

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**



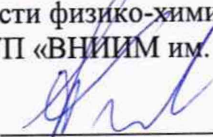
СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


А.Н. Пронин

«17» июня 2022 г.

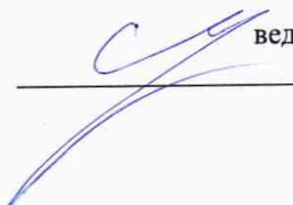
Государственная система обеспечения единства измерений
Газоанализаторы кислорода OMD-501X
Методика поверки
МП 242-2498-2022

Руководитель
научно-исследовательского отдела
государственных эталонов
в области физико-химических измерений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


А.В. Колобова
"17" июня 2022 г.

Разработчик
ведущий инженер
А.Л. Матвеев

Санкт-Петербург
2022 г



1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на газоанализаторы кислорода OMD-501X (далее - газоанализаторы), выпускаемые фирмой "Southland Sensing Ltd.", США и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах 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 (Росстандарт) от 31 декабря 2020 г. № 2315, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки:

- **прямое измерение** поверяемым средством измерений величины, воспроизводимой мерой или стандартным образцом.

Примечания:

1) При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января 2022 г. и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2) Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	при периодической поверке	
1 Внешний осмотр	да	да	7
2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.3
4 Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
5 Определение метрологических характеристик			10
5.1.1 Определение основной погрешности	да	да	10.1

2.2 Если при проведении одной из операций получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 20±5;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа 101,3 ± 4,0

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К работе с газоанализаторами и проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с ГОСТ 13320-81, ГОСТ Р 52931-2008, Приказом Росстандарта № 2315 от 31.12.2020 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах», эксплуатационной документацией на газоанализаторы, имеющие квалификацию не ниже инженера и прошедшие инструктаж по охране труда.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют 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	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 измерений 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 до 104,6 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 622, пер. № 53505-13
п.10 Определение метрологических характеристик	Стандартные образцы состава газовых смесей (ГС) в баллонах под давлением – рабочие эталоны 1 и 2 разряда в соответствии с поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315 (характеристики ГС приведены в Приложении А)	ГСО 10531-2014, ГСО 10532-2014 (кислород -азот) в баллонах под давлением 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	Азот газообразный в баллонах под давлением	Азот газообразный особой чистоты сорт 1 по ГОСТ 9293-74
	Средства измерений интервалов времени, класс точности 3	Секундомер механический СОПпр, рег. № 11519-11
	Средства измерений объемного расхода, верхняя граница диапазона измерений 0,063 м ³ /ч, класс точности 4 *	Ротаметр РМ-А-0,063Г УЗ по ГОСТ 13045-81
	Средства измерений напряжения переменного тока частотой от 45 до 1000 Гц в диапазоне измерений от 0 до 500 В, с абсолютной погрешностью не более $\pm(0,008 \times U_{изм} + 30k)$ В (значение единицы младшего разряда $k=0,1$ В); средства измерений силы постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 10 А, с абсолютной погрешностью не более $\pm(0,006 \times I_{изм} + 30k)$ А (значение единицы младшего разряда $k=0,001$ А)	Мультиметр цифровой DT-9959, рег. № 58550-14
п.10 Определение метрологических характеристик	Редуктор из нержавеющей стали с металлической мембраной для работы с коррозионно-активными газами, максимальное давление на входе 250 bar, максимальное выходное давление 7 bar*	Редуктор CYL-21 из нержавеющей стали производства «GO Regulator» с металлической мембраной для работы с коррозионно-активными газами, максимальное давление на входе 250 bar, максимальное выходное давление 7 bar*
	Редуктор баллонный в комплекте с вентилем точной регулировки, диапазон рабочего выходного давления от 0 до 6 кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм *	Редуктор баллонный кислородный одноступенчатый БКО-50-4, максимальное входное давление 20 МПа, максимальное выходное давление 1,25 МПа*
	Трубка из нержавеющей стали*	Трубка из нержавеющей стали с наружным диаметром 3 мм по ГОСТ 14162-79
	Трубка фторопластовая *	Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87, диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 знаком «*», должны быть поверены¹⁾; газовые смеси и чистые газы в баллонах под давлением – иметь действующие паспорта.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

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

6.3 Должны выполняться требования охраны труда для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I ГОСТ 12.2.007.0-75.

