



СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»

В. А. Лапшинов

М.п. «17» апреля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы кислорода MOD-1040

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-716-2025

г. Чехов,
2025 г

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на анализаторы кислорода MOD-1040 (далее – анализаторы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах В.1 и В.2 Приложения В настоящей МП-716-2025.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин от Государственного первичного эталона единицы молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой (ГПС) для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 31 декабря 2020 г. № 2315.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого анализатора используется метод прямых измерений поверяемым анализатором величины, воспроизводимой с помощью стандартных образцов состава газовых смесей или рабочих эталонов, соответствующих указанной ГПС.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование средства измерений	да	да	8.3
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9
Определение погрешности измерений объемной доли определяемого компонента	да	да	9.1
Определение времени установления показаний	да	да	9.2
Оформление результатов поверки	да	да	10

2.2 Не допускается проведение периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °C	от + 20 до + 24
относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	80
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
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 анализатор, эксплуатационную документацию на средства поверки, настоящую методику поверки, знающие правила эксплуатации электроустановок, правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, имеющие соответствующую квалификацию и работающие в качестве поверителей в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств физико-химических измерений.

4.2 Для получения результатов измерений, необходимых для поверки, допускается участие в поверке оператора, обслуживающего анализатор (под контролем поверителя).

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) п. 8.3 Опробование средства измерений	Средства измерений: - температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °C; - 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	Рабочий эталон 1-го разряда по Приказу 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)
	Стандартные образцы состава газовых смесей (ГС) в баллонах под давлением 0-го и 1-го рядов по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «31» декабря 2020 г. № 2315	Стандартные образцы состава газовых смесей ГСО в баллонах под давлением (Приложение А)
	Средство измерений электрических величин в диапазоне от 10 мВ до 1000 В, от 100 мкА до 1 А, ПП $\pm (2,5 \cdot 10^{-6} D + 0,1 \cdot 10^{-6} E)$, где: D – показания мультиметра; E – предел измерений.	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	ПНГ-азот по ГОСТ 9293-74 (с изм. 1,2,3) – особой чистоты сорт 1	Азот газообразный в баллонах под давлением по ГОСТ 9293-74
	Средство измерений интервалов времени в диапазоне измерений от 0 до 59,99 с; от 0 до 9 ч 59 мин. 59,99 с. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений времени: $\pm (9,6 \times 10^{-6} \times T_x + 0,01)$ с, где T_x – значение измеренного интервала времени	Секундомер электронный Интеграл С-01 (рег. № 44154-16)
	Вспомогательное техническое средство для контроля рабочего давления по ТУ26-05-90-87	Редуктор баллонный БКО-25-1*
	Вспомогательное техническое средство для регулировки расхода газовой смеси, РУ-150 атм. ИБЯЛ.306249.006	Вентиль точной регулировки*
	Средства измерений расхода газа в диапазоне измерений от 400 до 1000 см ³ /мин, приведенной погрешностью не более $\pm 4 \%$	Ротаметр с местными показаниями стеклянный РМС, РМС-А-0,063 ГУЗ-2, рег. № 67050-17
	Вспомогательное техническое средство для соединения коммуникаций. Диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1,5 мм	Трубка фторопластовая* по ТУ 6-05-2059-87
	–	Т-образный переходник

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 (ГС), не указанных в настоящей методике поверки, при выполнении следующих условий:

- номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в газовой смеси (далее – ГС) должны соответствовать указанным для соответствующей ГС из приложения А;

- отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого анализатора, 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

6.1 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть оборудовано precisely-вытяжной вентиляцией.

6.2 Концентрации вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88.

6.3 Должны выполняться требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно класса 1 по ГОСТ Р 12.1.019-2017.

6.4 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.

6.5 Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают:

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

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

- отсутствие повреждения маркировки.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 настоящей МП-716-2025.

8.2 Подготовка к поверке средства измерений

8.2.1 Выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности.

8.2.2 Проверить наличие паспортов и сроки годности ГС в баллонах под давлением.

8.2.3 Баллоны с ГС выдержать при температуре поверки не менее 24 ч.

