

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП

«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

К.В. Гоголинский

2017 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Газоанализаторы МЕХА-584L

Методика поверки
МП-242-2125-2017

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

А.В. Колобова

" " 2017 г.

Разработал
Руководитель лаборатории
Т.Б. Соколов

г. Санкт-Петербург
2017 г.

Настоящая методика поверки распространяется на газоанализаторы МЕХА-584L (далее - газоанализаторы) и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – один год.

1 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	6.4		
4.1 Определение погрешности по измерительным каналам объемной доли компонентов	6.4.1	да	да
4.2 Определение приведенной погрешности по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя	6.4.2	да	да
4.3 Определение абсолютной погрешности по измерительному каналу температуры масла	6.4.3	да	да

1.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и диапазонов измерений газоанализатора в соответствии с заявлением владельца газоанализатора, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

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

2 Требования безопасности

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационном документе на газоанализаторы.

2.2 Требования техники безопасности:

- для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I ГОСТ 12.2.007.0-75;

- при эксплуатации ГС в баллонах под давлением - согласно Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением", утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25.03.2014 г. № 116.

2.3 Не допускается сбрасывать газовые смеси в атмосферу рабочих помещений.

2.4 Помещение должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и технические характеристики
6	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4, ТУ 25-2021.003-88, ГОСТ 28498-90, диапазон измерений (0-55)° С, цена деления 0,1 °С, погрешность ± 0,2 °С
	Барометр-анероид контрольный М-67 ТУ 2504-1797-75, диапазон измерений давления от 610 до 790 мм рт.ст., погрешность ±0,8 мм рт.ст.
	Психрометр аспирационный М-34-М, ТУ 52.07-(ГРПИ.405 132.001)-92, диапазон относительной влажности от 10 до 100 % при температуре от 5 до 40°С
	Секундомер СОСпр, ТУ 25-1894.003-90, погрешность ± 0,2 с
6.4	Стандартные образцы состава газовой смеси (ГС) оксид углерода – диоксид углерода -- пропан - азот (ГСО 10539-2014, 10540-2014), кислород – азот (ГСО 10531-2014, 10532-2014), оксид азота – азот (ГСО 10546-2014) в баллонах под давлением (технические и метрологические характеристики газовых смесей (ГС) приведены в Приложении А)
	Азот газообразный особой чистоты сорт 2 по ГОСТ 9293-74 в баллонах под давлением
	Ротаметр РМ-0,63 ГУЗ, ГОСТ 13045-81, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,63 м ³ /ч, пределы допускаемой основной приведенной погрешности ±2,5 %
	Ротаметр РМ-0,063 ГУЗ, ГОСТ 13045-81, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,063 м ³ /ч, пределы допускаемой основной приведенной погрешности ±2,5 % *
	Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160), диапазон рабочего давления (0-150) кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм *
	Редуктор баллонный кислородный одноступенчатый БКО-50-4 по ТУ 3645-026-00220531-95 *
	Вентиль трассовый точной регулировки ВТР-4, диапазон рабочего давления (0-6) кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм
	Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) по ТУ6-01-2-120-73, 6×1,5 мм *
	Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87, диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм *
	Тройник из стекла или поливинилхлорида, диаметр условного прохода 6 мм *
	Установка для поверки тахометрических каналов газоанализаторов автомобильных выбросов. Диапазон воспроизведения частоты импульсов от 5 до 100 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности не более ±0,5 %.
	Термостат с диапазоном воспроизводимых температур от 20°С до 150°С, пределы допускаемой погрешности поддержания температуры ±1,0°С
	Набор эталонных ртутных стеклянных термометров 3-го разряда по ГОСТ 8.317-78. Диапазон измерений от 20°С до 150°С, цена деления 0,5°С

3.2 Все средства поверки, за исключением отмеченных в таблице 2 знаком *, должны иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации, ГС в баллонах под давлением – паспорта.

