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	360 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	
		св. 400 до 4000 млн ⁻¹ включ.	-	-	2000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	3600 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
		св. 4000 до 10000 млн ⁻¹	-	-	-	-	5000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	9000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	
	от 0 до 10 % об. д.	от 0 до 0,4 % об. д. включ.	ПНГ	0,36 % об. д. ±10 % отн.	-	-	-	-	
св. 0,4 до 10 % об. д.		-	-	5 % об. д. ±10 % отн.	9 % об. д. ±10 % отн.	-	-		
Оксид азота (NO)	от 0 до 300 млн ⁻¹	от 0 до 50 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	45 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	12342-2023
		св. 50 до 300 млн ⁻¹	-	-	150 млн ⁻¹ ±10 % отн.	270 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
	от 0 до 4000 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	90 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	
		св. 100 до 4000 млн ⁻¹	-	-	2000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	3600 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Оксид азота (NO)	от 300 до 4000 млн ⁻¹		330 млн ⁻¹ ±10 % отн.	2000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	3600 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	12342-2023
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 500 млн ⁻¹	от 0 до 50 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	45 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	
		св. 50 до 500 млн ⁻¹	-	-	250 млн ⁻¹ ±10 % отн.	450 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
Оксид серы (SO ₂)	от 0 до 5000 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	90 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	
		св. 100 до 5000 млн ⁻¹	-	-	2500 млн ⁻¹ ±10 % отн.	4500 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
Сероводород (H ₂ S)	от 0 до 1000 млн ⁻¹	от 0 до 50 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	45 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	
		св. 50 до 1000 млн ⁻¹	-	-	500 млн ⁻¹ ±10 % отн.	900 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
Водород (H ₂)	от 0 до 1000 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	90 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	-	-	12330-2023
		св. 100 до 1000 млн ⁻¹	-	-	500 млн ⁻¹ ±10 % отн.	900 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
<p>1) В качестве источника ГС могут быть использованы баллоны с ГСО в комплекте с генератором газовых смесей ГГС-03-03. Примечание – ПНГ- азот по ГОСТ 9293-74 (с изм. 1,2,3) – особой чистоты сорт 1 или ПНГ- воздух (кроме O₂) по ТУ 6-21-5-82 – марка А.</p>									

Таблица А.2 – Технические характеристики ГС, используемых при проведении поверки измерительных каналов содержания определяемых компонентов с инфракрасным сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента		Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения				Номер ГС по реестру ГСО ¹⁾
			ГС №1	ГС №2	ГС №3	ГС №4	
1	2	3	4	5	6	7	8
Оксид углерода (СО)	от 0 до 30000 млн ⁻¹	от 0 до 800 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	720 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	12330-2023
		св. 800 до 30000 млн ⁻¹	-	-	15000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	27000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	
	от 0 до 10 % об. д.	от 0 до 0,6 % об. д. включ.	ПНГ	0,54 % об. д. ±10 % отн.	-	-	
		св. 0,6 до 10 % об. д.	-	-	5 % об. д. ±10 % отн.	9 % об. д. ±10 % отн.	
	от 0 до 40 % об. д.	от 0 до 10 % об. д. включ.	ПНГ	9 % об. д. ±10 % отн.	-	-	
		св. 10 до 40 % об. д.	-	-	20 % об. д. ±10 % отн.	36 % об. д. ±10 % отн.	
Диоксид углерода (СО ₂)	от 0 до 30 % об. д.	от 0 до 8 % об. д. включ.	ПНГ	7,2 % об. д. ±10 % отн.	-	-	
		св. 8 до 30 % об. д.	-	-	15 % об. д. ±10 % отн.	27 % об. д. ±10 % отн.	
	от 0 до 40 % об. д.	от 0 до 8 % об. д. включ.	ПНГ	7,2 % об. д. ±10 % отн.	-	-	
		св. 8 до 40 % об. д.	-	-	20 % об. д. ±10 % отн.	36 % об. д. ±10 % отн.	
	от 0 до 100 % об. д.	от 0 до 5 % об. д. включ.	ПНГ	4,5 % об. д. ±10 % отн.	-	-	
		св. 5 до 100 % об. д.	-	-	50 % об. д. ±10 % отн.	90 % об. д. ±10 % отн.	

