

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

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



А.Н. Пронин
"20" сентября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Газоанализаторы стационарные фотоионизационные RAEGuard 2 PID FGM-2010
**Методика поверки
МП 242-2455-2021**

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

А.В. Колобова
"20" сентября 2021 г.

Ведущий инженер
А.Л. Матвеев

Санкт-Петербург
2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на газоанализаторы стационарные фотоионизационные RAEGuard 2 PID FGM-2001, зав. №№ D0370027A1, D0370021A1, D0370038A1, D0370023A1, D0370033A1, D0370035A1, D0370032A1, D0370034A1, D0370034AB, D0370035AB, D0370036AB, D0370037AB, D0370038AB, D0370039AB, D0370040AB, D0370030A1, D0370025A1, D0370026A1, D0370037A1, D0370028A1, D0370022A1, D0370031A1, изготовленные фирмой «Honeywell Analytics Ltd», Великобритания, и устанавливает методику их первичной поверки при вводе в эксплуатацию и после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Настоящая методика поверки должна обеспечивать 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 - непосредственное сличение поверяемого средства измерений с эталоном той же единицы величины.

Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава газоанализаторов или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

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	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик:	10		
- определение основной погрешности	10.1	да	да
- определение вариации выходного сигнала	10.2	да	нет

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 должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа $101,3 \pm 4$;
- мм рт.ст. 760 ± 30 ;
- механические воздействия, внешние электрические и магнитные поля (кроме поля Земли), влияющие на метрологические характеристики, должны быть исключены.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К работе с газоанализаторами и проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с ГОСТ 13320-80, 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 (далее – ЭД) и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4, ТУ 25-2021.003-88, ГОСТ 28498-90, диапазон измерений от 0 до 55 °С, цена деления 0,1 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С
	Секундомер механический СОПпр, ТУ 25-1894.003-90, класс точности 2
	Барометр-анероид контрольный М-67 ТУ 2504-1797-75, диапазон измерений давления от 610 до 790 мм рт.ст., пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,8$ 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
	Ротаметр РМ-А-0,063Г УЗ, ГОСТ 13045-81, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,063 м ³ /ч, класс точности 4*
	Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160), диапазон рабочего давления (0-150) кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм*
	Вольтметр универсальный В7-40М, диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 10 А
	Редуктор баллонный кислородный одноступенчатый БКО-50-4*
	Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87, диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм *
	Поверочный нулевой газ (ПНГ) – воздух марки А, в баллонах под давлением по ТУ 6-21-5-85
	Стандартные образцы газовых смесей в баллонах под давлением (характеристики приведены в Приложении А)
	Тройник стеклянный, диаметр условного прохода 5 мм*

5.2 Все средства измерений, кроме отмеченных знаком «*» в таблице 2, должны иметь действующие свидетельства о поверке, стандартные образцы состава в баллонах под давлением – действующие паспорта.

5.3 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

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

- 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.

5.5 Изготовители и поставщики ГС - предприятия-производители стандартных образцов состава газовых смесей, прослеживаемых к государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования безопасности:

- помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией;
- содержание вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88;

- должны выполняться требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I ГОСТ 12.2.007.0-75;
- 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;
- не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие газоанализатора следующим требованиям:

- соответствие комплектности (при первичной поверке) требованиям руководства по эксплуатации;
 - соответствие маркировки требованиям руководства по эксплуатации;
 - газоанализатор не должен иметь повреждений, влияющих на работоспособность.
- 6.2 Газоанализатор считают выдержавшим внешний осмотр, если он соответствует указанным выше требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки следует:

- 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 поверяемые газоанализаторы и средства поверки при температуре поверки в течение не менее 2 ч.
- подготовить поверяемый газоанализатор и эталонные средства измерений к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют общее функционирование газоанализатора, для чего включают газоанализатор, после чего на дисплее появляется таймер обратного отсчета и запускается режим тестирования.

По окончании времени прогрева, при условии отсутствия ошибок на лицевой панели газоанализатора светодиодный индикатор «STATUS» светится зеленым светом и газоанализатор переходит в режим измерений.

8.2.2 Результат опробования считают положительным, если:

- органы управления газоанализатора функционируют;
- во время тестирования отсутствуют сообщения об отказах;
- после окончания времени прогрева газоанализатор переходит в режим измерений (на дисплее отображается измерительная информация).