3.3 Допускается применение других средств, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик газоанализаторов с требуемой точностью¹⁾

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

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

5 Подготовка к поверке

5.1 Подготовить к работе эталонные средства измерений и/или вспомогательные средства поверки в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации

5.2 Проверить комплектность поверяемого газоанализатора в соответствии с требованиями раздела 1 руководства по эксплуатации – при первичной поверке.

5.3 Подготовить газоанализатор к работе в соответствии с требованиями п. 2.3 руководства по эксплуатации.

5.4 Выдержать ГС в баллонах под давлением в помещении, в котором будет проводиться поверка, в течение не менее 24 ч, поверяемый газоанализатор согласно требованиям эксплуатационной документации, но не менее 2 ч.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений (царапин, вмятин и др.), влияющих на работоспособность и безопасность газоанализатора;
- исправность органов управления газоанализатора;
- наличие маркировки газоанализатора согласно требованиям раздела 1 руководства по эксплуатации;
- четкость надписей на поверхности газоанализатора.

6.1.2 Газоанализатор считается выдержавшим внешний осмотр удовлетворительно, если он соответствует перечисленным выше требованиям.

6.2 Опробование

6.2.1 При опробовании проводится общая проверка функционирования газоанализатора согласно разделу 3 руководства по эксплуатации.

6.2.2 Проверку герметичности газового тракта газоанализатора проводят в соответствии с п. 5.1.3 руководства по эксплуатации.

6.2.3 Проверку расхода пробы, обеспечиваемой встроенным побудителем расхода, проводят с помощью ротаметра РМ-0,63 ГУЗ или аналогичного, подключаемого на выход газоанализатора в режиме измерений.

6.2.4 Результаты опробования считают положительными, если все тесты автоматической диагностики газоанализатора завершены успешно согласно требованиям руководства по эксплуатации, получены положительные результаты проверки герметичности газового тракта газоанализатора и расход пробы, обеспечиваемый встроенным побудителем расхода, не менее 4,0 дм³/мин.

¹⁾ – Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), не указанных в Приложении А, при выполнении следующих условий:

- компонентный состав, номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в ГС должны соответствовать указанному для соответствующей ГС из приложения А;
- отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого газоанализатора, должно быть не более 1/3.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

6.3.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) газоанализаторов проводится путем проверки соответствия ПО газоанализаторов, представленных на поверку, тому ПО, которое было зафиксировано (внесено в банк данных) при испытаниях в целях утверждения типа.

6.3.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

– проводят визуализацию идентификационных данных ПО, установленного в газоанализатор (номер версии встроенного ПО газоанализатора отображается на дисплее в режиме прогрева (WARMING UP));

– сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанными в описании типа газоанализаторов.

6.3.3 Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные соответствуют указанным в Описании типа газоанализаторов (приложение к Свидетельству об утверждении типа).

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение погрешности газоанализатора по измерительным каналам объемной доли компонентов

Определение основной погрешности газоанализатора по измерительным каналам объемной доли компонентов проводят в следующем порядке:

1) Собирают схему поверки, рекомендуемая схема соединений приведена на рисунке 1.
2) На вход пробоотборного зонда газоанализатора подают ГС (таблицы А.1 – А.3 Приложения А, в соответствии с определяемым компонентом и диапазоном измерений) в последовательности №№ 1 – 2 – 3 – 4. Расход ГС устанавливают так, чтобы в режиме измерений газоанализатора (при включенном встроенном побудителе расхода) расход в линии сброса после ротаметра (4) составлял $(0,3 \pm 0,1)$ дм³/мин для исключения возможности разбавления подаваемой ГС атмосферным воздухом. Время подачи ГС (при длине газовой линии не более 1 м) выбирают в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации газоанализатора, но не менее утроенного предела допустимого времени установления показаний $T_{0,95д}$:

- не менее 45 с по измерительным каналам CO, CH, CO₂, O₂;

- не менее 120 с по измерительному каналу NO.

Примечание – при подаче многокомпонентных ГС время подачи оценивают по измерительному каналу с наибольшим значением $T_{0,95д}$.

3) Фиксируют установившиеся показания газоанализатора по соответствующим измерительным каналам.