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Метан (СН ₄)	от 0 до 3000 млн ⁻¹	от 0 до 400 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	360 млн ⁻¹ . ±10 % отн.	-	-	12330- 2023
		св. 400 до 3000 млн ⁻¹	-	-	1500 млн ⁻¹ ±10 % отн.	2700 млн ⁻¹ . ±10 % отн.	
	от 0 до 10000 млн ⁻¹	от 0 до 1500 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	1350 % млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
		св. 1500 до 10000 млн ⁻¹	-	-	5000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	9000 млн ⁻¹ ±10 % отн.	
	от 0 до 4 % об. д.	от 0 до 0,4 % об. д. включ.	ПНГ	0,36 % об. д. ±10 % отн.	-	-	
		св. 0,4 до 4 % об. д.	-	-	2 % об. д. ±10 % отн.	3,6 % об. д. ±10 % отн.	
	от 0 до 100 % об. д.	от 0 до 20 % об. д. включ.	ПНГ	18 % об. д. ±10 % отн.	-	-	
		св. 20 до 100 % об. д.	-	-	50 % об. д. ±10 % отн.	90 % об. д. ±10 % отн.	
Пропан (С ₃ Н ₈)	от 0 до 5000 млн ⁻¹	от 0 до 400 млн ⁻¹ включ.	ПНГ	360 млн ⁻¹ ±10 % отн.	-	-	
		св. 400 до 5000 млн ⁻¹	-	-	2500 млн ⁻¹ ±10 % отн.	4500 млн ⁻¹ ±10 % отн.	

1) В качестве источника ГС могут быть использованы баллоны с ГСО в комплекте с генератором газовых смесей ГГС-03-03.
Примечание – ПНГ- азот по ГОСТ 9293-74 (с изм. 1,2,3) – особой чистоты сорт 1 или ПНГ- воздух по ТУ 6-21-5-82 – марка А.

Таблица А.3 – Технические характеристики ГС, используемых при проведении поверки измерительных каналов содержания определяемых компонентов с парамагнитным сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения			Номер ГС по реестру ГСО ¹⁾
		ГС №1	ГС №2	ГС №3	
Кислород (O ₂)	от 0 до 21 % об. д.	ПНГ	10,5 % об. д. ±10 % отн.	19 % об. д. ±10 % отн.	12329-2023

¹⁾ В качестве источника ГС могут быть использованы баллоны с ГСО в комплекте с генератором газовых смесей ГГС-03-03.
Примечание – ПНГ- азот по ГОСТ 9293-74 (с изм. 1,2,3) – особой чистоты сорт 1

Таблица А.4 – Технические характеристики ГС, используемых при проведении поверки измерительных каналов содержания определяемых компонентов с термокондуктометрическим сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения				Номер ГС по реестру ГСО ¹⁾
		ГС №1	ГС №2	ГС №3	ГС №4	
Водород (H ₂)	от 0 до 25 % об. д. включ.	ПНГ	22,5 % об. д. ±10 % отн.	-	-	12329-2023
	св. 25 до 50 % об. д.	-	-	36,5 % об. д. ±10 % отн.	45 % об. д. ±10 % отн.	

¹⁾ В качестве источника ГС могут быть использованы баллоны с ГСО в комплекте с генератором газовых смесей ГГС-03-03.
Примечание – ПНГ- азот по ГОСТ 9293-74 (с изм. 1,2,3) – особой чистоты сорт 1 или ПНГ- воздух по ТУ 6-21-5-82 – марка А.

Приложение Б
(обязательное)

