

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Н.И. Ханов

«16» октября 2013 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
Датчики газовые DWYER модели CDW, CDD, CDT, CDTR, GSTA, CMT200
Методика поверки
МП-242-1694-2013

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

Л.А. Конопелько

«16» октября 2013 г.

Разработал
Руководитель сектора
Т.Б. Соколов

Санкт-Петербург
2013 г.

Настоящая методика поверки распространяется на датчики газовые DWYER модели CDW, CDD, CDT, CDTR, GSTA, CMT200 (далее - датчики), выпускаемые фирмой «DWYER INSTRUMENTS Inc», США, и устанавливает методику их первичной поверки вводе в эксплуатацию и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками - один год.

1 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при поверке | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---------------|
| | | первичной | периодической |
| 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 | | |
| - определение основной абсолютной погрешности датчиков по измерительному каналу объемной доли определяемого компонента | 6.4.1 | Да | Да |
| - определение погрешности по измерительному каналу температуры окружающей среды (для датчиков исполнений CDW, CDT, CDTR) | 6.4.2 | Да | Да |
| - определение погрешности по измерительному каналу относительной влажности окружающей среды (для датчиков исполнений CDTR) | 6.4.3 | Да | Да |
| - определение вариации выходного сигнала датчиков по измерительному каналу объемной доли определяемого компонента | 6.4.4 | Да | Нет |
| - определение времени время установления показаний по измерительному каналу объемной доли определяемого компонента | 6.4.5 | Да | Да |

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

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют 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 | Барометр-анероид контрольный М-67, ТУ 2504-1797-75, диапазон измерения атмосферного давления от 610 до 790 мм рт. ст, погрешность $\pm 0,8$ мм рт. ст. |
| | Психрометр аспирационный М-34-М, ГРПИ 405132.001 -92 ТУ, диапазон измерения относительной влажности от 10 до 100 % |
| | Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ4, ГОСТ 28498-90, диапазон измерений от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С |
| | Секундомер механический СОПпр, ТУ 25-1894.003-90, класс точности 2 |
| | Трубка поливинилхлоридная (ПВХ) 6х1,5 мм по ТУ 64-2-286-79 |

| Номер пункта методики поверки | Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и технические характеристики |
|--|--|
| 6.4 | Вольтметр цифровой универсальный В7-65, ТУ РБ 14559587.038, диапазон измерения силы постоянного тока до 2 А; силы переменного тока до 2 А; сопротивления постоянному току 2 ГОм; постоянного напряжения до 1000 В; переменного напряжения до 700 В |
| | Эталонный термометр 3-го разряда по ГОСТ 8.558-93 с ценой деления 0,1 °С для диапазона температур от 0 до 100 °С; |
| | Генератор влажного газа ГВГ, модификаций ГВГ-01, ГВГ-02 по ШДЕК.418313.900ТУ, диапазон воспроизведения относительной влажности от 1 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1\%$. |
| | Камера климатическая «Фейтрон-3101», диапазон поддержания температуры от минус 25 до плюс 90 °С, точность поддержания температуры $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$; диапазон поддержания относительной влажности от 10 до 100 % |
| | Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160), диапазон рабочего давления (0-150) кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм |
| | Ротаметр РМ-А-0,063 Г УЗ, ГОСТ 13045-81, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,063 м ³ /ч, кл. точности 4 |
| | ПНГ воздух марки А в баллонах под давлением, выпускаемый по ТУ 6-21-5-82. |
| | Стандартные образцы газовых смесей в баллонах под давлением по ТУ 6-16-2956-92 (характеристики приведены в Приложении А) |
| | Насадка |
| Примечания: 1) все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке; 2) допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью. | |

3 Требования безопасности

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

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

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

3.4 Требования техники безопасности при эксплуатации ГС в баллонах под давлением должны соответствовать “Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением” (ПБ 03-576-03), утвержденным постановлением № 91 Госгортехнадзора России от 11.06.2003 г.

3.5 К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации датчиков и прошедшие необходимый инструктаж.

3.6 Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

4 Условия поверки

| | |
|--|-----------------|
| - температура окружающей среды, °С | 20 \pm 5 |
| - диапазон относительной влажности окружающей среды, % | от 30 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | 101,3 \pm 4,0 |
| мм рт.ст. | 760 \pm 30 |
| - диапазон расхода ГС (если не указано иное), дм ³ /мин | от 0,5 до 1,0 |

5 Подготовка к поверке

- 5.1 Выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности.
- 5.2 Проверить наличие паспортов и сроки годности ГС в баллонах под давлением.
- 5.3 Баллоны с ГС выдержать при температуре поверки не менее 24 ч.
- 5.4 Выдержать датчик при температуре поверки в течение не менее 2 ч.
- 5.5 Подготовить датчик к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие датчика следующим требованиям:

- соответствие комплектности (при первичной поверке) требованиям технической документации фирмы-изготовителя;

- соответствие маркировки требованиям технической документации фирмы-изготовителя;

- датчик не должен иметь повреждений, влияющих на работоспособность.