8.2.4 Выдержать поверяемый анализатор и средства поверки при температуре поверки в течение не менее 2 ч.

8.2.5 Подготовить поверяемый анализатор и эталонные средства измерений к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 Проверить общее функционирование анализатора. Включить анализатор, выждать время прогрева, убедиться в наличии короткого красного светового сигнала индикатора, поступающего от сенсора, что означает переход в режим измерений.

8.3.2 Результат опробования считается положительным, если по истечении времени прогрева анализатор перешел в режим измерений.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение погрешности измерений объемной доли определяемого компонента

Определение погрешности измерений содержания определяемого компонента анализатора проводят по схемам, приведенным на рисунках Б.1, Б.2 Приложения Б, при поочередной подаче на вход анализатора ГС (таблица А.1 приложения А, соответственно диапазону измерений), в последовательности:

№ 1 – 2 – 3 – 4 в течение не менее утроенного времени установления показаний ($T_{0,9}$), указанного в таблице В.2 Приложения В.

В качестве источника ГС могут использоваться:

- баллоны с ГС;
- баллоны с ГС в комплекте с генератором газовых смесей (для разбавления промежуточной газовой смеси).

Подачу ГС на анализатор осуществляют посредством применения соответствующих переходов и редуктора между газовыми баллонами, ротаметром и входом отбираемого газа на анализатор. Расход ГС устанавливают равным $(0,5 \pm 0,1)$ л/ч.

Фиксируют установившиеся значения показаний на аналоговом выходе, что соответствует содержанию определяемого компонента (C_i) в i -ой ГС. Рассчитывают значение (C_i) по значению выходного токового сигнала по формуле (1):

$$C_i = \frac{C_v - C_n}{20\text{мА} - 4\text{мА}} \cdot (I_i - 4\text{мА}) + C_n, \quad (1)$$

где

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

C_v – значение содержания определяемого компонента, соответствующее верхнему значению аналогового выхода анализатора, объемная доля, %;

C_n – значение содержания определяемого компонента, соответствующее нижнему значению аналогового выхода анализатора, объемная доля, %.

Значение приведенной к верхнему пределу поддиапазона измерений погрешности (γ , %) анализатора рассчитывают по формуле (2):

$$\gamma = \frac{C_i - C_{i\delta}}{C_v} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где

C_i – результат измерений анализатором содержания определяемого компонента, объемная доля, %;

$C_{i\delta}$ – действительное значение содержания определяемого компонента в i -ой ГС, объемная доля, %;

C_v – значение содержания определяемого компонента, соответствующее верхнему пределу поддиапазона измерений, объемная доля, %.

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

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

где

C_i – результат измерений анализатором содержания определяемого компонента, объемная доля, %;

$C_{i\delta}$ – действительное значение содержания определяемого компонента в i -ой ГС, объемная доля, %.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения погрешности во всех точках проверки не превышают пределов, указанных в таблице В.1 Приложения В настоящей МП-716-2025.

9.2 Определение времени установления показаний

Определение времени установления показаний допускается проводить одновременно с п. 9.1 при помощи ГС №1 и ГС №4, в следующем порядке:

- 1) подать ГС №4 и зафиксировать установившееся значение показаний поверяемого анализатора;
- 2) рассчитать значение, равное 0,9 от показаний анализатора, полученных на предыдущем шаге;
- 3) подать ГС №1, дождаться установления показаний анализатора;
- 4) не подавая ГС на вход анализатора, продуть газовую линию ГС №4 в течение не менее 3 мин, подать ГС на вход анализатора и включить секундомер;
- 5) зафиксировать время достижения показаниями анализатора значения, рассчитанного в п. 2).

Результат проверки считать положительным, если время установления показаний не превышает значения, указанного в таблице В.2 Приложения В настоящей методики поверки.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 Сведения о результатах поверки анализатора 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.

10.3 По 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.