4) Рассчитывают измеренное значение объемной доли определяемого компонента (для всех ГС, кроме ГС № 1) C_i , % (млн⁻¹):

а) по измерительным каналам объемной доли оксида углерода, диоксида углерода, кислорода и оксида азота по формуле

$$C_i = \Pi_i \cdot \frac{101,3}{P}, \quad (1)$$

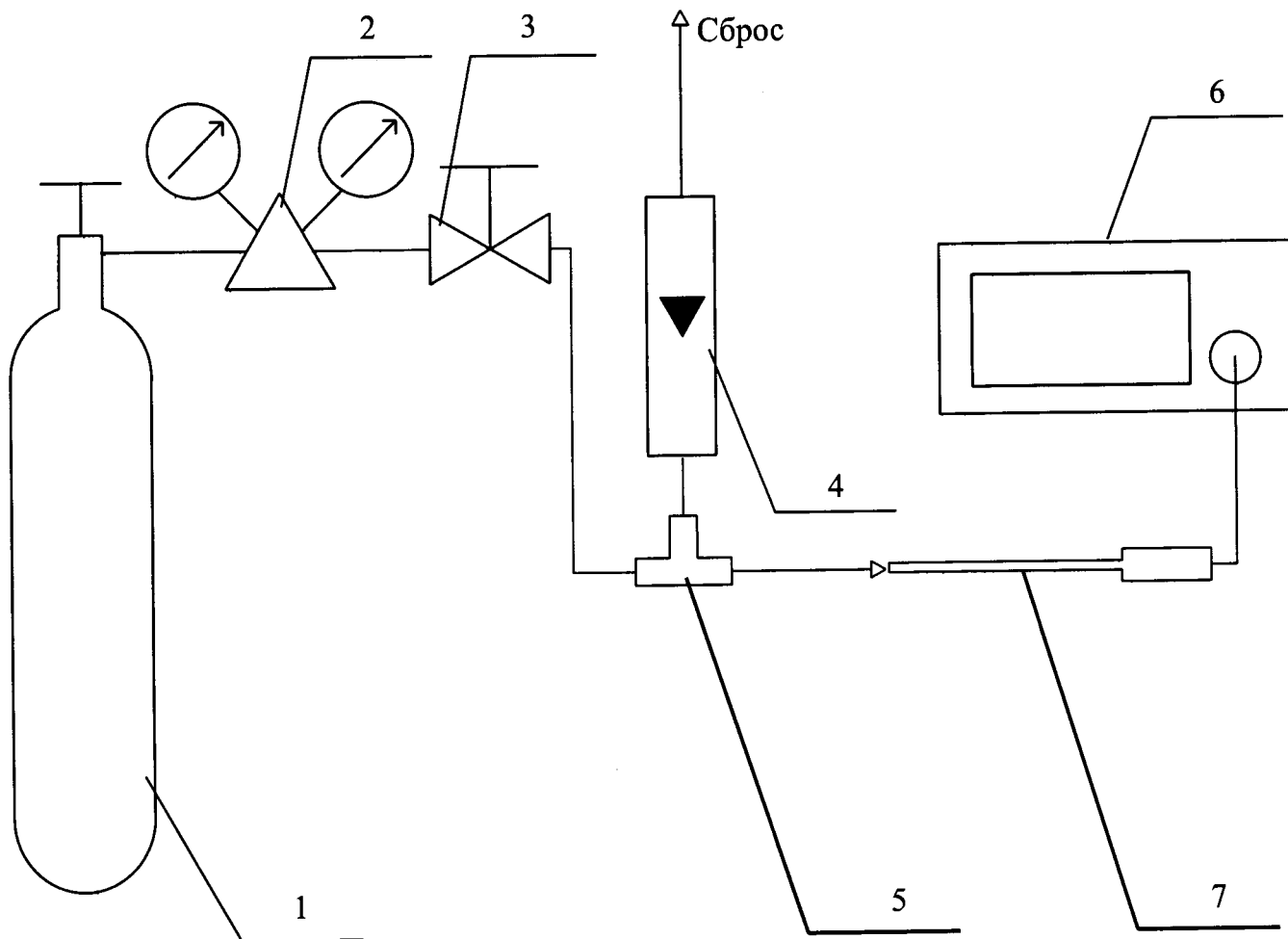
где Π_i – установившиеся показания газоанализатора по соответствующему измерительному каналу при подаче i -ой ГС, объемная доля, % (млн⁻¹);

P – значение атмосферного давления при проведении поверки, кПа.