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

6.2 Опробование

6.2.1 При опробовании проверяют общее функционирование датчика, для чего подают питание на датчик.

По окончании времени прогрева датчик переходит в режим измерений.

6.2.2 Результат опробования считают положительным, если во по окончании времени прогрева датчик переходит в режим измерений:

- на дисплее (при его наличии) отображается измерительная информация;

- на аналоговом выходе датчика имеется электрический сигнал в диапазоне (в зависимости от исполнения датчика) (4 – 20) мА или (0 – 5) В или (1 – 5) В или (0 – 10) В или (2 – 10) В.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

6.3.1 Подтверждение соответствия ПО датчиков проводится путем проверки соответствия ПО датчиков тому ПО, которое было зафиксировано (внесено в банк данных) при испытаниях для целей утверждения типа.

6.3.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО (номер версии программного обеспечения выводится на дисплей при включении питания датчика (для исполнений, оснащенных дисплеем) либо указан на табличке, наклеенной на печатной плате датчика (для исполнений без дисплея);

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

6.3.3 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение основной абсолютной погрешности датчиков по измерительному каналу объемной доли определяемого компонента

Определение основной абсолютной погрешности датчиков по измерительному каналу объемной доли определяемого компонента проводят по схеме рисунка Б.1 Приложения Б в следующем порядке:

- 1) на вход датчика подают ГС (таблица А.1 приложения А) в последовательности №№ 1 – 2 – 3 – 2 – 1 – 3 (при первичной поверке) или №№ 1 – 2 – 3 (при периодической поверке);

- 2) фиксируют установившиеся показания дисплея датчика (при его наличии) и вторичного прибора, подключенного к аналоговому выходу датчика, при подаче каждой ГС;

По показаниям вторичного прибора, подключенного к аналоговому выходу датчика, рассчитывают объемную долю определяемого компонента на входе датчика по формулам

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (4 – 20) мА

$$C_i = \frac{C_6}{16} \times (I_i - 4), \quad (1)$$

где C_i - результат измерений объемной доли определяемого компонента в i -ой точке поверки, млн⁻¹,
 C_6 - значение объемной доли определяемого компонента, соответствующее верхней границе диапазона измерений, млн⁻¹;
 I_i - значение токового выходного сигнала при подаче i -ой ГС, мА.

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (0 – 5) В

$$C_i = \frac{C_6}{5} \times U_i, \quad (2)$$

где U_i - значение выходного сигнала при подаче i -ой ГС, В.

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (0 – 10) В

$$C_i = \frac{C_6}{10} \times U_i, \quad (3)$$

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (1 – 5) В

$$C_i = \frac{C_6}{4} \times (U_i - 1), \quad (4)$$

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (2 – 10) В

$$C_i = \frac{C_6}{8} \times (U_i - 2), \quad (5)$$

3) значение основной абсолютной погрешности датчика в i -ой точке поверки D_i , млн⁻¹, рассчитывают по формуле

$$D = C_i - C_0, \quad (6)$$

где C_i - измеренное значение объемной доли определяемого компонента на входе датчика, рассчитанное по выходному аналоговому сигналу (для датчиков, оснащенных дисплеем - показания дисплея), млн⁻¹;
 C_0 - действительное значение объемной доли определяемого компонента в i -ой ГС, млн⁻¹.

4) Результат определения основной абсолютной погрешности датчика считают положительным, если:

- основная абсолютная погрешность датчика во всех точках поверки не превышает значений, указанных в таблице В.1 Приложения В;
- разность между показанием дисплея датчика (при его наличии) и значением, рассчитанным по аналоговому токовому сигналу, при подаче каждой ГС, не превышает 0,2 в долях от пределов допускаемой основной абсолютной погрешности.

6.4.2 Определение погрешности по измерительному каналу температуры окружающей среды (для датчиков исполнений CDW, CDT, CDTR)

Определение погрешности датчика по измерительному каналу температуры проводится в соответствии с ГОСТ Р 8.624-2006 Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки.