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверка ПО газоанализаторов проводится путем проверки соответствия ПО газоанализаторов тому ПО, которое было зафиксировано (внесено в банк данных) при испытаниях для целей утверждения типа.

9.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО газоанализатора (номер версии встроенного ПО отображается при включении газоанализатора);
- сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний для целей утверждения типа и указанными в Описании типа газоанализаторов.

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

10 Определение метрологических характеристик

10.1 Определение основной погрешности

10.1.1 Определение основной погрешности газоанализатора проводят по схеме Рисунка Б.1 Приложения Б в следующем порядке:

- 1) Переводят насос газоанализатора в непрерывный режим работы;
- 2) Подают на вход газоанализатора ГС, содержащие поверочный компонент (таблица А.1 Приложения А, соответственно определяемому компоненту), в последовательности:

- №№ 1 – 2 – 3 – 2 – 1 – 3 (при первичной поверке);
- №№ 1 – 2 – 3 (при периодической поверке).

Время подачи каждой ГС не менее утроенного времени установления показаний. Время подачи контролируют с помощью секундомера.

Расход ГС устанавливают вентилем точной регулировки так, чтобы расход газа через ротаметр 5 был на уровне (0,1 – 0,3) дм³/мин (для исключения возможности разбавления ГС атмосферным воздухом через линию сброса).

Примечание – допускается проводить поверку газоанализаторов по ГС, содержащим определяемый компонент (таблица А.2 Приложения А).

3) Фиксируют установившиеся показания газоанализатора при подаче каждой ГС по показаниям жидкокристаллического дисплея и показаниям вольтметра универсального, подключенного к аналоговому выходу газоанализатора;

4) Рассчитывают значение содержания определяемого компонента в i -ой ГС по значению выходного токового сигнала по формуле

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

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

C_B – верхний предел диапазона показаний (от 0 до 100 млн⁻¹) определяемого компонента, млн⁻¹.

4) Значение основной приведенной погрешности газоанализатора γ_i , %, для диапазонов измерений, в которых нормированы пределы допускаемой основной приведенной погрешности, рассчитывают по формуле

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

где C_i – установившиеся показания газоанализатора при подаче i -й ГС, объемная доля определяемого компонента, млн⁻¹;

C_i^A – действительное значение содержания определяемого компонента в i -ой ГС, объемная доля определяемого компонента, млн⁻¹;

C_B, C_H – значения объемной доли определяемого компонента, соответствующие верхнему и нижнему пределам диапазона измерений, в котором нормированы пределы допускаемой основной приведенной погрешности, млн⁻¹.

Расчет действительного значения определяемого компонента C_i^A , по содержанию поверочного компонента, следует проводить по формуле

$$C_i^A = k_i \cdot C_i^{di-C4H8}, \quad (3)$$

где k_i – коэффициент пересчета на поверочный компонент для i -ой ГС ($i = 2, 3$), указанный в таблице А.3 Приложения А для соответствующего определяемого компонента;

$C_i^{di-C4H8}$ – действительное значение объемной доли поверочного компонента (изобутилена) в подаваемой ГС, млн⁻¹;

Примечание – значения коэффициентов пересчета определено для газоанализаторов стационарных фотоионизационных RAEGuard 2 PID FGM-2001, зав. №№ D0370027A1, D0370021A1, D0370038A1, D0370023A1, D0370033A1, D0370035A1, D0370032A1, D0370034A1, D0370034AB, D0370035AB, D0370036AB, D0370037AB, D0370038AB, D0370039AB, D0370040AB, D0370030A1, D0370025A1, D0370026A1, D0370037A1, D0370028A1, D0370022A1, D0370031A1 при проведении испытаний для целей утверждения типа и подлежит повторному определению один раз в три года или после замены чувствительного элемента.

Значение основной относительной погрешности газоанализатора, δ_i , %, для диапазонов измерений, в которых нормированы пределы допускаемой основной относительной погрешности, рассчитывают по формуле

$$\delta_i = \frac{C_i - C_\partial}{C_\partial} \cdot 100, \quad (4)$$

10.1.2 Результат определения основной погрешности считают положительным, если основная погрешность газоанализатора в каждой точке поверки не превышает значений, указанных в Приложении В для соответствующего определяемого компонента.

10.2 Определение вариации выходного сигнала

Определение вариации выходного сигнала допускается проводить одновременно с определением основной погрешности по п. 10.1 при подаче ГС № 2.

