

СОГЛАСОВАНО:
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Лапшинов В.А.

«24» августа 2022 г.

«ГСИ. Датчики стационарные СД-2. Методика поверки»

МП-027-2022

г. Ставрополь,
2022 г.

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на датчики стационарные СД-2 (далее – датчики), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице В.1 Приложения В настоящей МПИ-027-2022.

1.3 Прослеживаемость при поверке датчика обеспечивается в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 декабря 2020 г. № 2315, к государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019.

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

2. Перечень операции поверки

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

1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
1. Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
2. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1, 8.2
3. Опробование средства измерений	да	да	8.3
4. Проверка программного обеспечения	да	да	9
5. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
5.1 Определение основной погрешности датчика	да	да	10.1
5.2 Определение времени установления показаний датчика	да	да	10.2
6. Оформление результатов поверки	да	да	11

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

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие нормальные условия:

температура окружающей среды, °C	от +15 до +25
относительной влажности окружающей среды, %	от 30 до 80
атмосферное давление, кПа	от 98,0 до 104,6
мм рт. ст.	от 735,06 до 784,6

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускается персонал, изучивший настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на поверяемый датчик, имеющих квалификацию поверителя и прошедших инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

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 измерений от -45 до +60 °С, ПГ: $\pm 0,5$ °С от -45 до -20 °С включ.; $\pm 0,2$ °С св. -20 до +60 °С включ.; средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений: от 840 до 1060 гПа, ПГ: ± 3 гПа; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений: от 0 до 99 %, ПГ: ± 2 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
п. 8.3 Опробование средства измерений п. 9 Проверка программного обеспечения	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -45 до +60 °С, ПГ: $\pm 0,5$ °С от -45 до -20 °С включ.; $\pm 0,2$ °С св. -20 до +60 °С включ.; средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений: от 840 до 1060 гПа, ПГ: ± 3 гПа; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений: от 0 до 99 %, ПГ: ± 2 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
	Средства для воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне: от 0 до 30 В; средства для воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне: от 0 до 3 А	Источник питания постоянного тока GPS-73030D, рег. № 55898-13
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -45 до +60 °С, ПГ: $\pm 0,5$ °С от -45 до -20 °С включ.; $\pm 0,2$ °С св. -20 до +60 °С включ.; средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений: от 840 до 1060 гПа, ПГ: ± 3 гПа; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений: от 0 до 99 %, ПГ: ± 2 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
	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

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	Рабочий эталон 1-го разряда по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «31» декабря 2020 г. № 2315	Стандартные образцы состава - газовые смеси: CH ₄ /воздух (ГСО 10540-2014), H ₂ /воздух (ГСО 10540-2014), CO ₂ /азот (ГСО 10546-2014), H ₂ S/азот (ГСО 10546-2014), NO ₂ /азот (ГСО 10546-2014), NO/азот (ГСО 10546-2014), SO ₂ /азот (ГСО 10546-2014), в баллонах под давлением
	Поверочный нулевой газ (ПНГ) марка «А»	Воздух синтетический сжатый (ТУ20.11.13-020-20810646-2021)
	Поверочный нулевой газ (ПНГ) 1 сорт	Азот газообразный особой чистоты (ГОСТ 9293-74 с изм. 1, 2, 3.)
	Средства измерений расхода газа в диапазоне измерений от 200 до 300 см ³ /мин, приведенной погрешностью не более $\pm 4\%$	Ротаметр с местными показаниями стеклянный РМС, РМС-А-0,063 ГУЗ-2, рег. № 67050-17
	Средство для измерений времени в диапазоне измерений от 0 до 59,99 с; от 0 до 9 ч. 59 мин. 59,99 с, с абсолютной погрешностью $\pm (9,6 \times 10^{-6} \times T_x + 0,01)$ с, T _x -значение измеренного интервала времени	Секундомер электронный Интеграл С-01, рег. № 44154-16
	Средства для воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне: от 0 до 30 В; средства для воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне: от 0 до 3 А	Источник питания постоянного тока GPS-73030D, рег. № 55898-13
	Диаметр условного прохода 3 мм	Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ)* (ТУ 6-01-2-120-73)
	Диапазон рабочего давления (0-150) кгс/см ²	Вентиль точной регулировки ВТР-1, АПИ4.463.008 или натекатель Н-12*
	-	Калибровочная насадка *

Окончание таблицы 2

- 1) 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 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 датчика, должно быть не более 1/2.
- 2) все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 знаком «*», должны иметь действующие свидетельства о поверке, поверочные газовые смеси в баллонах под давлением – действующие паспорта;
- 3) допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

6.2 Должны выполняться требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I ГОСТ 12.2.007.0-75.