6.4 При работе с чистыми газами и газовыми смесями в баллонах под давлением соблюдают 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 г. № 536.

6.5 Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

7 Внешний осмотр

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие газоанализатора следующим требованиям:

- соответствие комплектности (при первичной поверке) требованиям эксплуатационной документации;

- соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации.

7.1.2 Газоанализатор считают выдержавшим внешний осмотр, если он соответствует указанным выше требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Провести проверку условий проведения поверки, указанных в п. 3 настоящей методики поверки.

Результаты проверки считают положительными, если условия поверки соответствуют условиям, приведенным в п. 3 настоящей методики поверки.

8.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности.

- проверить наличие паспортов и сроки годности ГС в баллонах под давлением.

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

- выдержать газоанализатор и эталонные средства при температуре поверки в течение не менее 24 ч.

- подготовить газоанализатор к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

- подготовить эталонные и вспомогательные средства к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проводится проверка функционирования газоанализатора в соответствии с разделом «Эксплуатация» руководства по эксплуатации.

8.3.2 Результаты опробования считают положительными если:

- после подачи электрического питания и газовой смеси на газоанализатор и окончании времени прогрева отсутствуют сообщения об ошибках;

- на аналоговом выходе газоанализатора имеется унифицированный токовый сигнал, определяемый с помощью измерительного прибора, в диапазоне 4 – 20 мА.

¹⁾ Сведения о поверке средств измерений доступны в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения проводят путем проверки соответствия ПО газоанализатора тому ПО, которое было зафиксировано (внесено в банк данных) при испытаниях в целях утверждения типа.

9.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО газоанализатора. Номера версии встроенного программного обеспечения газоанализаторов идентифицируется путем отображения номера версии на дисплее при удерживании клавиши ESC при включении электрического питания;

- сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанными в Описании типа газоанализатора (приложение к Свидетельству об утверждении типа).

9.3 Результат проверки соответствия программного обеспечения

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной погрешности

Определение основной погрешности газоанализаторов проводят в следующем порядке:

- 1) Собирают схему, приведенную на рисунке Б.1 Приложения Б;
- 2) На вход газоанализатора подают ГС в последовательности №№ 1 – 2 – 3.

Расход ГС устанавливают в диапазоне от 0,23 до 2,3 дм³ / мин.

Время подачи ГС не менее утроенного $T_{0,9}$ для соответствующего датчика кислорода (Приложение В).

3) Фиксируют установившиеся значения выходного сигнала при подаче каждой ГС по дисплею блока электроники и по показаниям выходного аналогового сигнала.

По показаниям вторичного прибора, подключенного к аналоговому выходу газоанализатора, рассчитать результат измерения содержания определяемого компонента на входе газоанализатора по формуле

$$C = \frac{C_B}{16} \cdot (I - 4) \quad (1)$$

где I - значение токового выходного сигнала, мА.

C_B - значение содержания определяемого компонента, соответствующее верхней границе поверяемого диапазона измерений, объемная доля, % или млн⁻¹.

4) Значение основной приведенной погрешности газоанализатора γ , %, находят по формуле

$$\gamma_i = \frac{C_i - C_i^d}{C_B} \cdot 100, \quad (2)$$

где C_i - результат измерений объемной доли кислорода на входе газоанализатора по показаниям дисплея, а также вычисленные по формуле (1), объемная доля определяемого компонента, % или млн⁻¹;

C_i^d - действительное значение содержания определяемого компонента в i -ой ГС, объемная доля определяемого компонента, % или млн⁻¹.

Результат определения основной приведенной погрешности считают положительным, если основная погрешность во всех точках не превышает пределов, указанных в Приложении В для соответствующего диапазона измерений.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Анализаторы признают соответствующим метрологическим требованиям, указанным в описании типа, если результаты проверок по пп. 7 и 8 положительные, а результаты проверок по пп. 9 и 10 соответствуют требованиям описания типа анализаторов.