Значение вариации показаний, V_γ , в долях от пределов допускаемой основной приведенной погрешности рассчитывают по формуле

$$V_\gamma = \frac{C_2^B - C_2^M}{(C_B - C_H) \cdot \gamma_0} \cdot 100, \quad (5)$$

где C_2^B, C_2^M – результат измерений объемной доли определяемого компонента при подходе к точке поверки 2 со стороны больших и меньших значений, млн⁻¹;

γ_0 – пределы допускаемой основной приведенной погрешности поверяемого газоанализатора, %.

Значение вариации показаний V_δ в долях от пределов допускаемой основной относительной погрешности рассчитывают по формуле

$$V_\delta = \frac{C_2^B - C_2^M}{C_i^\partial \cdot \delta_0} \cdot 100, \quad (6)$$

где δ_0 – пределы допускаемой основной относительной погрешности газоанализатора, %.

Результат считают положительным, если вариация выходного сигнала газоанализатора не превышает 0,5.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Газоанализаторы 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 газоанализаторов.

12 Оформление результатов поверки

12.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки.

12.2 Газоанализаторы, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. При отрицательных результатах газоанализаторы не допускают к применению.

12.3 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Приложение А
(обязательное)

Характеристики ГС, используемых при поверке газоанализаторов

Таблица А.1 – Характеристики газовых смесей, содержащих поверочный компонент (изобутилен), используемых при проведении поверки

Определяемый компонент	Диапазон измерений содержания определяемого компонента, млн ⁻¹	Номинальное значение объёмной доли определяемого компонента, пределы допускаемого отклонения от номинального значения			Погрешность аттестации	№ по реестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3		
1,3-гексафторбутадиен (C ₄ F ₆)	от 0 до 10	ПНГ -воздух			-	Марка А по ТУ 6-21-5-85
			1,0 млн ⁻¹ ± 50 % отн.	1,6 млн ⁻¹ ± 50 % отн.	± 10 % отн.	ГСО 10539-2014 (i-C ₄ H ₈ – воздух)
Трифторхлорэтилен (C ₂ F ₃ Cl)	от 0 до 10	ПНГ -воздух			-	Марка А по ТУ 6-21-5-85
			1,0 млн ⁻¹ ± 50 % отн.	1,6 млн ⁻¹ ± 50 % отн.	± 10 % отн.	ГСО 10539-2014 (i-C ₄ H ₈ – воздух)

Примечания:

1) Поверочный нулевой газ (ПНГ) – воздух марки А по ТУ 6-21-5-82 в баллонах под давлением.

2) Допускается для получения ГС использовать ГС с высоким содержанием поверочного компонента и динамический генератор-разбавитель газовых смесей, например, рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2315 от 31.12.2020 г., генератор газовых смесей ГГС, модификаций ГГС-К или ГГС-Р (рег. № 62151-15) при выполнении следующего требования - отношение погрешности, с которой устанавливается содержание определяемого компонента в ГС на выходе из генератора к пределу допускаемой погрешности поверяемого газоанализатора, должно быть не более 1/3.

