УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Мониторинг»
_____ Т.М. Королева
_____ 2010 г.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОГО ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОТХОДЯЩИХ ГАЗАХ ТОПЛИВОСЖИГАЮЩИХ УСТАНОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ TESTO 350 XL

М-МВИ-250-10

Свидетельство № 242/34-10 от 10.06.2010 г.

Санкт-Петербург

2010

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МВИ 3

2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ 4

3 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ 6

4 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 6

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 7

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ 7

7 УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ 8

8 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ 9

9 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ 10

10 ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ 11

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ 12

12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОГО ВЫБРОСА 13

13 КОНТРОЛЬ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ 15

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Перечень и метрологические характеристики ПГС,
используемых при контроле погрешности результатов измерений 17

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МВИ

1.1 Настоящий документ устанавливает методику выполнения измерений (МВИ) массовой концентрации и определения расчетным методом массового выброса загрязняющих веществ (ЗВ) в отходящих газах топливосжигающих установок.

Настоящая МВИ распространяется на процессы со стационарным во времени и равномерном по сечению профилем концентраций.

1.2 Методика реализуется с помощью переносного автоматического многоканального газоанализатора типа TESTO 350 XL, предназначенного для измерений массовой концентрации веществ, указанных в таблице 1.

1.3 Настоящая МВИ может применяться при проведении:

- контроля промышленных выбросов топливосжигающих установок с целью определения массовой концентрации (мг/м^3) или массового выброса (г/с) ЗВ;
- испытаний котлоагрегатов для определения влияния режимных факторов на массовую концентрацию ЗВ, а также определения оптимального значения коэффициента избытка кислорода при работе на разных видах топлива и разных нагрузках (составление режимных карт);
- испытаний топочно-горелочных устройств с целью оптимизации режимов горения;
- испытаний газоочистного оборудования с целью определения снижения выбросов ЗВ. Типы контролируемых установок:
- стационарные паровые и водогрейные котельные установки;
- промышленные установки сжигания;
- стационарные газотурбинные установки (ГТУ);
- стационарные двигатели внутреннего сгорания.

1.4 Настоящая МВИ не распространяется на следующие объекты (исключения из области применения:

- установки по сжиганию отходов и прочие установки, качественный состав выбросов которых не соответствует указанному в п. 7.2 настоящей МВИ;
- содорегенерационные котлы и прочие установки, в составе выбросов которых присутствует сероводород или меркаптаны (за исключением модификаций, в которых установлен канал измерения сероводорода (H_2S)).

ПРИМЕЧАНИЕ - применение газоанализаторов TESTO 350 XL для контроля промышленных выбросов и технологических процессов, качественный состав анализируемой среды которых отличается от указанного в п. 7.2, может быть разрешено только после проведения соответствующих экспериментальных испытаний и внесения соответствующих дополнений в эксплуатационную документацию, а также в настоящую методику выполнения измерений.

1.5 Настоящая МВИ разработана в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563-96 «ГСИ. Методики выполнения измерений».

2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Диапазоны измерений и границы суммарной погрешности измерений массовой концентрации загрязняющих веществ в соответствии с настоящей МВИ, в зависимости от диапазонов показаний газоанализатора TESTO 350 XL, приведены в таблице 1.

Указанные значения границ суммарной погрешности измерений рассчитаны на основе значений основной (в нормальных условиях) и дополнительных (возникающих в рабочих условиях) погрешностей газоанализатора TESTO 350 XL, определенных при проведении государственных испытаний газоанализаторов TESTO 350 XL для целей утверждения типа средств измерений и указанных в Описании типа, являющимся приложением к сертификату об утверждении типа средств измерений газоанализаторов TESTO 350 XL.

Таблица 1

Определяемый компонент	Диапазон показаний газоанализатора млн$^{-1}$/ в пересчете на мг/м^3	Диапазон измерений по МВИ	Границы суммарной погрешности измерений при P=0,95	
			абсолютной	относительной
Оксид углерода (CO)	0-500 / 0-625	от 20 до 25 мг/м^3	± 5 мг/м^3	
		св. 25 мг/м^3 до 0,63 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 500-2500/625-3125	от 0,63 до 3,1 г/м^3	-	± 25 %
	0-10000/0-12500	от 100 до 125 мг/м^3	± 25 мг/м^3	-
		св. 125 мг/м^3 до 12,5 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 2500-50000 / 3125-62500	от 3,1 до 63 г/м^3	-	± 25 %
Оксид азота (NO)	0-300 / 0-400	от 40 до 50 мг/м^3	± 10 мг/м^3	-
		св. 50 мг/м^3 до 0,40 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 300-1500/400-2010	от 0,40 до 2,0 г/м^3	-	± 25 %
	0-3000 / 0-4020	от 60 до 75 мг/м^3	± 15 мг/м^3	-
		св. 75 мг/м^3 до 4,0 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 1500-15000 / 2010-20100	от 2,0 до 20 г/м^3	-	± 25 %
Диоксид азота (NO_2)	0-500/0-1025	от 0,16 до 0,20 г/м^3	± 0,04 г/м^3	-
		св. 0,20 до 1,03 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 500-2500/1025-5135	от 1,03 до 5,1 г/м^3	-	± 25 %