б) по измерительному каналу объемной доли углеводородов в пересчете на гексан по формуле

$$C_i = \Pi_i \cdot \frac{101,3}{P} \cdot K, \quad (2)$$

где K – коэффициент пересчета для поверочного компонента пропана, указанный в эксплуатационной документации газоанализатора.



- 1 – баллон с ГС;
 2 – редуктор баллонный;
 3 – вентиль точной регулировки трассовый;
 4 – ротаметр;
 5 – тройник;
 6 – газоанализатор;
 7 – пробоотборный зонд.

Рисунок 1 – Рекомендуемая схема подачи ГС на газоанализатор от баллонов под давлением при проведении поверки по измерительным каналам объемной доли компонентов

5) Значение абсолютной погрешности газоанализатора Δ_i , объемная доля, % (млн⁻¹), для диапазонов (поддиапазонов) измерений, в которых нормированы пределы допускаемой абсолютной погрешности, рассчитывают по формуле

$$\Delta_i = C_i - C_i^D, \quad (3)$$

где C_i - измеренное значение объемной доли определяемого компонента при подаче i -й ГС, % (млн⁻¹);

C_i^D - действительное значение объемной доли определяемого компонента, указанное в паспорте i -ой ГС, % (млн⁻¹).

6) Значение относительной погрешности газоанализатора δ_i , %, для диапазонов (поддиапазонов) измерений, в которых нормированы пределы допускаемой относительной погрешности, рассчитывают по формуле

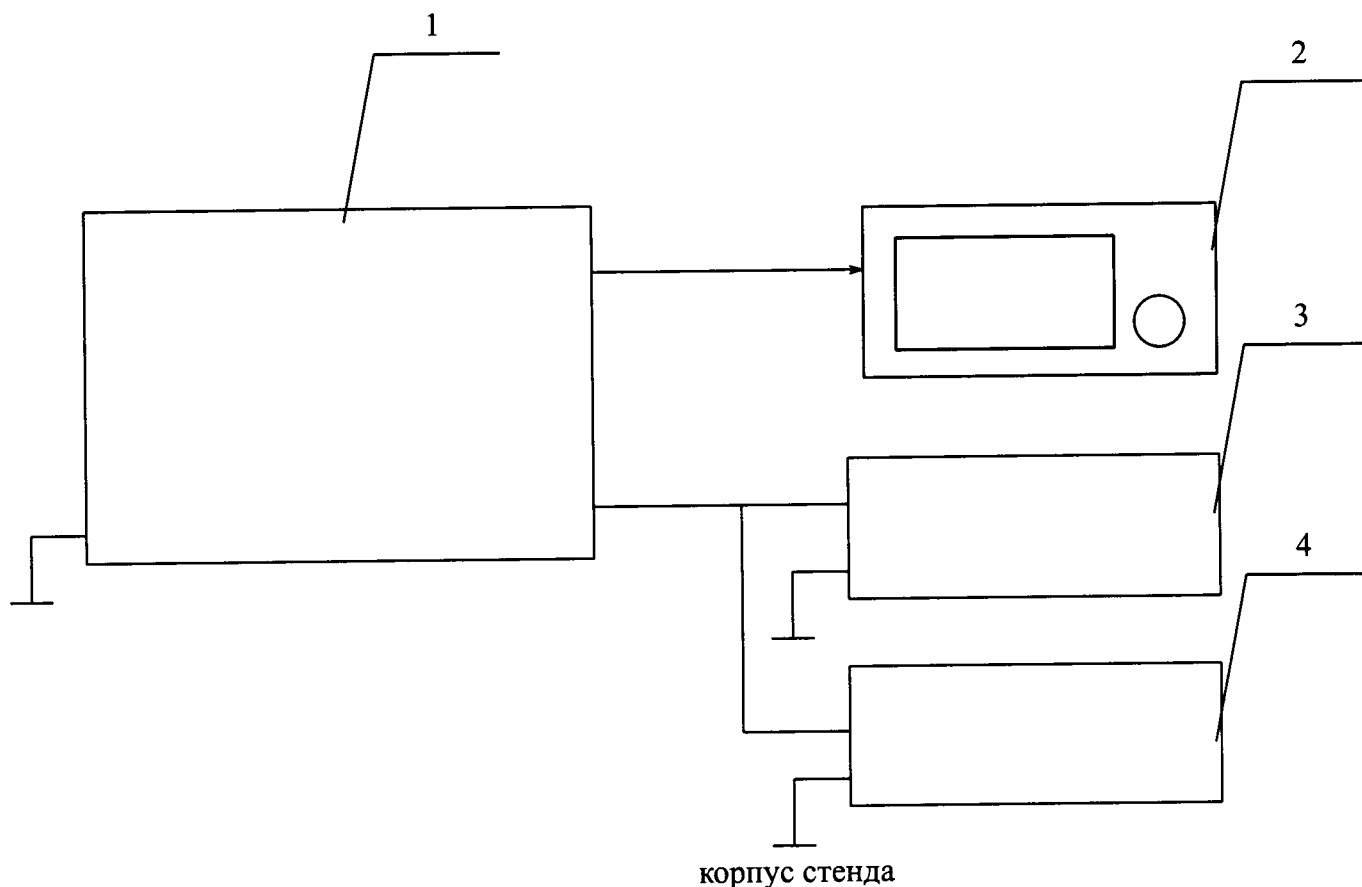
$$\delta_i = \frac{c_i - c_i^A}{c_i^A} \cdot 100 \quad (4)$$