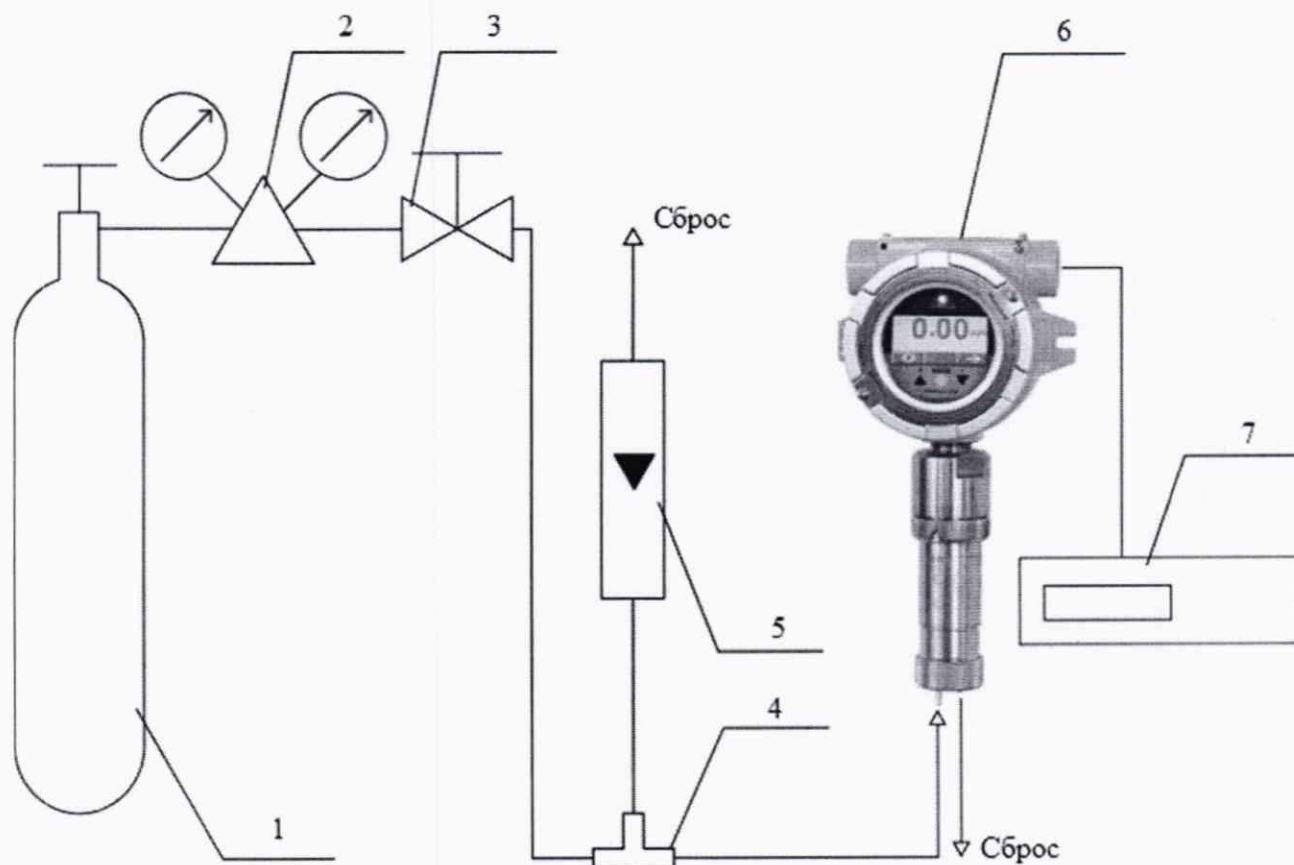
Таблица А.2 - Характеристики газовых смесей, содержащих определяемый компонент, используемых при проведении поверки

Определяемый компонент	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента, млн ⁻¹	Номинальное значение объёмной доли определяемого компонента, пределы допускаемого отклонения от номинального значения			Погрешность аттестации	№ по реестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3		
1,3-гексафторбутадиен (C ₄ F ₆)	от 0 до 10	ПНГ -воздух				Марка А по ТУ 6-21-5-85
			5,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.	8,3 млн ⁻¹ ± 20 % отн.	± 8 % отн.	ГСО 10550-2014 (C ₄ F ₆ – N ₂)
Трифторхлорэтилен (C ₂ F ₃ Cl)	от 0 до 10	ПНГ -воздух				Марка А по ТУ 6-21-5-85
			4,0 млн ⁻¹ ± 50 % отн.	6,6 млн ⁻¹ ± 50 % отн.	± 7 % отн.	ГСО 11257-2018 (C ₂ F ₃ Cl – N ₂)
Примечания: 1) Поверочный нулевой газ (ПНГ) – воздух марки А по ТУ 6-21-5-82 в баллонах под давлением. 2) Допускается для получения ГС использовать ГС с высоким содержанием определяемого компонента и динамический генератор-разбавитель газовых смесей, например, рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2315 от 31.12.2020 г., генератор газовых смесей ГГС, модификаций ГГС-К или ГГС-Р (рег. № 62151-15) при выполнении следующего требования - отношение погрешности, с которой устанавливается содержание определяемого компонента в ГС на выходе из генератора к пределу допускаемой погрешности поверяемого газоанализатора, должно быть не более 1/3. 3) При использовании динамического генератор-разбавителя в качестве газа-разбавителя для ГС, содержащих 1,3-гексафторбутадиен и трифторхлорэтилен допускается использовать как азот особой чистоты сорт 1 по ГОСТ 9293-74, так и ПНГ – воздух марки А по ТУ 6-21-5-82.						