Определяемый компонент	Диапазон показаний газоанализатора млн$^{-1}$/ в пересчете на мг/м^3	Диапазон измерений по МВИ	Границы суммарной погрешности измерений при Р=0,95	
			абсолютной	относительной
Сернистый ангидрид (SO_2)	0-5000/0-14300	от 0,12 до 0,15 г/м^3	± 0,03 г/м^3	-
		св. 0,15 до 14,3 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 500-25000/1430-71500	от 1,43 до 72 г/м^3	-	± 25 %
Сероводород (H_2S)	0-300 / 0-460	от 32 до 40 мг/м^3	± 8 мг/м^3	-
		св. 40 мг/м^3 до 0,46 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 200-1500/310-2310	от 0,31 до 2,3 г/м^3	-	± 25 %
Углеводороды (по метану)	0-40000 / 0-28800	от 1,2 до 1,5 г/м^3	± 0,3 г/м^3	-
		св. 1,5 до 30 г/м^3	-	± 20 %

Примечания.

1. Границы суммарной погрешности измерений массовой концентрации ЗВ в соответствии с настоящей методикой удовлетворяют норме (± 25 % отн.), установленной РД 52.04.59-85 «Охрана природы. Атмосфера. Требования к контролю промышленных выбросов».

2. Результаты измерений, оказавшиеся меньше нижнего предела диапазона измерений по настоящей МВИ, для последующего расчета массового выброса загрязняющих веществ использоваться не могут, так как границы относительной погрешности данных результатов составляют более ± 25 %.

3. Настоящая МВИ позволяет измерить объемную долю кислорода (O_2), а также диоксида углерода (CO_2) при наличии в газоанализаторе измерительного датчика CO_2. Диапазоны измерений и границы суммарной погрешности измерений объемной доли O_2 и CO_2 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Определяемый компонент	Диапазон показаний газоанализатора	Диапазон измерений по МВИ	Границы суммарной погрешности измерений при Р=0,95	
			абсолютной	относительной
Кислород (O_2)	0-25 % (об.)	от 0,8 до 25% (об.)	± 0,2 % (об.)	-
Диоксида углерода (CO_2)	0-25 % (об.) (ИК-датчик)	от 2,0 до 25% (об.)	± 0,5 % (об.)	-

4. Настоящая МВИ позволяет вычислить массовую концентрацию суммы оксидов азота (NO_x) в пересчёте на диоксид азота (NO_2), а также объёмную долю диоксида углерода (CO_2) при отсутствии в газоанализаторе измерительного датчика CO_2. Для расчётных значений метрологические характеристики не установлены.

3 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

3.1 Измерения массовых концентраций ЗВ, а также объемной доли O_2 и CO_2 по настоящей методике выполняют с помощью переносного автоматического многоканального газоанализатора типа TESTO 350 XL, являющегося многофункциональным прибором, оснащенным средствами отбора и подготовки пробы к анализу.

С помощью встроенного в газоанализатор микронасоса поток анализируемой газовой пробы поступает в прибор через пробоотборный зонд, блок осушки и очистки и направляется в измерительную камеру, включающую в себя комплект газовых электрохимических и оптических датчиков, предназначенных для анализа состава пробы. Под воздействием анализируемых компонент датчики изменяют свои свойства и вырабатывают выходные электрические сигналы, пропорциональные концентрациям анализируемых компонент. Сигналы со всех датчиков в реальном масштабе времени поступают в управляющий микроконтроллер, где обрабатываются и преобразуются в результаты измерений, которые отображаются на дисплее прибора.

3.2 Измерения массовой концентрации ЗВ проводят в соответствии с общими требованиями «Руководства по контролю источников загрязнения атмосферы» (ОНД-90).

3.3 Для обеспечения точности измерений в межповерочный интервал газоанализаторов TESTO 350 XL по настоящей МВИ проводится периодический контроль погрешности результатов измерений (см. раздел 13) по поверочным газовым смесям (ПГС) в баллонах под давлением - государственным стандартным образцам (ГСО).

4 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

4.1 При выполнении измерений и периодическом контроле погрешности результатов измерений применяют следующие средства измерений:

- переносной многоканальный газоанализатор типа TESTO 350 XL в комплекте с пробоотборным зондом, зондом влажности и пневмометрической трубкой типа Пито (№ 17271-05 в Государственном Реестре средств измерений РФ);
- поверочные газовые смеси в баллонах под давлением - государственные стандартные образцы состава по ТУ 6-16-2956-92. Метрологические характеристики и номера ПГС по реестру ГСО указаны в таблице А.1 Приложения А к настоящей МВИ;
- средства измерений площади измерительного сечения в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.4.06-90.
- барометр-анероид М67. ТУ 2504-1797-75. Диапазон измерений атмосферного давления (600-800) мм.рт.ст. Цена дел. 1 мм.рт.ст.