Результат считают положительным, если значение абсолютной погрешности датчика в каждой точке поверки не превышает 1°C.

6.4.3 Определение погрешности по измерительному каналу относительной влажности окружающей среды (для датчиков исполнений CDTR)

Определение погрешности по измерительному каналу относительной влажности окружающей среды проводят по схеме рисунка Б.1 Приложения Б в следующем порядке:

1) при помощи генератора ГВГ на датчик последовательно подать 5 значений относительной влажности в диапазоне от 1 до 98 % (устанавливать значения относительной влажности следует равномерно по всему диапазону, допускается отступать от крайних значений диапазона на 5 %);

2) после выхода генератора влажности на заданный режим и установки постоянных значений показаний датчика (по показаниям вторичного прибора, подключенного к аналоговому выходу датчика, и дисплея датчика (при его наличии)) записать установившееся значение относительной влажности и показания генератора ГВГ для каждой точки поверки;

По показаниям вторичного прибора, подключенного к аналоговому выходу датчика, рассчитывают относительную влажность на входе датчика по формулам

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (4 – 20) мА

$$A_i = \frac{A_6}{16} \times (I_i - 4), \quad (7)$$

где A_i - результат измерений относительной влажности в i -ой точке поверки, %;

A_6 - значение относительной влажности, соответствующее верхней границе диапазона измерений, %;

I_i - значение токового выходного сигнала при подаче i -ой ГС, мА.

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (0 – 5) В

$$A_i = \frac{A_6}{5} \times U_i, \quad (8)$$

где U_i - значение выходного сигнала при подаче i -ой ГС, В.

- для датчиков с унифицированным выходным аналоговым сигналом (0 – 10) В

$$A_i = \frac{A_6}{10} \times U_i, \quad (9)$$

3) значение абсолютной погрешности датчика в i -ой точке поверки Π_i , %, рассчитывают по формуле

$$\Pi_i = A_i - A_0, \quad (10)$$

где A_i - измеренное значение относительной влажности в i -ой точке поверки, рассчитанное по выходному аналоговому сигналу (для датчиков, оснащенных дисплеем - показания дисплея), %;

A_0 - действительное значение относительной влажности, создаваемое при помощи генератора ГВГ, %..

4) Результат определения относительной влажности считают положительным, если абсолютная погрешность датчика во всех точках поверки не превышает 2,0 %.

6.4.4 Определение вариации выходного сигнала датчиков по измерительному каналу объемной доли определяемого компонента

Определение вариации выходного сигнала датчиков допускается проводить одновременно с определением основной погрешности по п. 6.4.1 при подаче ГС №2 (таблица А.1 приложения А).

Значение вариации выходного сигнала датчиков n_D , в долях от пределов допускаемой основной абсолютной погрешности, находят по формуле

$$n_{D2} = \frac{C_2^B - C_2^M}{D_0}, \quad (11)$$

где C_2^B, C_2^M - результаты измерений объемной доли определяемого компонента при подаче ГС №2, при подходе к точке поверки со стороны больших и меньших значений, млн⁻¹;

D_0 - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности датчика, млн⁻¹.

Результат считают положительным, если вариация выходного сигнала датчика не превышает 0,5 в долях от пределов допускаемой основной погрешности.

6.4.5 Определение времени установления показаний по измерительному каналу объемной доли определяемого компонента

Определение времени установления показаний допускается проводить одновременно с определением основной погрешности по п.6.4.1 при подаче:

- ГС № 1 и ГС № 3 в следующем порядке:

1) подать на датчик ГС №3, по аналоговому выходному сигналу или по дисплею датчика (при наличии) зафиксировать установившееся значение показаний датчика;

2) рассчитать значение, равное 0,9 от показаний датчика, полученных в п. 1);

3) подать на датчик ГС №1; дождаться установления показаний датчика; не подавая ГС на датчик продуть газовую линию ГС №3 в течение не менее 3 мин; подать ГС на датчик и включить секундомер. Зафиксировать время достижения показаниями датчика значений, рассчитанных на предыдущем шаге.

Результат считают положительным, если время установления показаний не превышает значений, указанных в таблице В.1 Приложения В.

7 Оформление результатов поверки

7.1 При проведении поверки оформляют протокол в произвольной форме.

7.2 Датчики, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению, делают соответствующую отметку в технической документации (при первичной поверке) и/или выдают свидетельство о поверке (при периодической поверке) согласно ПР 50.2.006-94. На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- перечень эталонов, с помощью которых произведена поверка датчика;
- перечень влияющих факторов с указанием их значений;
- метрологические характеристики датчика;
- указание на наличие Приложения — протокола поверки (при его наличии);
- дату поверки;
- наименование подразделения, выполнявшего поверку.