Результат определения погрешности считают положительными, если погрешность газоанализатора во всех точках поверки не превышает пределов допустимой погрешности (таблица Б.1 приложения Б) для соответствующего измерительного канала и диапазона измерений.

6.4.2 Определение приведенной погрешности по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя

Определение приведенной погрешности по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя проводят в следующем порядке:

- 1) Собирают схему для определения приведенной погрешности по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя согласно рисунку 2.



- 1 - установка для поверки тахометрических каналов газоанализаторов автомобильных выбросов;
- 2 – газоанализатор с датчиком измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- 3 – частотомер (из состава установки);
- 4 – генератор импульсов (из состава установки).

Рисунок 2 - Схема для определения приведенной погрешности по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя

- 2) На датчик измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя подают импульсы прямоугольной формы положительной полярности амплитудой от 2 до 5 В длительностью 0,5 мс в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Соответствие частоты импульсов, задаваемых на генераторе, частоте вращения коленчатого вала двигателя

Частота импульсов, задаваемая на генераторе, Гц	Действительное значение частоты вращения коленчатого вала, об/мин	
	2-х тактного двигателя	4-х тактного двигателя
5	-	600
10	600	1200
20	1200	-
25	-	3000
50	3000	6000
100	6000	-

3) Регистрируют показания газоанализаторов по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя.

4) Значение приведенной погрешности газоанализатора по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя, γ_{ni} , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma_{ni} = \frac{n_i - n_i^d}{n_b} \cdot 100, \quad (5)$$

где n_i - измеренное значение частоты вращения коленчатого вала двигателя в i -ой точке поверки, об/мин;

n_i^d - действительное значение частоты вращения коленчатого вала двигателя в i -ой точке поверки, об/мин;

n_b - верхний предел диапазона измерений частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Результат определения приведенной погрешности газоанализатора по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя считают положительными, если значения погрешности газоанализатора во всех точках поверки не превышают пределов допускаемой приведенной погрешности (таблица Б.1 приложения Б) по измерительному каналу частоты вращения коленчатого вала двигателя.