4.2 Для измерений температуры, давления (разрежения), влажности и скорости газового потока по настоящей МВИ допускается применение других средств измерений, соответствующих требованиям ГОСТ 17.2.4.06-90, 17.2.4.08-90, 17.2.4.07-90.

4.3 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке, газовые смеси в баллонах под давлением - действующие паспорта.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

При выполнении измерений соблюдают следующие требования безопасности:

5.1 Площадки для проведения измерений должны быть ограждены перилами и бортовыми листами согласно требованиям ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

5.2 Работы на высоте должны проводиться в соответствии с требованиями СНИП III-80.

5.3 Персонал должен быть обеспечен спецодеждой, необходимыми материалами и оборудованием в соответствии с требованиями безопасного проведения работ на данном предприятии

5.4 Перед началом работы лица, проводящие измерения, должны быть ознакомлены с действующими на данном предприятии правилами техники безопасности.

5.5 При выполнении измерений газоанализатором TESTO 350 XL должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в его руководстве по эксплуатации, а также в ГОСТ 17.2.6.06-90 и ГОСТ 17.2.6.08-90.

5.6 Градуировка газоанализаторов TESTO 350 XL и контроль погрешности результатов измерений должны проводиться в помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией.

5.7 Концентрации токсичных компонентов в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1:005 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

5.8 При работе с чистыми газами и газовыми смесями, находящимися в баллонах под давлением, должны соблюдаться правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденные Госгортехнадзором России.

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лица из числа инженерно-технического персонала с квалификацией инженер, техник или лаборант, ознакомившиеся с настоящей МВИ и эксплуатационной документацией на газоанализатор TESTO 350 XL.

7 УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Условия выполнения измерений должны соответствовать требованиям, указанным в Руководстве по эксплуатации газоанализатора TESTO 350 XL:

- температура окружающей среды — от минус 5 до плюс 45 °С;
- атмосферное давление — от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- относительная влажность — от 0 до 95 % при температуре 35 °С;
- окружающая среда — невзрывоопасная.

7.2 Допускаемый состав анализируемой газовой среды:

- кислород (O_2) — до 25 % (об.);
- оксид углерода (CO) — до 50000 млн$^{-1}$ с учетом разбавления пробы;
- диоксид углерода (CO_2) — до 25 % (об.);
- оксид азота (NO) — до 15000 млн$^{-1}$ с учетом разбавления пробы;
- диоксид азота (NO_2) — до 2500 млн$^{-1}$ с учетом разбавления пробы;
- сернистый ангидрид (SO_2) — до 25000 млн$^{-1}$ с учетом разбавления пробы;
- сероводород (H_2S) — до 1500 млн$^{-1}$ с учетом разбавления пробы (только для модификаций, оснащенных датчиком H_2S);
- углеводороды по метану (CH_4) — до 40000 млн$^{-1}$;
- водород (H_2) — до 0,5 % (об.).

7.3 Предельные значения параметров газового потока:

- температура — до 1000 °С (в зависимости от типа зонда);
- запыленность — до 20 г/м^3;
- влажность (по t точки росы) — до +70°С;
- давление на входе — до 50 гПа (500 мм.вд.ст.);
- разрежение на входе — до 200 гПа (2000 мм.вд.ст.);
- скорость — до 40 м/с.

7.4 Измерения должны проводиться в установившемся потоке отходящих газов при номинальных (или близких к номинальным) нагрузках работающего оборудования.

8 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

8.1 Подготовка к работе газоанализатора TESTO 350 XL.

8.1.1 Градуировка газоанализатора TESTO 350 XL.

Данная процедура выполняется после длительного (более 3 месяцев) перерыва в эксплуатации газоанализатора, а также в случае отрицательного результата контроля точности результатов измерений, проводимого в соответствии с п. 13 настоящей методики.

Градуировка проводится в соответствии с п. 4.1.1 Руководства по эксплуатации (далее-РЭ) газоанализаторов TESTO 350 по поверочным газовым смесям в баллонах под давлением - государственным стандартным образцам.

8.1.2 Проверка заряда аккумуляторных батарей.

Проверьте и, при необходимости, подзарядите аккумуляторы (замените батареи) измерительного и управляющих блоков газоанализатора в соответствии с п. 1.6 РЭ.

8.1.3 Проверка фильтров очистки.

Проверьте, и при сильном загрязнении, замените фильтры очистки пробы, установленные в корпусе газоанализатора в соответствии с п. 4.1.3 РЭ.