6.3 Требования техники безопасности при эксплуатации ГС в баллонах под давлением должны соответствовать «Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением"», утвержденным Госгортехнадзором России от 15.12.2020 №536;

6.4 Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие датчика следующим требованиям:

- соответствие комплектности перечню, указанному в эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- датчик не должен иметь видимых механических повреждений, влияющих на работоспособность.

7.2 Датчик считают выдержавшим внешний осмотр, если он соответствует указанным требованиям выше требованиям.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**8.1 Контроль условий поверки**

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделом 3 настоящей МП-027-2022.

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 датчик и средства поверки при температуре поверки в течение не менее 2 ч.

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

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 При опробовании проводят проверку общего функционирования датчика в следующем порядке:

- 1) включают электрическое питание датчика;
- 2) выдерживают датчик во включенном состоянии в течение времени прогрева;
- 3) фиксируют показания дисплея датчика.

8.3.2 Результат опробования считают положительным, если по окончании времени прогрева отсутствуют сигнализации об отказах на дисплее датчика.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения (ПО) датчика проводится путем проверки соответствия ПО датчика, представленного на поверку, тому ПО, которое было зафиксировано при испытаниях в целях утверждения типа.

9.2 Для проверки соответствия ПО необходимо считать на экране датчика идентификационное наименование и номер версии ПО, которые отображаются при включении датчика.

9.3 Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SD-2 firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0
Цифровой идентификатор ПО	-

10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной погрешности датчика

10.1.1 Определение основной погрешности датчика проводят в следующем порядке:

1) Собирают схему проведения поверки, приведенную на рисунке Б.1 Приложения Б настоящей МП-027-2022;

2) Подают на вход датчика через калибровочную насадку ГС (таблица А.1, Приложения А, соответственно определяемому компоненту) с расходом 250 ± 50 см³/мин в последовательности: - №№ 1 – 2 – 3, в течение не менее утроенного $T_{0,9ном}$;

3) При подаче каждого ГС следует фиксировать установившиеся показания датчика по показаниям дисплея;

10.1.2 Значение основной абсолютной погрешности (Δ_i) датчика рассчитывают по формуле (1):

$$\Delta_i = C_i - C_i^{\partial} \quad (1)$$

где C_i – установившиеся показания на дисплее датчика в i -ой точке поверки, объемная доля определяемого компонента, % (млн⁻¹) или дозврывоопасная концентрация, % НКПР;

C_i^{∂} – действительное значение содержания определяемого компонента в i -й ГС, объемная доля определяемого компонента, % (млн⁻¹) или дозврывоопасная концентрация, % НКПР.

Примечание:

Пересчитать значение объемной доли определяемого компонента, указанного в паспорте ГС, в единицы измерения дозврывоопасной концентрации определяемого компонента (% НКПР) по формуле (2):

$$C_{\% \text{ НКПР}}^{\partial} = \frac{C_{\% (\text{об.д.})}^{\partial} \cdot 100}{\text{НКПР}}, \quad (2)$$

где $C_{\% (\text{об.д.})}^{\partial}$ – действительное значение объемной доли определяемого компонента, указанное в паспорте ГС, %;

НКПР – объемная доля определяемого компонента, соответствующая нижнему концентрационному пределу распространения пламени по ГОСТ Р МЭК 31610.20-1-2020, %.

10.1.3 Результат поверки датчика считают положительным, если полученные значения погрешности во всех точках поверки не превышают пределов, указанным в таблице В.1 Приложения В настоящей МП-027-2022.

10.2 Определение времени установления показаний датчика

10.2.1 Допускается проводить определение времени установления показаний одновременно с определением основной погрешности по п. п. 10.1.

Определение времени установления показаний проводить в следующем порядке:

1) Снять трубку от источника ГС с входа калибровочной насадки;
2) Открыть вентиль на баллоне с ГС № 3 и пропускать через соединительные линии и насадку в течение не менее 180 с. (при длине соединительных линий не более 2 м.), расход ГС устанавливают в равным $250 \pm 50 \text{ см}^3/\text{мин}$.