6.4.3 Определение абсолютной погрешности по измерительному каналу температуры масла

Определение погрешности по измерительному каналу температуры масла проводят в термостате методом сличения поверяемого газоанализатора по измерительному каналу температуры масла с эталонными термометрами при следующих значениях температуры: (25 ± 2) °С, (75 ± 2) °С, (140 ± 2) °С.

Для выполнения измерений температурный зонд газоанализатора помещают в термостат на одну глубину с эталонным термометром. После выдержки при заданной температуре в течение 20 мин фиксируют показания эталонного термометра и газоанализатора.

Значение абсолютной погрешности газоанализатора по измерительному каналу температуры масла Δ_{Ti} , °С, рассчитывают по формуле

$$\Delta_{Ti} = T_i - T_i^d, \quad (6)$$

где T_i - измеренное значение температуры в i -й точке поверки, °С;

T_i^d - действительное значение температуры в i -й точке поверки, измеренное эталонным термометром, °С.

Результат определения абсолютной погрешности газоанализатора по измерительному каналу температуры масла считают положительными, если значения погрешности газоанализатора во всех точках поверки не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности (таблица Б.1 приложения Б) по измерительному каналу температуры масла.

7 Оформление результатов поверки

- 7.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки произвольной формы.
- 7.2 Газоанализатор признают годным к эксплуатации, если он удовлетворяет требованиям, приведенным в описании типа (приложение к свидетельству об утверждении типа).
- 7.3 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке установленной формы.
- 7.4 На оборотной стороне свидетельства о поверке должны быть указаны следующие данные:
- наименование нормативного документа, в соответствии с которым проведена поверка;
 - результаты внешнего осмотра;
 - результаты опробования;
 - результаты определения метрологических характеристик с указанием максимальных значений погрешности, полученных в ходе поверки;
 - значение коэффициента пересчета для поверочного компонента (при первичной поверке);
 - основные средства поверки;
 - условия, при которых проведена поверка;
 - подпись поверителя.
- 7.5 При отрицательных результатах поверки выдают извещение о непригодности установленной формы, с указанием причин непригодности.

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики ГС, используемых при поверке газоанализаторов

Таблица А.1 - Метрологические характеристики ГС, используемых при поверке газоанализаторов по измерительным каналам объемной доли оксида углерода, диоксида углерода и углеводородов в пересчете на гексан

Номер ГС	Состав ГС	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения	Допускаемое относительное отклонение, % ¹⁾	ГОСТ, ТУ, номер по реестру
1	азот (N ₂)	о.ч. сорт 1	-	ГОСТ 9293-74
2	оксид углерода (CO) диоксид углерода (CO ₂) пропан (C ₃ H ₈) азот (N ₂)	0,6 % ± 7 % отн. 5,0 % ± 5 % отн. 0,04 % ± 15 % отн. -	±1,0 ±0,8 ±1,2 -	ГСО 10539-2014
3	оксид углерода (CO) диоксид углерода (CO ₂) пропан (C ₃ H ₈) азот (N ₂)	5,0 % ± 5 % отн. 10,0 % ± 2 % отн. 1,0 % ± 5 % отн. ²⁾ -	±1,5 ±1,2 ±1,5 -	ГСО 10540-2014
4	оксид углерода (CO) диоксид углерода (CO ₂) пропан (C ₃ H ₈) азот (N ₂)	9,5 ± 5 % отн. 18,0 ± 2 % отн. 1,8 ± 5 % отн. ³⁾ -	±1,5 ±1,2 ±1,5 -	ГСО 10540-2014

Примечания:

¹⁾ Соответствует границам относительной погрешности ($\pm\Delta_0$) при доверительной вероятности (P=0,95).