8.1.4 Установка бумаги в термопринтер.

Проверьте наличие, и при необходимости, установите бумагу в термопринтер, встроенный в управляющий модуль газоанализатора в соответствии с п. 1.1.7 РЭ.

8.2 Выбор и оборудование мест для проведения измерений.

8.2.1 Выбор и оборудование мест для проведения измерений должны проводиться в соответствии с требованиями ОНД-90, ГОСТ 17.2.4.06-90 и ГОСТ 17.2.4.08-90.

8.2.2 Длина прямолинейного участка газохода, на котором выбирается место для измерительного сечения, должна составлять не менее 4-5 эквивалентных диаметров поперечного сечения газохода. При этом отрезок прямого участка газохода до измерительного сечения должен быть длиннее отрезка за измерительным сечением в соотношении 3:1.

8.2.3 Отбор проб должен проводиться в зонах, где уже завершены процессы горения, связывания окислов серы летучей золой и очистка дымовых газов от твердых частиц (золы угля).

8.2.4 Отбор проб должен проводиться в зонах, где нет присосов воздуха, так как это приводит к разбавлению пробы, повышению неравномерности поля концентраций измеряемых компонентов, снижает достоверность отобранной пробы.

9 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 На месте, оборудованном для проведения измерений, размещают газоанализатор TESTO 350 XL.

9.2 Включают газоанализатор. После включения газоанализатора происходит его прогрев, автоматическое тестирование всех систем и установка нулевых показаний газовых сенсоров.

Установка (калибровка) нулевых показаний должна выполняться на чистом атмосферном воздухе с нормальным (20,9 %) содержанием кислорода и в отсутствии примесей загрязняющих веществ.

В загрязненной атмосфере установку нулевых показаний рекомендуется проводить по искусственному воздуху из баллона под давлением.

9.3 После завершения установки нулевых показаний для корректного вычисления газоанализатором расчетных величин (CO_2 и технологических параметров) в соответствии с п. 2.4.7 РЭ в настройке прибора указывают вид топлива, используемый на контролируемой ТСУ.

9.4 В настройках прибора в соответствии с п. 2.4.9 РЭ по каналам измерения CO, NO, NO_2, SO_2, H_2S, C_xH_y в качестве действующих единиц измерений устанавливают единицы измерения массовой концентрации - мг/м^3 (миллиграмм на нормальный кубометр при T = 0°C, P = 101,3 кПа).

9.5 Разбив условно измерительное сечение газохода на элементарные площадки в соответствии с требованиями п.п. 2.5 и 2.6 ГОСТ 17.2.4.06-90, устанавливают пробоотборный зонд газоанализатора в газоход и измеряют температуру газового потока в центре каждой элементарной площадки. Определяют неравномерность распределения поля температур. По результатам определения находят представительную точку, показывающую максимальную температуру потока по сечению газохода.

9.6 Устанавливают пробоотборный зонд газоанализатора в представительную точку и ожидают завершение переходного процесса и стабилизацию показаний газоанализатора.

9.7 Измеряют массовые концентрации ЗВ.

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» интервал проведения измерений массовой концентрации загрязняющих веществ должен составлять не менее 20 минут, по истечению которого должны быть рассчитаны средние значения концентраций.

Для выполнения данного требования в ходе измерений используют специальную функцию газоанализаторов TESTO 350 XL, позволяющую автоматически рассчитывать средние значения массовой концентрации определяемых компонентов за заданный интервал времени (см. п. 1.1.12.3 РЭ).

9.8 Распечатывают полученные результаты измерений массовых концентраций ЗВ с помощью встроенного в управляющий модуль анализатора термопринтера.

9.9 Извлекают пробоотборный зонд из газохода и продувают прибор атмосферным воздухом.

10 ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 В случае если газоанализатором измерялись объемные доли загрязняющих веществ (в качестве единиц измерений в настройках прибора были установлены ppпл (млн$^{-1}$)), массовые концентрации загрязняющих веществ (в мг/м^3) для нормальных условий рассчитывают по формуле:

$$C(i) = K(i) \cdot X(i), \qquad (1)$$

где:

C(*i*) - результат измерений объемной доли *i*-го загрязняющего вещества, выраженный в ppт (млн$^{-1}$);

K(i) - коэффициент пересчета (из ppт в мг/м^3) для *i*-го загрязняющего вещества для нормальных условий (Т=0 °С, Р=101,3 кПа).