12 Оформление результатов поверки

12.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки произвольной формы.

12.2 Газоанализаторы, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению, вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по требованию владельца анализатора выдают свидетельство о поверке установленной формы.

При отрицательных результатах поверки вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по требованию владельца выдают извещение о непригодности установленной формы, с указанием причин непригодности.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при оформлении).

Приложение А
(обязательное)

Характеристики ГС, используемых при проведении поверки анализаторов

Таблица А.1 – Перечень газовых смесей, используемых при поверке газоанализаторов

Определяемый компонент / обозначение сенсора	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения			Пределы допускаемой основной погрешности	ГОСТ, ТУ, номер по реестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3		
Кислород (O ₂) / TO2-1x	от 0 до 10 млн ⁻¹	0,000077 % ± 30 % отн.			±5 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
			0,0005 % ± 20 % отн.	0,00083 % ± 20 % отн.	±4 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
Кислород (O ₂) / TO2-1x	от 0 до 100 млн ⁻¹	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			0,005 % ± 10 % отн.	0,009 % ± 10 % отн.	±5 % отн.	ГСО 10532-2014 (кислород - азот)
Кислород (O ₂) / TO2-1x, PO2-160	от 0 до 1000 млн ⁻¹	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			0,05 % ± 10 % отн.	0,09 % ± 10 % отн.	±2,5 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
Кислород (O ₂) / TO2-1x, PO2-160	от 0 до 10000 млн ⁻¹	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			0,5 % ± 5 % отн.	0,95 % ± 5 % отн.	±1,5 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)

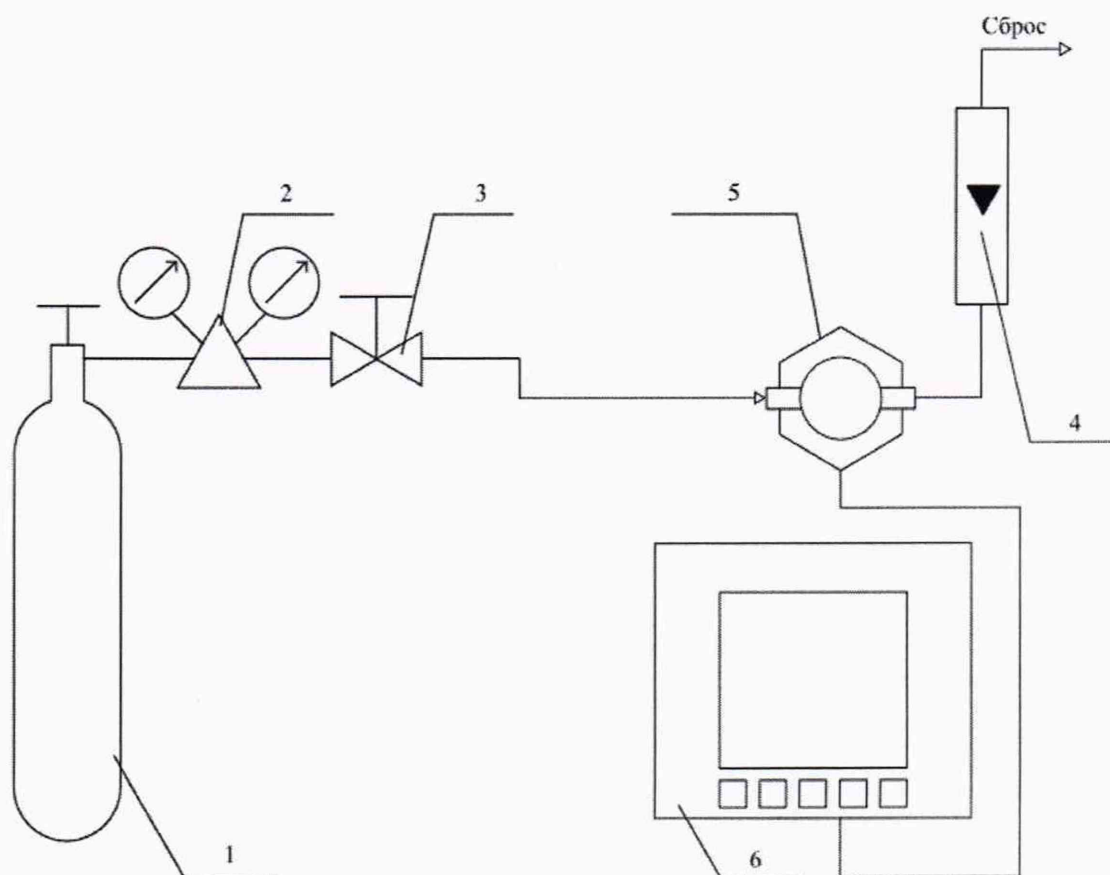
Определяемый компонент / обозначение сенсора	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения			Пределы допускаемой основной погрешности	ГОСТ, ТУ, номер по реестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3		
Кислород (O ₂) / PO2-160	от 0 до 1 %	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			0,5 % ± 5 % отн.	0,95 % ± 5 % отн.	±1,5 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
Кислород (O ₂) / PO2-160	от 0 до 5 %	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			2,5 % ± 5 % отн.	4,75 % ± 5 % отн.	±1 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
Кислород (O ₂) / PO2-160	от 0 до 10 %	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			5 % ± 5 % отн.	9,5 % ± 5 % отн.	±1 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
Кислород (O ₂) / PO2-160	от 0 до 25 %	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			12,5 % ± 3 % отн.		±0,6 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
				24,2 % ± 3 % отн.	±0,4 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)