Схемы подачи ГС на вход газоанализатора при проведении поверки

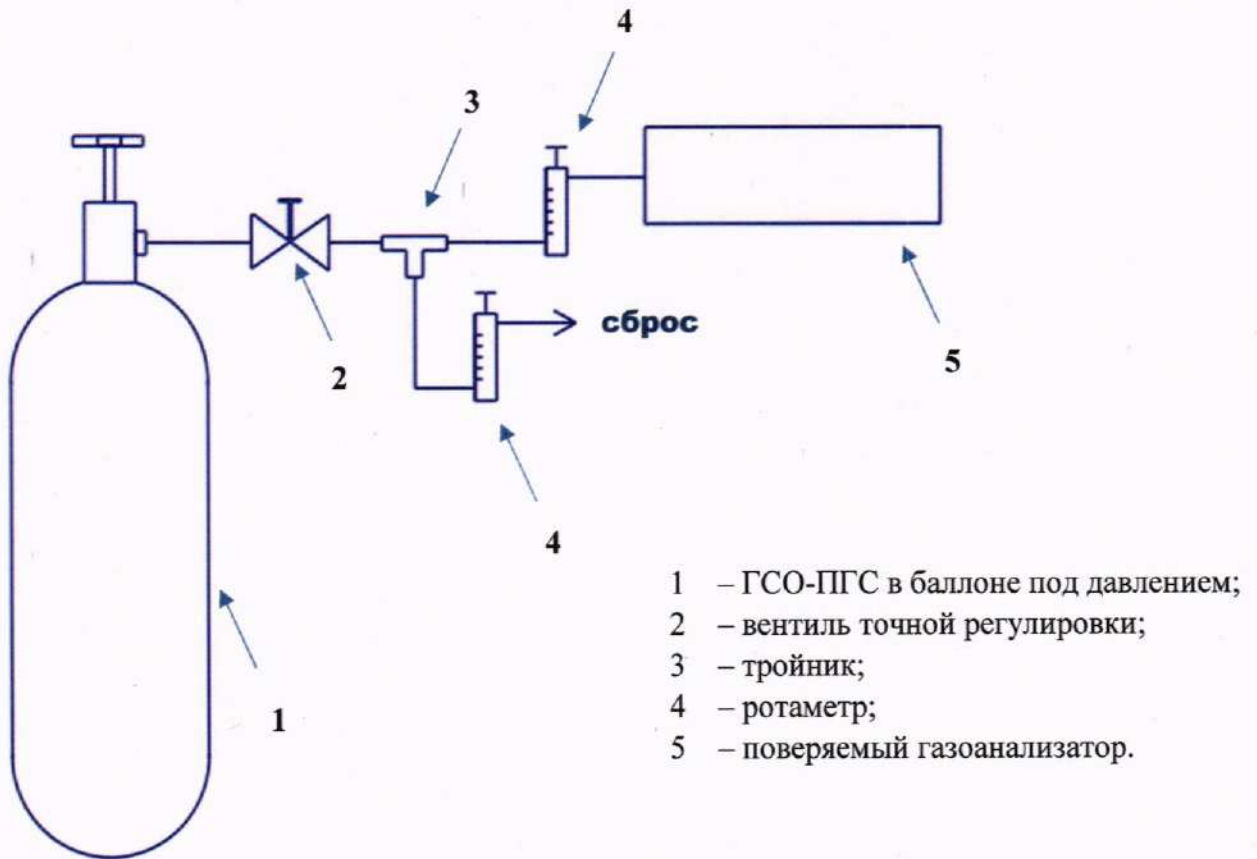


Рисунок Б.1 – Схема подачи ГС на вход газоанализатора при проведении поверки с использованием ГСО-ПГС в баллонах под давлением