Таблица 3. Значения коэффициента *кН)* для различных веществ

	CO	NO	NO_2	NO_x	SO_2	H_2S	CH_4
K(i)	1,25	1,34	2,05	2,05	2,86	1,54	0,72

Примечание - расчет массовой концентрации суммы оксидов азота (NO_x) ведется с пересчетом на диоксид азота (NO_2) с использованием коэффициента $k(i)$ = 2,05.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Результат измерений массовой концентрации /-го загрязняющего вещества (C(/), мг/м^3, г/м^3), в зависимости от формы выражения суммарной погрешности для диапазона измерений, в который попадает данный результат (см. таблицу 1 настоящей МВИ), представляют в виде:

$$(C(i) \pm 0{,}01 \cdot \delta \cdot C(i)) \quad \text{или} \quad (C(i) \pm \Delta), \qquad (2)$$

где:

δ - границы суммарной относительной погрешности измерений, %;

Δ - границы суммарной абсолютной погрешности измерений, мг/м^3.

Таблица 4. Примеры оформления результатов измерений

Определяемый компонент (диапазон показаний газоанализатора)	Результат измерений, $C(i)$	Границы суммарной погрешности в соответствии с таблицей 1 МВИ	Результат расчета границ абсолютной погрешности	Варианты записи
CO (0-500 млн$^{-1}$)	22 мг/м^3	Δ = ± 5 мг/м^3	-	(22 ± 5) мг/м^3
CO (0- 10000 млн$^{-1}$)	525 мг/м^3	δ = ± 20 %	± 105 мг/м^3	(0,53 ±0,11) г/м^3 или 0,53 г/м^3; δ = ±20 %
CO (0-10000 млн$^{-1}$)	2412 мг/м^3	δ = ± 20 %	± 484 мг/м^3	(2,4 ± 0,5) г/м^3 или 2,4 г/м^3; δ = ±25 %
NO(0-300 млн$^{-1}$)	46 мг/м^3	Δ = ± 10 мг/м^3	-	(46 ±10) мг/м^3
NO (0-3000 млн$^{-1}$)	334 мг/м^3	δ = ± 20 %	± 66,8 мг/м^3	(0,33 ± 0,07) г/м^3 или 0,33 г/м^3; δ = ± 20 %
NO (с разбавлением к=5: 1500- 15000 млн$^{-1}$)	8653 мг/м^3	δ = ± 25 %	±2163 мг/м^3	(8,7 ±2,2) г/м^3 или 8,7 г/м^3; δ = ±25%

11.2 Если значение массовой концентрации загрязняющего вещества ниже диапазона, указанного в таблице 1 МВИ, результат измерений представляют в виде:

$C(i)$ < 20 мг/м^3 (например, для CO) (3)

11.3 При записи результата измерений и значения погрешности руководствуются следующими правилами:

- наименьший разряд числового значения результата должен совпадать с наименьшим разрядом числового значения погрешности;

Примеры:

Правильно: (22 ± 5) мг/м^3 (2,1 ± 0,5) г/м^3 (1,05 ± 0,21) г/м^3

Неправильно: (22,0 ± 5) мг/м^3 (2 ± 0,5) г/м^3 (1,51 ± 0,4) г/м^3

- погрешность указывают двумя значащими цифрами, если первая из них равна 1 или 2, и одной - если первая цифра равна 3 и более.

Примеры:

Правильно: (22 ± 5) мг/м^3 (1,05 ± 0,21) г/м^3

Неправильно: (22 ± 5,3) мг/м^3 (1,053 ± 0,211) г/м^3

12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОГО ВЫБРОСА

12.1 Для определения массового (валового) выброса загрязняющих веществ ($M(i)$, г/с) в месте отбора пробы должен быть рассчитан объемный расход сухих отходящих газов. Для этой цели измеряют температуру, давление (разрежение), скорость и влажность потока отходящих газов, а также площадь измерительного сечения газохода.

Измерения температуры, давления (разрежения), скорости и влажности потока отходящих газов в соответствии с настоящей МВИ выполняют с помощью газоанализатора TESTO 350 XL в комплекте со специализированными зондами, либо с помощью дополнительных средств измерений, соответствующих требованиям ГОСТ 17.2.4.06, 17.2.4.08, 17.2.4.07.

Таблица 5. Метрологические характеристики газоанализатора TESTO 350 XL по каналам измерения температуры, давления (разрежения), скорости и влажности газового потока

Измеряемый параметр	Диапазон показаний	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Температура газового потока в точке отбора пробы	-40...+500 °С -40...+800 °С -40...+1000 °С	от-40 до +100 °С	± 0,5 °С (абс.)
		от 100 до 1000 °С	+ 0,5 % (отн.)
Давление (разрежение) газового потока в точке отбора пробы (дифференциальное давление)	-40...+40 гПа	от -40 до -3 гПа	± 1.5% (отн.)
		от -3 до +3 гПа	±0,03 гПа (абс.)
		от3до 40 гПа	± 1,5% (отн.)
	-200...+200 гПа	от -200 до -50 гПа	± 1,5% (отн.)
		от -50 до +50 гПа	± 0,5 гПа (абс.)
		от 50 до 200 гПа	±1 ,5 % (отн.)
Скорость газового потока в точке отбора пробы	0-40 м/с	от 3 до 10 м/с	± 0,3 м/с (абс.) + 4 % отн. изм. значения
		от 10 до 40 м/с	± 0,6 м/с (абс.) + 5 % отн. изм.значения
Относительная влажность газового потока в точке отбора пробы	0-100%	От 0 до 100%	± 2 % (абс.)