Определяемый компонент / обозначение сенсора	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения			Пределы допускаемой основной погрешности	ГОСТ, ТУ, номер по реестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3		
Кислород (O ₂) / PO2-160	от 0 до 100 %	азот			-	О.ч., сорт 1-й по ГОСТ 9293-74
			50 % ± 3 % отн.		±0,4 % отн.	ГСО 10531-2014 (кислород - азот)
				95 % ± 0,5 % отн.	±0,2 % отн.	ГСО 10532-2014 (кислород - азот)

Примечания:

- 1) Изготовители и поставщики ГС - предприятия-производители стандартных образцов состава газовых смесей, прослеживаемых к государственному первичному эталону единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ154-2019;
- 2) Азот особой чистоты сорт 1 по ГОСТ 9293-74 в баллоне под давлением.

Приложение Б
(обязательное)
Схема подачи ГС на газоанализатор



1 – баллон с ГС; 2 – редуктор; 3 – вентиль точной регулировки;
4 – индикатор расхода (ротаметр); 5 – датчик кислорода; 6 – блок управления.

При поверке газоанализаторов с диапазонами измерений объемной доли кислорода от 0 до 1000 млн^{-1} и менее подачу ГС осуществлять при помощи трубки из нержавеющей стали и редуктора CYL-1.

Рисунок Б.1 – Схема подачи ГС на газоанализаторы

Приложение В
(обязательное)

Метрологические характеристики газоанализаторов

Таблица В.1 – Основные метрологические характеристики газоанализаторов

Обозначение электрохимического датчика (сенсора)	Диапазон измерений объемной доли кислорода	Пределы допускаемой основной ¹⁾ приведенной ²⁾ погрешности, %
ТО2-1х	от 0 до 10 млн ⁻¹	±15
ТО2-1х	от 0 до 100 млн ⁻¹	±15
ТО2-1х, РО2-160	от 0 до 1000 млн ⁻¹	±10
ТО2-1х, РО2-160	от 0 до 10000 млн ⁻¹	±6
РО2-160	от 0 до 1 %	±6
РО2-160	от 0 до 5 %	±6
РО2-160	от 0 до 10 %	±3
РО2-160	от 0 до 25 %	±2
РО2-160	от 0 до 100 %	±1

¹⁾ Нормальные условия измерений:

- диапазон температуры окружающей среды от +15 до +25 °С;

- диапазон относительной влажности окружающей среды при температуре +25 °С от 30 до 80 %;

- диапазон атмосферного давления от 97,3 до 105,3 кПа

²⁾ Нормирующее значение – верхний предел диапазона измерений объемной доли кислорода.