3) Надеть трубку на вход калибровочной насадки, включить секундомер, зафиксировать показания через t_1 , равное $T_{0,9д}$ и t_2 , равное $3 T_{0,9д}$ (значение $T_{0,9д}$ приведено в таблице В.1 Приложения В настоящей МП-027-2022)

10.2.2 Результат определения времени установления показаний считают положительным, если выполняется условие (3):

$$C_{t1} \geq 0,9 \cdot C_{t2}, \quad (3)$$

где C_{t1} , C_{t2} – значение показаний датчика через t_1 и t_2 после подачи ГС, объемная доля определяемого компонента, % (млн^{-1}) или дозврывоопасная концентрация, % НКПР.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки датчиков 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, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 Результаты поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

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

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Приложение А (обязательное)

Технические характеристики газовых смесей, используемых при поверке датчика

Таблица А.1 – Технические характеристики ГС, используемых при поверке датчика

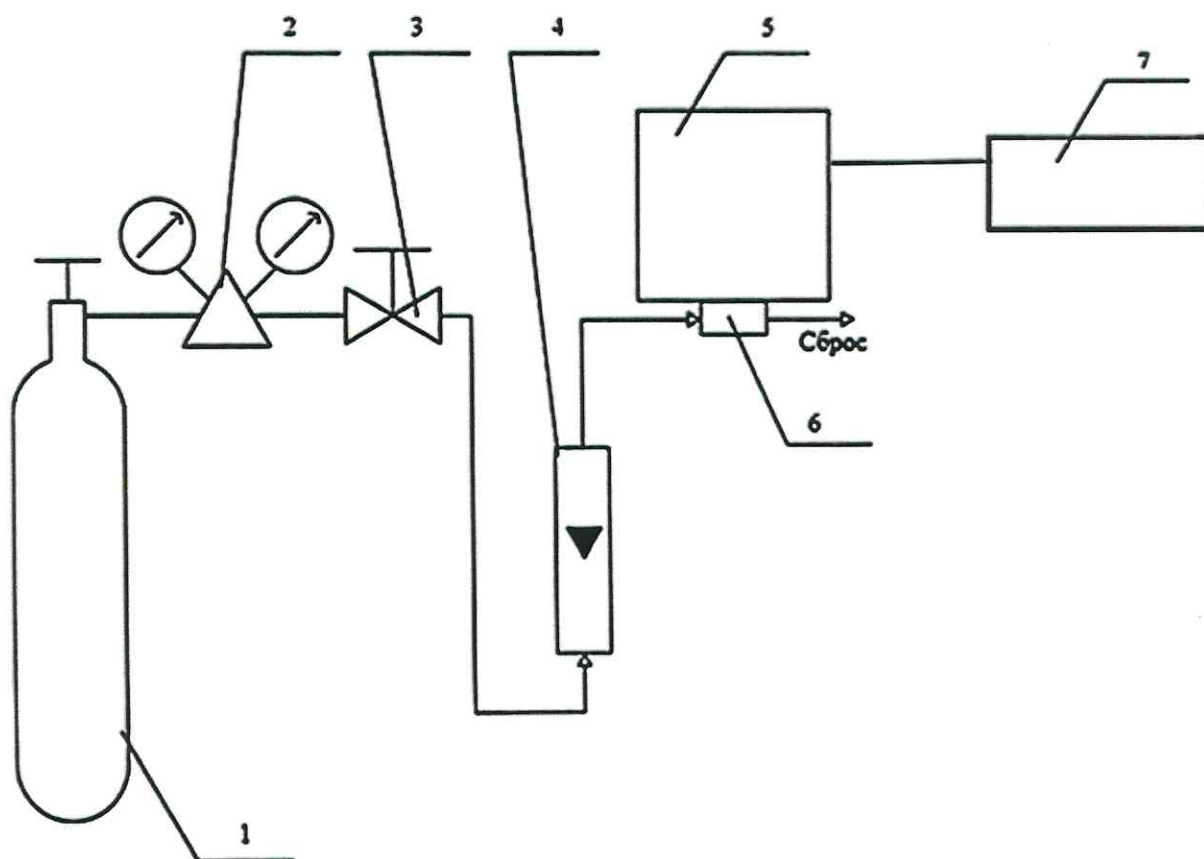
Определяемый компонент	Диапазон измерений определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ПГС и пределы допускаемого отклонения, %			Погрешность аттестации	Номер ГС по реестру ГСО или источник ГС
		ГС № 1	ГС № 2	ГС № 3		
Метан (CH ₄)	от 0 до 50 % НКПР (от 0 до 2,20 %)	ПНГ-воздух	-	-	-	воздух марки А по ТУ20.11.13-020-20810646-2021.
		-	1,1 % ±10 % отн.	1,98 % ±10 % отн.	±1,5 % отн.	ГСО 10540-2014
Водород (H ₂)	от 0 до 57 % НКПР (от 0 до 2,35 %)	ПНГ-воздух	-	-	-	воздух марки А по ТУ20.11.13-020-20810646-2021.
		-	1,17 % ±10 % отн.	2,1 % ±5 % отн.	±2 % отн.	ГСО 10540-2014
Сумма горючих газов (калибровка по метану)	от 0 до 50 % НКПР (от 0 до 2,20 %)	ПНГ-воздух	-	-	-	воздух марки А по ТУ20.11.13-020-20810646-2021.
		-	1,1 % ±10 % отн.	1,98 % ±10 % отн.	±1,5 % отн.	ГСО 10540-2014
Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 2,00 %	Азот	-	-	-	О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74 с изм. 1, 2, 3.
		-	1,00 % ±10 % отн.	-	±1,5 % отн.	ГСО 10546-2014
		-	-	1,80 % ±10 % отн.	±1 % отн.	
Сероводород (H ₂ S)	от 0 до 100 млн ⁻¹	Азот	-	-	-	О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74 с изм. 1, 2, 3.
		-	50 млн ⁻¹ ±10 % отн.	90 млн ⁻¹ ±10 % отн.	±2,5 % отн.	ГСО 10546-2014
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 20 млн ⁻¹	Азот	-	-	-	О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74 с изм. 1, 2, 3.
		-	10 млн ⁻¹ ±10 % отн.	18 млн ⁻¹ ±10 % отн.	±2,5 % отн.	ГСО 10546-2014