12.2 Объемный расход потока сухих отходящих газов, приведенный к нормальным условиям ($Q_г, м^3/с$), рассчитывают по формуле:

$$Q_г = \overline{v}_г \cdot S \cdot \frac{273{,}15 \cdot (P_{атм} \pm P_г)}{(273{,}15 + t_г) \cdot 101{,}3} \cdot (1 - X_{H_2O}) \quad (4)$$

где:

$\overline{v}_г$ - средняя скорость потока отходящих газов по измерительному сечению, м/с;

S - площадь измерительного сечения газохода, м^2;

$P_{атм}$- атмосферное давление, кПа;

$P_г$ - избыточное давление (разрежение) потока отходящих газов, кПа;

$t_г$ - температура потока отходящих газов, °С;

X_{H_2O} - объемная доля водяных паров, в долях единицы, рассчитанная по формуле

$$X_{H_2O} = f_{NC}(t) \cdot \frac{V_M}{\mu}, \qquad (5)$$

где

$f_{NC}(t)$ - абсолютная влажность газового потока (массовая концентрация водяных паров в газовом потоке), рассчитанная для температуры t по формуле (6), г/м^3;

V_M - молярный объем газа при нормальных условиях (V_M =22,4·10^{-3} м^3/моль);

μ - молярная масса водяных паров (μ =18,0 г/моль).

$$f_{NC}(t) = f_0(t) \cdot \varphi \qquad (6)$$

где:

$f_0(t)$ - максимально возможная абсолютная влажность газового потока при температуре t, г/м^3. Определяется по таблицам тепло-физических свойств воды и водяного пара. (Например, Издательство стандартов. Москва. 1969 г.);

φ - относительная влажность газового потока, измеренная при температуре t, %.

12.3 Массовый выброс /-го загрязняющего вещества рассчитывают по формуле ($M(i)$, г/с):

$$M(i) = C(i) \cdot Q_г \cdot 10^{-3}, \qquad (7)$$

где:

$C(i)$ - массовая концентрация /-го загрязняющего вещества, мг/м^3;

$Q_г$ - объемный расход потока сухих отходящих газов, м^3/с.

13 КОНТРОЛЬ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Контроль погрешности результатов измерений проводят по поверочным газовым смесям в баллонах под давлением - государственным стандартным образцам с известным содержанием определяемых компонентов.

Номинальные значения объемной доли определяемых компонентов ПГС в зависимости от диапазонов измерений газоанализатора TESTO 350 XL, а также номера ПГС по реестру ГСО указаны в таблице А.1 Приложения А к настоящей методике.

Рекомендуемая периодичность проведения контроля - один раз в два-три месяца (при постоянной работе с газоанализатором). Частота контроля может быть уменьшена или увеличена исходя из получаемых результатов и интенсивности эксплуатации прибора.

Контроль проводят последовательно по всем измерительным каналам газоанализатора, трижды подавая на газоанализатор каждую ПГС следующим образом:

- подготавливают газоанализатор к работе в режиме измерений объемной доли компонентов (единица измерений - ppm);
- собирают газовую систему, схема которой изображена на рисунке 1, подключая к прибору ПГС, соответствующую контролируемому измерительному каналу. Сборку ведут трубкой ПВХ, используя максимально короткие отрезки;
- открывают баллон с ПГС, затем с помощью вентиля точной регулировки, устанавливают, контролируя по ротаметру, расход смеси в пределах (1,0-1,2) л/мин;
- после стабилизации показаний газоанализатора по контролируемому каналу (через 3-5 минут после начала подачи ПГС) считывают значение объемной доли определяемого компонента ПГС (в ppm) - $X(i)_1$;
- закрывают вентиль точной регулировки, закрывают баллон с ПГС;
- повторяют подачу ПГС еще дважды, получая $X(i)_2$ и $X(i)_3$.