10.4 При отрицательных результатах поверки анализатор 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

Приложение А
(обязательное)

Технические характеристики ГС, используемых при проведении поверки

Таблица А.1 – Технические характеристики ГС, используемых при проведении поверки анализаторов кислорода MOD-1040

Определяемый компонент	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента, %	Поддиапазон измерений, в котором нормируется погрешность, %	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения				Разряд	Номер ГС по реестру ГСО или Источник ГС ²⁾
			ГС № 1 ¹⁾	ГС № 2	ГС № 3	ГС № 4		
Кислород (O ₂)	от 0 до 10	от 0 до 0,25 включ.	ПНГ	0,225 % ±10 % отн.	-	-	0	ГСО 12329-2023
		св. 0,25 до 10	-	-	5 % ±10 % отн.	9 % ±10 % отн.	1	ГСО 12330-2023
	от 0 до 50	от 0 до 1 включ.	ПНГ	0,9 % ±10 % отн.	-	-	0	ГСО 12329-2023
		св. 1 до 50	-	-	25 % ±10 % отн.	45 % ±10 % отн.	1	ГСО 12330-2023
	от 0 до 100	от 0 до 2 включ.	ПНГ	1,8 % ±10 % отн.	-	-	1	ГСО 12330-2023
		св. 2 до 100	-	-	50 % ±10 % отн.	90 % ±10 % отн.		

1) ПНГ - Азот газообразный особой чистоты (ГОСТ 9293-74 с изм. 1, 2, 3.);

2) В качестве источника ГС могут быть использованы баллоны с ГСО в комплекте с генератором газовых смесей ГГС-03-03.

Приложение Б (обязательное)

Схемы подачи ГС на вход анализатора при проведении поверки

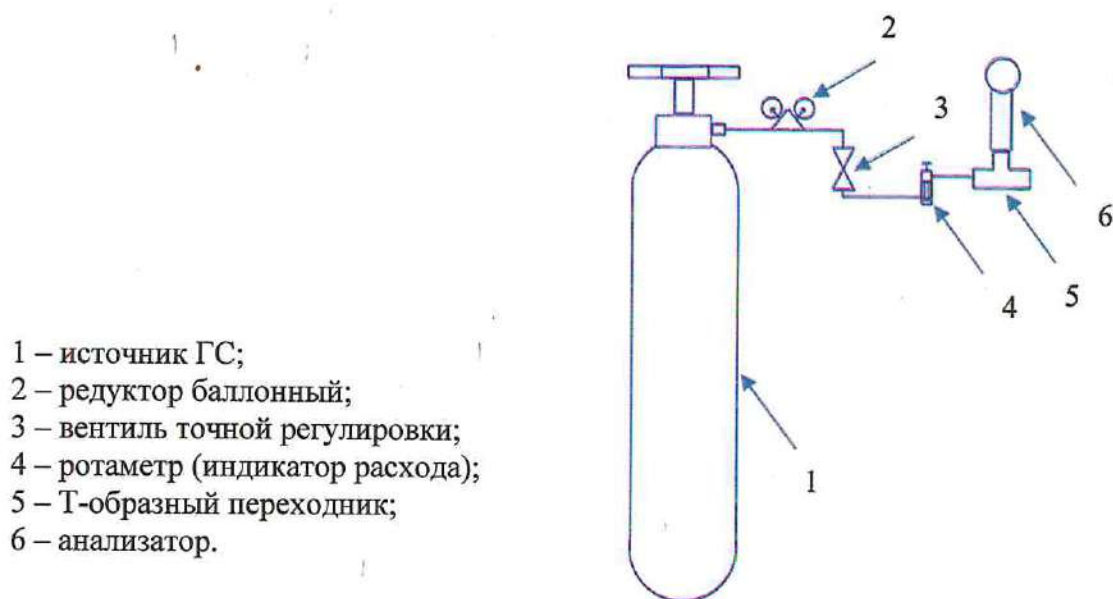


Рисунок Б.1 – Рекомендуемая схема подачи ГС на вход анализатора при проведении поверки