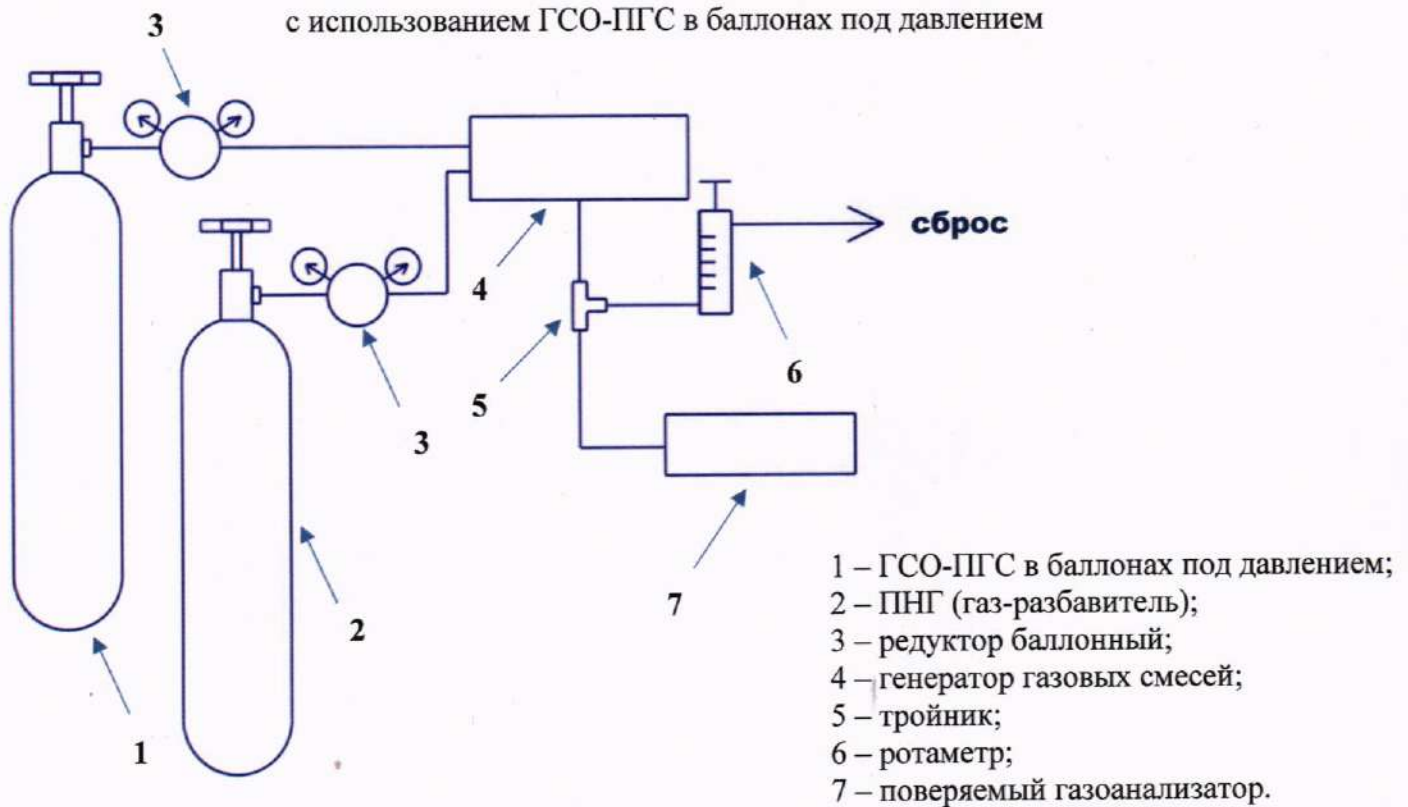


Рисунок Б.1 – Рекомендуемая схема подачи ГС на вход газоанализатора при проведении поверки с использованием генератора газовых смесей

Приложение В
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица В.1 – Метрологические характеристики измерительных каналов содержания определяемых компонентов с электрохимическим сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента	Поддиапазон измерений содержания определяемого компонента	Пределы допускаемой погрешности измерений	
			абсолютной	относительной
1	2	3	4	5
Кислород (O ₂)	от 0 до 21 % об. д.	-	±0,2 % об. д.	-
Оксид углерода (CO)	Канал «СО низкий»			
	от 0 до 500 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	±5 млн ⁻¹	-
		св. 100 до 500 млн ⁻¹	-	±5 %
	Канал «СО»			
	от 0 до 10000 млн ⁻¹	от 0 до 400 млн ⁻¹ включ.	±20 млн ⁻¹	-
		св. 400 до 4000 млн ⁻¹ включ.	-	±5 %
св. 4000 до 10000 млн ⁻¹		-	±10 %	
Оксид углерода (CO)	Канал «СО» при установленном канале «СО низкий»			
	от 500 до 10000 млн ⁻¹	от 500 до 4000 млн ⁻¹ включ.	-	±5 %
		св. 4000 до 10000 млн ⁻¹	-	±10 %
	Канал «СО высокий»			
	от 0 до 10 % об. д.	от 0 до 0,4 % об. д. включ.	±0,02 % об. д.	-
св. 0,4 до 10 % об. д.		-	±10 %	
Оксид азота (NO)	Канал «NO низкий»			
	от 0 до 300 млн ⁻¹	от 0 до 50 млн ⁻¹ включ.	±5 млн ⁻¹	-
		св. 50 до 300 млн ⁻¹	-	±10 %
	Канал «NO»			
	от 0 до 4000 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	±10 млн ⁻¹	-
		св. 100 до 4000 млн ⁻¹	-	±10 %
Канал «NO» при установленном канале «NO низкий»				
от 300 до 4000 млн ⁻¹	-	-	±10 %	
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 500 млн ⁻¹	от 0 до 50 млн ⁻¹ включ.	±5 млн ⁻¹	-
		св. 50 до 500 млн ⁻¹	-	±10 %
Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 5000 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	±5 млн ⁻¹	-
		св. 100 до 5000 млн ⁻¹	-	±10 %
Сероводород (H ₂ S)	от 0 до 1000 млн ⁻¹	от 0 до 50 млн ⁻¹ включ.	±10 млн ⁻¹	-
		св. 50 до 1000 млн ⁻¹	-	±10 %
Водород (H ₂)	от 0 до 1000 млн ⁻¹	от 0 до 100 млн ⁻¹ включ.	±10 млн ⁻¹	-
		св. 100 до 1000 млн ⁻¹	-	±10 %