Таблица А.3 – Значения коэффициентов пересчета на поверочный компонент (изобутилен) для газоанализаторов стационарных фотоионизационных RAEGuard 2 PID FGM-2001

Определяемый компонент	зав. № газоанализатора	Значения коэффициентов пересчета на поверочный компонент	
		K2	K3
трифторхлорэтилен (C ₂ F ₃ Cl)	D0370036AB	5,4	4,4
	D0370037AB	5,7	5,1
	D0370039AB	5,7	5,0
	D0370034AB	6,0	4,9
	D0370040AB	4,5	4,5
	D0370038AB	4,5	4,5
	D0370035AB	4,4	4,5
	D0370032A1	4,7	4,4
	D0370038A1	4,6	4,5
	D0370021A1	4,5	5,0
	D0370033A1	4,8	4,4
	D0370034A1	4,4	3,9
	D0370023A1	4,8	4,4
	D0370035A1	4,3	4,7
	D0370027A1	4,1	4,3
1,3-гексафторбутадиен (C ₄ F ₆)	D0370026A1	3,3	4,5
	D0370028A1	4,5	5,2
	D0370037A1	4,5	5,3
	D0370030A1	4,2	4,1
	D0370022A1	4,2	4,0
	D0370025A1	4,1	4,1
	D0370031A1	3,3	3,9

Приложение Б
(рекомендуемое)
Схемы подачи ГС при проведении испытаний



1 – баллон с ГС; 2 – редуктор баллонный; 3 – вентиль точной регулировки трассовый; 4 – тройник;
5 – ротаметр (индикатор расхода); 6 – газоанализатор; 7 – вольтметр универсальный.

Примечания:

- 1) Источник питания постоянного тока на схеме не показан.
- 2) Подача ГС от генератора газовых смесей ГГС-03-03 осуществляется аналогично, при этом поз. 1 – 3 не используются, выход генератора подключается непосредственно на вход тройника 4.

Рисунок Б.1 – Схема подачи ГС на газоанализаторы при проведении испытаний

Приложение В
(обязательное)

Метрологические характеристики газоанализаторов

Таблица В.1 - Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности газоанализаторов, зав. №№ D0370027A1, D0370021A1, D0370038A1, D0370023A1, D0370033A1, D0370035A1, D0370032A1, D0370034A1, D0370034AB, D0370035AB, D0370036AB, D0370037AB, D0370038AB, D0370039AB, D0370040AB

Определяемый компонент	Диапазон показаний объемной доли определяемого компонента, млн ⁻¹	Диапазоны измерений объемной доли определяемого компонента, млн ⁻¹	Пределы допускаемой основной погрешности	
			приведенной, %	относительной, %
Трифторхлорэтилен (C ₂ F ₃ Cl)	от 0 до 100	от 0 до 5 включ.	±25	-
		св. 5 до 10	-	±25

Примечания:

- 1) Пределы допускаемой основной погрешности нормированы для нормальных условиях эксплуатации и только для сред, содержащих один определяемый компонент. При наличии в анализируемой среде нескольких компонентов, к которым имеется чувствительность фотоионизационного детектора, газоанализаторы могут быть использованы только для оценки общей загазованности и контроля аварийных ситуаций;
- 2) Нормирующее значение приведенной погрешности – разность между верхним и нижним пределами диапазона измерений в котором нормирована приведенная погрешность.

Таблица В.2 - Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности газоанализаторов, зав. №№ D0370030A1, D0370025A1, D0370026A1, D0370037A1, D0370028A1, D0370022A1, D0370031A1

Определяемый компонент	Диапазон показаний объемной доли определяемого компонента, млн ⁻¹	Диапазоны измерений объемной доли определяемого компонента, млн ⁻¹	Пределы допускаемой основной погрешности	
			приведенной, %	относительной, %
1,3-гексафторбутадиен (C ₄ F ₆)	от 0 до 100	от 0 до 5 включ.	±25	-
		св. 5 до 10	-	±25

Примечания:

- 1) Пределы допускаемой основной погрешности нормированы для нормальных условиях эксплуатации и только для сред, содержащих один определяемый компонент. При наличии в анализируемой среде нескольких компонентов, к которым имеется чувствительность фотоионизационного детектора, газоанализаторы могут быть использованы только для оценки общей загазованности и контроля аварийных ситуаций;
- 2) Нормирующее значение приведенной погрешности – разность между верхним и нижним пределами диапазона измерений в котором нормирована приведенная погрешность.