Свидетельство о поверке должно быть подписано:

На лицевой стороне:

- руководителем подразделения производшего поверку,
- поверителем, производшим поверку;

На оборотной стороне:

- руководителем подразделения, производшего поверку (не обязательно),
- поверителем, производшим поверку.

7.3 При отрицательных результатах датчики не допускают к применению и направляют в ремонт. В технической документации сигнализатора делают отметку о непригодности, выдают извещение установленной формы согласно ПР 50.2.006-94 и аннулируют свидетельство о поверке.

Приложение А
(обязательное)
Перечень газовых смесей, используемых при поверке

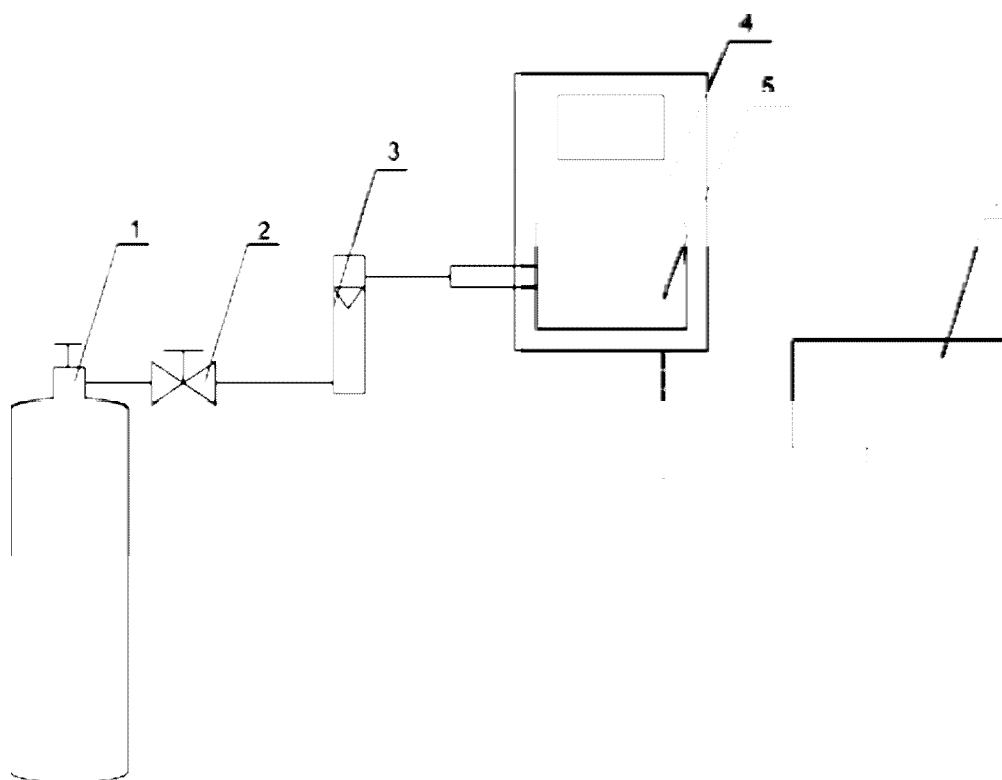
Таблица А.1 - Технические характеристики ГС для определения метрологических характеристик датчиков

| Определяемый компонент | Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента, млн ⁻¹ | Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения, % | | | Пределы допускаемой погрешности аттестации | Номер по реестру ГСО или источник получения ГС |
|-------------------------------------|--|---|----------------------------|-----------------------------|--|--|
| | | ГС № 1 | ГС № 2 | ГС № 3 | | |
| Диоксид углерода (CO ₂) | От 0 до 2000 | ПНГ - воздух | | | | Марка А по ТУ 6-21-5-82 |
| | | | 0,10 ± 0,01 | 0,19 ± 0,01 | ± (-11X+4) % отн. | ГСО 9786-2011 |
| | От 0 до 5000 | ПНГ - воздух | | | - | Марка А по ТУ 6-21-5-82 |
| | | | 0,25 ± 0,05 | 0,45 ± 0,05 | (-1,7X+2,4) % отн. | ГСО 3760-87 |
| Оксид углерода (CO) | От 0 до 50 | ПНГ - воздух | | | - | Марка А по ТУ 6-21-5-82 |
| | | | 19 ± 2 млн ⁻¹ | | ± (-0,1·X+5,3) % отн. | ГСО 3843-87 |
| | | | | 45 ± 4 млн ⁻¹ | ± 2 % отн. | ГСО 3844-87 |
| | От 0 до 100 | ПНГ - воздух | | | - | Марка А по ТУ 6-21-5-82 |
| | | | | 50 ± 4 млн ⁻¹ | ± 2 % отн. | ГСО 3844-87 |
| | | | | 93 ± 7 млн ⁻¹ | ± 2 % отн. | ГСО 3847-87 |
| | От 0 до 200 | ПНГ - воздух | | | - | Марка А по ТУ 6-21-5-82 |
| | | | 100 ± 7 млн ⁻¹ | | ± 2 % отн. | ГСО 3847-87 |
| | | | | 190 ± 10 млн ⁻¹ | ± 2 % отн. | ГСО 9792-2011 |
| | От 0 до 600 | ПНГ - воздух | | | - | Марка А по ТУ 6-21-5-82 |
| | | | 300 ± 30 млн ⁻¹ | | ± 2 % отн. | ГСО 3850-87 |
| | | | | 500 ± 100 млн ⁻¹ | ± 2 % отн. | ГСО 3854-87 |