Результаты контроля считают положительными при выполнении следующих условий:

- по измерительным каналам CO, NO, NO_2,SO_2,H_2S и CH:

$$\frac{\left|X(i)_j - X(i)_Д\right|}{X(i)_Д} \cdot 100 \le S(i), \text{ где } j=1,2,3 \qquad (8)$$

$$\frac{\left|X(i)_{jMAX} - X(i)_{jMIN}\right|}{\overline{X}(i)} \cdot 100 \le 0{,}5 \cdot S(i), \qquad (9)$$

Где

$$\overline{X}(i) = \frac{\sum_{j=1}^{3} X(i)}{3}, \qquad (10)$$

по измерительным каналам 0_2 и CO_2:

$$\left|X(i)_j - X(i)_Д\right| \le S(i), \text{ где } j=1,2,3 \qquad (11)$$

$$X(i)_{jMAX} - X(i)_{jMIN} \le 0{,}5 \cdot S(i) \qquad (12)$$

где:

$X(i)_j$ - значение объемной доли *i*-го определяемого компонента газовой смеси, ppm;

$X(i)_д$ действительное значение объемной доли *i*-го определяемого компонента, указанное в паспорте на ПГС, ppm;

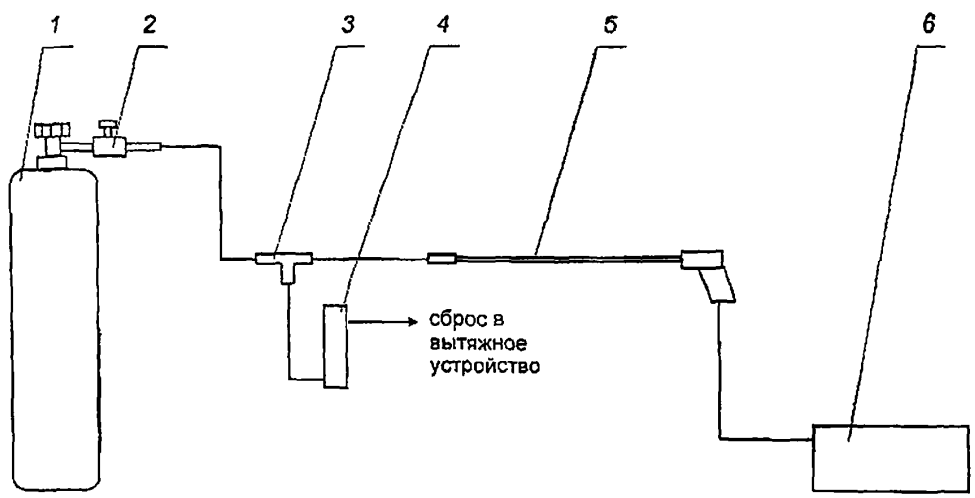
$X(i)_{MAX}$ максимальное и минимальное *i*-е значение объемной доли определяемого компонента $X(i)_{MIN}$ газовой смеси, ppm;

$\bar{X}(i)$ - среднее значение объемной доли *i*-го определяемого компонента газовой смеси, ppm

$S(i)$ норматив контроля погрешности результатов измерений по *i*-му измерительному каналу:

- по каналам CO, NO, NO_2, SO_2 S = 10 %;
- по каналу H_2S S = 20 %;
- по каналу O_2 S = 0,2 % (об.);
- по каналу CO_2 S = 0,5 % (об.).

При отрицательных результатах контроля хотя бы по одному измерительному каналу, газоанализатор подлежит переградуировке в соответствии с РЭ.



1 - баллон с ПГС; 2 - вентиль точной регулировки; 3 - тройник;
4 - индикатор расхода (ротаметр); 5 - пробоотборный зонд;
6 - газоанализатор

Рисунок 1 - Газовая схема соединений при контроле погрешности результатов измерений

ПРИЛОЖЕНИЕ А Перечень и метрологические характеристики ПГС, используемых при контроле погрешности результатов измерений

Таблица

Определяемый компонент (измерительный канал газоанализатора)	Диапазон измерений газоанализатора, млн$^{-1}$	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента, допускаемое отклонение от номинального значения, млн$^{-1}$	Пределы (границы) абсолютной погрешности, млн$^{-1}$	Состав ПГС и № по реестру ГСО
Кислород (O2)	0-25 % (об.)	(12,5±1,0) % (об.)	±0,04% (об.)	ПГС O_2/N_2 ГСО № 3729-87
Оксид углерода (CO)	0-500	250 ± 25	±10	ПГС CO/N_2 ГСО № 3808-87
	0-10000	5000 ± 500	±160	ПГС CO/N_2 ГСО № 3817-87
Оксид азота (NO)	0-300	175 ±25	± 7	ПГС NO/N_2 ГСО № 4428-88
	0-3000	1510 ±80	±60	ПГС NO/N_2 ГСО №6195-91
Диоксид азота (NO_2)	0-500	250 ± 20	±12	ПГС NO_2/N_2 ГСО № 4029-87
Сернистый ангидрид (SO2)	0-5000	2600 ± 200	±110	ПГС SO_2/N_2 ГСО № 5893-91
Сероводород (H_2S)	0-300	100 ±2 0	± 7	ПГС H_2S/N_2 ГСО № 8369-2003
Углеводороды (CH)	0-4 % (об.)	(2,0 ±0,25)% (об.)	± 0,04 %(об.)	ПГС CH_4/N_2 ГСО № 3883-87
Диоксид углерода (CO_2)	0-25 % (об.)	(12,5± 1,0) % (об.)	±0,16%(об.)	ПГС CO_2/N_2 ГСО № 3776-87