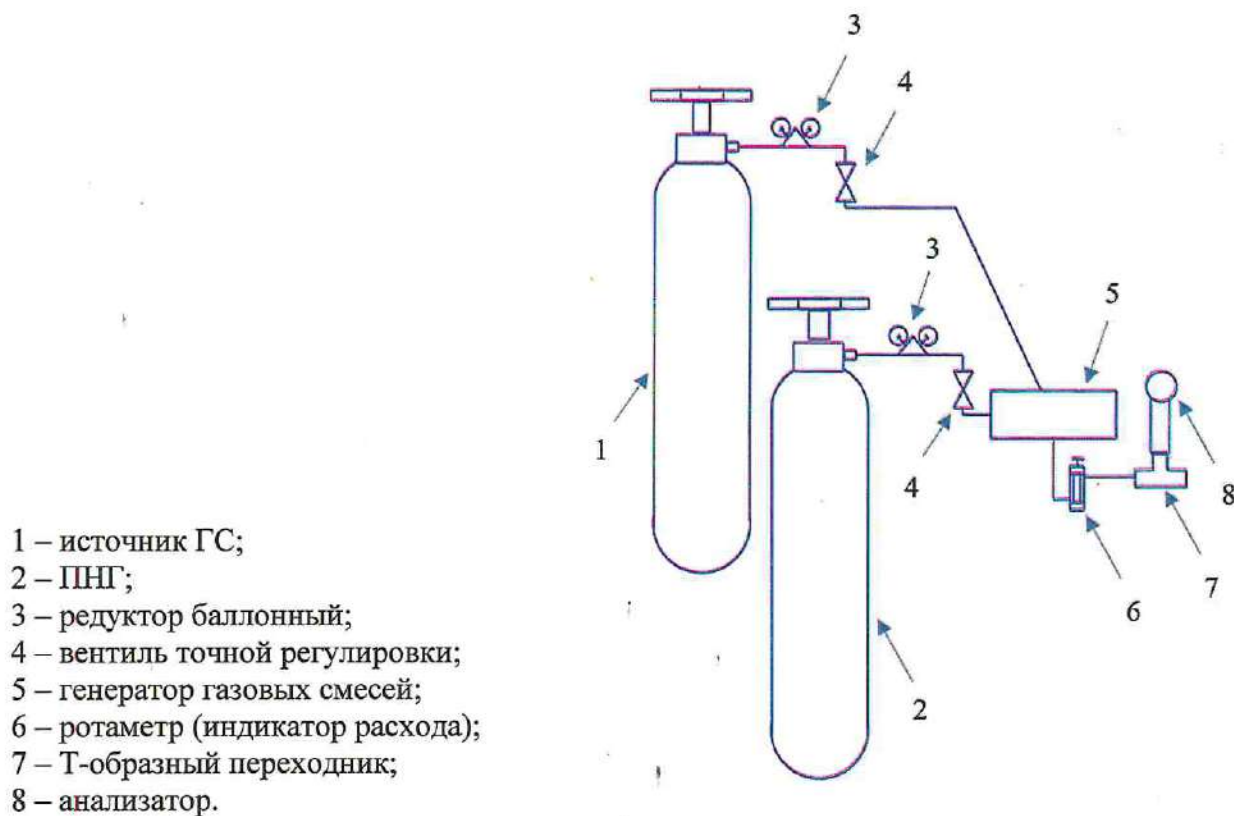


Рисунок Б.2 - Рекомендуемая схема подачи ГС на вход анализатора с применением генератора газовых смесей

Приложение В (обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица В.1 – Основные метрологические характеристики

Определяе- мый компонент	Диапазон измерений объ- емной доли определяемого компонента, %	Поддиапазон измерений, в котором нормируется погреш- ность, %	Пределы погрешности	
			приведенной ¹⁾ , %	относительной, %
Кислород (O ₂)	от 0 до 10	от 0 до 0,25 включ.	±2	-
		св. 0,25 до 10	-	±2
	от 0 до 50	от 0 до 1 включ.	±2	-
		св. 1 до 50	-	±2
	от 0 до 100	от 0 до 2 включ.	±2	-
		св. 2 до 100	-	±2

¹⁾ – Приведена к верхнему пределу поддиапазона измерений.

Таблица В.2 – Дополнительные метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Время установления показаний, T _{0,9} , с, не более	15