| Определяемый компонент | Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента, млн ⁻¹ | Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения, % | | | Пределы допускаемой погрешности аттестации | Номер по реестру ГСО или источник получения ГС |
|--|--|---|--------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| | | ГС № 1 | ГС № 2 | ГС № 3 | | |
| Диоксид азота (NO ₂) | От 0 до 10 | ПНГ - воздух | | | - | Марка А по ТУ 6-21-5-82 |
| | | | 5,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн. | 9 млн ⁻¹ ± 20 % отн. | ± 10 % отн. | ГСО 8370-2003 |
| Примечания: 1) Изготовители и поставщики ГС - предприятия-производители ГС, прослеживаемых к государственному первичному эталону единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах ГЭТ 154-01; 2) Поверочный нулевой газ (ПНГ) – воздух марки А в баллонах под давлением, выпускаемый по ТУ 6-21-5-82. | | | | | | |

Приложение Б
(обязательное)

Схема подачи ГС из баллонов под давлением на датчики при проведении поверки



1 – баллон с ГС или ГВГ (при определении погрешности по измерительному каналу относительной влажности);
2 – вентиль точной регулировки;

3 – индикатор расхода (ротаметр РМ-А-0,063 Г УЗ);
4 – датчик;
5 – насадка;
6 – вольтметр.

Рисунок Б.1 – Схема подачи ГС из баллонов под давлением при поверке датчиков

Приложение В
(обязательное)
Метрологические характеристики датчиков

Таблица В.1 Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности и пределы допускаемого времени установления показаний датчиков по измерительным каналам объемной доли диоксида углерода, оксида углерода, диоксида азота

| Исполнение датчика | Определяемый компонент | Диапазон измерений объемной доли | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности | Предел допускаемого времени установления показаний $T_{0,9}$, с |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|---|--|
| CDW | Диоксид углерода | От 0 до 2000 млн^{-1} | $\pm 100 \text{ млн}^{-1}$ | 300 |
| CDD | Диоксид углерода | От 0 до 2000 млн^{-1} | $\pm (40 + 0,03 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 180 |
| CDT-2/CDTR-2 | Диоксид углерода | От 0 до 2000 млн^{-1} | $\pm (40 + 0,03 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 120 |
| CDT-5/CDTR-5 | Диоксид углерода | От 0 до 5000 млн^{-1} | $\pm (40 + 0,03 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 120 |
| GSTA-C | Оксид углерода * | От 0 до 50 млн^{-1} | $\pm (2 + 0,1 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 45 |
| | | От 0 до 100 млн^{-1} | $\pm (2 + 0,1 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 45 |
| | | От 0 до 200 млн^{-1} | $\pm (2 + 0,1 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 45 |
| | | От 0 до 600 млн^{-1} | $\pm (2 + 0,1 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 45 |
| GSTA-N | Диоксид азота * | От 0 до 10 млн^{-1} | $\pm (0,1 + 0,15 C_{\text{вх}}) \text{ млн}^{-1}$ | 25 |
| CMT200 | Оксид углерода | От 0 до 200 млн^{-1} | $\pm (2 + 0,1 C_{\text{вх}})$ | 45 |

Примечания:

* наименьший разряд выходного сигнала по оксиду углерода 1 млн^{-1} , по диоксиду азота 0,1 млн^{-1}

$C_{\text{вх}}$ - объемная доля определяемого компонента на входе датчика, млн^{-1} .