Продолжение таблицы А.1

Определяемый компонент	Диапазон измерений определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ПГС и пределы допускаемого отклонения, %			Погрешность аттестации	Номер ГС по реестру ГСО или источник ГС
		ГС № 1	ГС №2	ГС № 3		
Оксид азота (NO)	от 0 до 20 млн ⁻¹	Азот	-	-	-	О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74 с изм. 1, 2, 3.
		-	10 млн ⁻¹ ±10 % отн.	18 млн ⁻¹ ±10 % отн.	±2,5 % отн.	ГСО 10546-2014
Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 20 млн ⁻¹	Азот	-	-	-	О.ч., сорт 2 по ГОСТ 9293-74 с изм. 1, 2, 3.
		-	10 млн ⁻¹ ±10 % отн.	18 млн ⁻¹ ±10 % отн.	±2,5 % отн.	ГСО 10546-2014

Приложение Б (обязательное)

Схема подачи газовых смесей при поверке датчиков



- 1 – баллон с ГС;
- 2 – редуктор баллонный;
- 3 – вентиль тонкой регулировки;
- 4 – ротаметр (индикатор расхода);
- 5 – датчик;
- 6 – калибровочная насадка;
- 7 – источник питания.

Рисунок Б.1 – Рекомендуемая схема подачи ГС на датчик при поверке

Приложение В (обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица В.1 – Основные метрологические характеристики

Наименование модификации	Определяемый компонент	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности	Назначение
СД-2.М1	Метан (CH ₄)	от 0 до 50 % НКПР	±5 % НКПР	В
		от 0 до 2,20 %	±0,1 %	
СД-2.Н2	Водород (H ₂)	от 0 до 57 % НКПР	±5 % НКПР	В
		от 0 до 2,35 %	±0,1 %	
СД-2.СН	Сумма горючих газов (калибровка по метану)	от 0 до 50 % НКПР	±5 % НКПР	В
		от 0 до 2,20 %	±0,1 %	
СД-2.Д1	Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 2,00 %	±0,1 %	А
СД-2.НС	Сероводород (H ₂ S)	от 0 до 100 млн ⁻¹	± (1+0,1·С) млн ⁻¹	К
СД-2.Н2	Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 20 млн ⁻¹	± (0,5+0,1·С) млн ⁻¹	А
СД-2.НО	Оксид азота (NO)	от 0 до 20 млн ⁻¹	± (0,5+0,1·С) млн ⁻¹	К
СД-2.СО	Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 20 млн ⁻¹	± (0,5+0,1·С) млн ⁻¹	К

Значения НКПР для горючих газов и паров в соответствии с ГОСТ Р МЭК 31610.20-1-2020;

С – значение объемной доли, измеряемого компонента;

Время установления показаний по уровню T_{0,9} не более:

- для компонентов: диоксид углерода (CO₂), сероводород (H₂S), диоксид азота (NO₂), оксид азота (NO) и диоксид серы (SO₂) – 60 секунд;

- для компонентов: метан (CH₄), водород (H₂) – 30 секунд.

Нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С: от +15 до +25

- относительная влажность, %: от 30 до 80

- атмосферное давление, кПа: от 98,0 до 104,6

В столбце «Назначение» приняты следующие обозначения:

В - определение компонента в воздухе (при отсутствии ПДК или в случае, если диапазон измерений значительно ниже значения ПДК);

К - контроль предельно допустимых концентраций (ПДК) в воздухе рабочей зоны;

А - контроль при аварийных ситуациях.