Таблица В.2 – Метрологические характеристики измерительных каналов содержания определяемых компонентов с инфракрасным сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента	Поддиапазон измерений содержания определяемого компонента	Пределы допускаемой погрешности измерений	
			абсолютной	относительной
1	2	3	4	5
Оксид углерода (СО)	от 0 до 30000 млн ⁻¹	от 0 до 800 млн ⁻¹ включ.	±40 млн ⁻¹	-
		св. 800 до 30000 млн ⁻¹	-	±5 %
	от 0 до 10 % об. д.	от 0 до 0,6 % об. д. включ.	±0,03 % об. д.	-
		св. 0,6 до 10 % об. д.	-	±5 %
	от 0 до 40 % об. д.	от 0 до 10 % об. д. включ.	±0,5 % об. д.	-
		св. 10 до 40 % об. д.	-	±5 %
Диоксид углерода (СО ₂)	от 0 до 30 % об. д.	от 0 до 8 % об. д. включ.	±0,4 % об. д.	-
		св. 8 до 30 % об. д.	-	±5 %
	от 0 до 40 % об. д.	от 0 до 8 % об. д. включ.	±0,4 % об. д.	-
		св. 8 до 40 % об. д.	-	±5 %
	от 0 до 100 % об. д.	от 0 до 5 % об. д. включ.	±1 % об. д.	-
		св. 5 до 100 % об. д.	-	±5 %
Метан (СН ₄)	от 0 до 3000 млн ⁻¹	от 0 до 400 млн ⁻¹ включ.	±20 млн ⁻¹	-
		св. 400 до 3000 млн ⁻¹	-	±5 %
	от 0 до 10000 млн ⁻¹	от 0 до 1500 млн ⁻¹ включ.	±75 млн ⁻¹	-
		св. 1500 до 10000 млн ⁻¹	-	±5 %
	от 0 до 4 % об. д.	от 0 до 0,4 % об. д. включ.	±0,02 % об. д.	-
		св. 0,4 до 4 % об. д.	-	±5 %
	от 0 до 100 % об. д.	от 0 до 20 % об. д. включ.	±1 % об. д.	-
		св. 20 до 100 % об. д.	-	±5 %
Пропан (С ₃ Н ₈)	от 0 до 5000 млн ⁻¹	от 0 до 400 млн ⁻¹ включ.	±20 млн ⁻¹	-
		св. 400 до 5000 млн ⁻¹	-	±5 %

Таблица В.3 – Метрологические характеристики измерительных каналов содержания определяемых компонентов с парамагнитным сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
Кислород (О ₂)	от 0 до 21 % об. д.	±0,2 % об. д.

Таблица В.4 – Метрологические характеристики измерительных каналов содержания определяемых компонентов с термокондуктометрическим сенсором

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента	Поддиапазон измерений содержания определяемого компонента	Пределы допускаемой погрешности измерений	
			абсолютной	относительной
Водород (Н ₂)	от 0 до 50 % об. д.	от 0 до 25 % об. д. включ.	±2,5 % об. д.	-
		св. 25 до 50 % об. д.	-	±10 %

Таблица В.5 – Метрологические характеристики измерительных каналов температуры

Вид пробоотборного зонда	Диапазон измерений температуры, °С	Поддиапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемой погрешности измерений	
			абсолютной	относительной
Зонд измерений температуры окружающего воздуха	от 0 до +100	-	±2 °С	-
		-		
Зонд газозаборный из нержавеющей стали	от +50 до +650	от +50 до +200 включ.	±2 °С	-
		св. +200 до +650	-	±1 %
Зонд газозаборный из жаропрочного сплава Inconel	от +50 до +1000	от +50 до +200 включ.	±2 °С	-
		св. +200 до +1000	-	±1 %

Таблица В.6 – Метрологические характеристики измерительных каналов абсолютного давления

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений абсолютного давления, кПа	от 60 до 115
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений абсолютного давления, %	±1

Таблица В.7 – Метрологические характеристики измерительных каналов давлений, избыточного давления (разрежения)

Диапазон измерений разности давления, избыточного (разрежения) давлений, кПа	Поддиапазон измерений разности давлений, избыточного (разрежения) давлений, кПа	Пределы допускаемой погрешности измерений	
		абсолютной	относительной
от -10 до +10	от -10 до -0,5 включ.	-	±1 %
	св. -0,5 до +0,5 включ.	±0,005 кПа	-
	св. +0,5 до +10	-	±1 %

Таблица В.8 – Дополнительные метрологические характеристики измерительных каналов содержания определяемых компонентов

Наименование характеристики	Значение
Время установления показаний, T_{90} , с, не более	120