²⁾ Объемная доля пропана в ГС 2,0 % ± 5 % отн. для поверки газоанализаторов с диапазоном измерений объемной доли углеводородов по гексану от 0 до 20000 млн⁻¹;

³⁾ Объемная доля пропана в ГС 3,8 % ± 5 % отн. для поверки газоанализаторов с диапазоном измерений объемной доли углеводородов по гексану от 0 до 20000 млн⁻¹

Изготовители и поставщики стандартных образцов газовых смесей в баллонах под давлением должны быть прослеживаемы к государственному первичному эталону единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах ГЭТ 154-2011.

Таблица А.2 - Метрологические характеристики ГС, используемых при поверке газоанализаторов по измерительному каналу объемной доли кислорода

Номер ГС	Состав ГС	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения	Допускаемое относительное отклонение, %	ГОСТ, ТУ, номер по реестру
1	азот о.ч. сорт 1	0	-	ГОСТ 9293-74
2	кислород (O ₂) азот (N ₂)	2,0 % ± 5 % отн. -	±1,0 -	ГСО 10531-2014
3	кислород (O ₂) азот (N ₂)	12,5 % ± 5 % отн. -	±2,0 -	ГСО 10532-2014
4	кислород (O ₂) азот (N ₂)	24,0 % ± 5 % отн. -	±1,0 -	ГСО 10532-2014

Таблица А.3 - Метрологические характеристики ГС, используемых при поверке газоанализаторов по измерительному каналу объемной доли оксида азота

Номер ГС	Состав ГС	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения	Допускаемое относительное отклонение, %	ГОСТ, ТУ, номер по реестру
1	азот (N ₂)	о.ч. сорт 1	-	ГОСТ 9293-74
2	оксид азота (NO) азот (N ₂)	0,05 % ± 5 % отн. -	±2,5 -	ГСО 10546-2014
3	оксид азота (NO) азот (N ₂)	0,2 % ± 5 % отн. -	±1,5 -	ГСО 10546-2014
4	оксид азота (NO) азот (N ₂)	0,48 % ± 5 % отн. -	±3 -	ГСО 10547-2014

Приложение Б
(рекомендуемое)

Основные метрологические характеристики газоанализаторов

Таблица Б.1 – Основные метрологические характеристики газоанализаторов

Таблица 2 – Метрологические характеристики газоанализаторов

Измеряемая величина	Диапазон показаний измеряемой величины	Диапазон измерений измеряемой величины	Пределы допускаемой погрешности ¹⁾		
			абсолютный	относительной, %	приведенной к верхнему пределу диапазона измерений, %
Объемная доля оксида углерода (CO), %	От 0 до 10,00	От 0 до 0,60 включ. Св. 0,60 до 10,00	±0,03	±5	-
Объемная доля углеводородов (CH) в пересчете на гексан, млн ⁻¹	От 0 до 10000	От 0 до 200 включ. Св. 200 до 10000	±10	±5	-
	От 0 до 20000 ¹⁾	От 0 до 200 включ. Св. 200 до 20000	±10	±5	-
Объемная доля диоксида углерода (CO ₂), %	От 0 до 20,0	От 0,0 до 10,0 включ. Св. 10,0 до 20,0	±0,5	±5	-
Объемная доля кислорода (O ₂), % ²⁾	От 0 до 25,0	От 0,0 до 2,0 включ. Св. 2,0 до 25,0	±0,1	±5	-
Объемная доля оксида азота (NO), млн ⁻¹ ²⁾	От 0 до 5000	От 0 до 500 включ. Св. 500 до 4000	±25	±5	-
		включ. Св.4000 до 5000 включ.		±8	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин ²⁾	От 0 до 9990	От 200 до 6000	-	-	±2,5
Температура масла, °С ²⁾	От 0 до 150	От 0 до 150	±2	-	-

Примечания:

¹⁾ Пределы допускаемой относительной погрешности для газоаналитических измерительных каналов установлены при условии соблюдения требований эксплуатационных документов:

– изменение температуры окружающей среды за период времени выполнения измерений составляет не более 5 °С;

– в случаях изменения температуры более чем на 5°С выполняют повторную настройку нулевых показаний и чувствительности.

²⁾ Отсутствуют в стандартной комплектации газоанализатора, возможны по дополнительному заказу.