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ВНИИМ им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА"
190005, Россия, г. Санкт-Петербург. Московский пр., 19
Факс: 7 (812) 713-01-14, телефон: 7 (812) 251-76-01, e-mail: gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об аттестации
методики выполнения измерений

№ 242/34-10

Методика выполнения измерений массовой концентрации и определения массового выброса загрязняющих веществ в отходящих газах топливосжигающих установок, разработанная ООО «Мониторинг» (196084, г. Санкт-Петербург, Московский пр., дом.74, лит.Б) и регламентированная в документе № М-МВИ-250-10 «Методика выполнения измерений массовой концентрации и определения массового выброса загрязняющих веществ в отходящих газах топливосжигающих установок с применением газоанализаторов TESTO 350 XL» (Санкт-Петербург, 2010 г., 17 страниц), аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке МВИ и экспериментального исследования МВИ.

В результате аттестации МВИ установлено, что МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает основными метрологическими характеристиками, приведенными на оборотной стороне настоящего Свидетельства.

Дата выдачи свидетельства: 10 июня 2010 г.

Руководитель научно-исследовательского отдела государственных эталонов в области физико-химических измерений — Л.А.Конопелько

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Определяемый компонент	Диапазон показаний газоанализатора млн$^{-1}$/в пересчете на мг/м^3	Диапазон измерений по МВИ	Границы суммарной погрешности измерений при P=0,95	
			абсолютной	относительной
Оксид углерода (CO)	0-500 / 0-625	от 20 до 25 мг/м^3	± 5 мг/м^3	± 20 %
		св. 25 мг/м^3 до 0,63 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 500-2500/625-3125	от 0,63 до 3,1 г/м^3	-	± 25 %
	0-10000/0-12500	от 100 до 125 мг/м^3	± 25 мг/м^3	-
		св. 125 мг/м^3 до 12,5 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 2500-50000 / 3125-62500	от 3,1 до 63 г/м^3	-	± 25 %
Оксид азота (NO)	0-300 / 0-400	от 40 до 50 мг/м^3	± 10 мг/м^3	-
		св. 50 мг/м^3 до 0,40 г/м^3	-	±20 %
	с разбавлением к=5: 300-1500/400-2010	от 0,40 до 2,0 г/м^3	-	± 25 %
	0-3000 / 0-4020	от 60 до 75 мг/м^3	± 15 мг/м^3	-
		св. 75 мг/м^3 до 4,0 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 1500-15000/2010-20100	от 2,0 до 20 г/м^3	-	± 25 %
Диоксид азота (NO_2)	0-500/0-1025	от 0,16 до 0,20 г/м^3	± 0,04 г/м^3	-
		св. 0,20 до 1,03 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 500-2500/ 1025-5135	от 1,03 до 5,1 г/м^3	-	±25%
Сернистый ангидрид (SO_2)	0-5000/0-14300	от 0,12 до 0,15 г/м^3	± 0,03 г/м^3	-
		св. 0,15 до 14,3 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 500-25000/ 1430-71500	от 1,43 до 72 г/м^3	-	±25%
Сероводород (H_2S)	0-300 / 0-460	от 32 до 40 мг/м^3	± 8 мг/м^3	-
		св. 40 мг/м^3 до 0,46 г/м^3	-	± 20 %
	с разбавлением к=5: 200-1500/310-2310	от 0,31 до 2,3 г/м^3	-	± 25 %
Углеводороды (по метану)	0-40000/0-28800	от 1,2 до 1,5 г/м^3	± 0,3 г/м^3	-
		св. 1,5 до 30 г/м^3	-	± 20 %

Результаты измерений по настоящей методике прослеживаются к государственному первичному эталону единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах (ГЭТ-154-01).

НОРМАТИВЫ КОНТРОЛЯ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ (р. 13 МВИ)

Допускаемое относительное (абсолютное) отклонение результата измерений объемной доли компонента в поверочной газовой смеси от значения объемной доли, указанного в паспорте на смесь:

- по каналам CO, NO, NO_2, SO_2 — S = 10 %;
- по каналу H_2S — S =20 %;
- по каналу O_2 — S =0,2 % (об.);
- по каналу CO_2 — S =0,5 % (об.).

Руководитель лаборатории Г.Р. Нежиховский

ООО «МОНИТОРИНГ»

Прошнуровано, пронумеровано и скреплено печатью

18 (восемнадцать) листа(ов)

Копия верна

Генеральный директор

Т. М. Королёва



Общество с ограниченной ответственностью „МОНИТОРИНГ" Санкт-Петербург

gost.e-ecolog.ru