ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 10155— 2006

Выбросы стационарных источников

АВТОМАТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Характеристики измерительных систем, методы испытаний и технические требования

ISO 10155:1995
Stationary source emissions — Automated monitoring of mass concentrations of particles — Performance characteristics, test methods and specifications
(IDT)

Издание официальное

БЗ 2—2006/16

Москва
Стандартинформ
2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ОАО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 457 «Качество воздуха»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 июля 2006 г. № 144-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 10155:1995 «Выбросы стационарных источников. Автоматический мониторинг массовой концентрации частиц. Характеристики, методы испытаний и технические требования» (ISO 10155:1995 «Stationary source emissions — Automated monitoring of mass concentrations of particles — Performance characteristics, test methods and specifications»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении Е

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2006

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Компоненты измерительной системы . . . 3
5 Условия установки системы . . . 3
6 Требования к характеристикам системы . . . 4
7 Процедуры испытаний для оценки характеристик . . . 5
Приложение А (обязательное) Статистическая обработка данных . . . 7
Приложение В (справочное) Возможные схемы отбора проб . . . 10
Приложение С (справочное) Формы представления данных . . . 11
Приложение D (справочное) Примеры вычислений . . . 13
Приложение Е (справочное) Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам . . . 16

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Выбросы стационарных источников

АВТОМАТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Характеристики измерительных систем, методы испытаний и технические требования

Stationary source emissions. Automated monitoring of mass concentrations of solid particles. Performance characteristics, test methods and technical requirements

Дата введения — 2006—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает условия автоматического мониторинга массовой концентрации твердых частиц в пылегазовых потоках стационарных источников, а также характеристики измерительных систем и методы испытаний.

В стандарте приведена программа испытаний автоматических систем мониторинга в условиях применения. Применение стандарта не ограничено конкретным принципом измерений или измерительной системой. Стандарт распространяется на характеристики систем, их калибровку[1)], методы испытаний и обработку данных.

Настоящий стандарт применяют только на основе прямого соотнесения с референтным ручным методом, установленным ИСО 9096. При изменении условий «на месте» (т.е. изменении условий контроля выбросов, типа топлива) необходимо повторить калибровку. Диапазон измерений массовой концентрации твердых частиц обусловлен калибровкой автоматических систем. Следовательно, реальный диапазон будет меняться в соответствии с методом измерений применяемых автоматических систем.

Изменение физических свойств (размера, формы, цвета и т.д.) и химического состава твердых частиц допустимо до тех пор, пока сохраняется калибровка используемой измерительной системы. В других случаях настоящий стандарт не применяют. Приведенные и предполагаемые ограничения различных методов измерений необходимо оценивать на каждом месте испытаний.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативныем ссылки на следующие международные стандарты:

ИСО 4225:1994 Качество воздуха. Общие положения. Словарь

ИСО 6879:1995 Качество воздуха. Характеристики и соответствующие им понятия, относящиеся к методам измерений качества воздуха

ИСО 7504:2001 Анализ газов. Словарь

ИСО 9096:2003 Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твердых веществ ручным гравиметрическим методом

ИСО 9169:1994[2)] Качество воздуха. Определение характеристик методов измерений

[1)] Калибровку в Российской Федерации в данном случае принято называть градуировкой.

[2)] На данный стандарт ИСО в тексте стандарта ссылка не указана, нормативная ссылка приведена для сохранения идентичности ИСО 10155:1995.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **мониторинг** (monitoring):

(1) В широком смысле, повторные измерения для отслеживания изменений за некоторый период времени.

(2) В узком смысле, регулярные измерения уровней содержания загрязнителя относительно некоторого эталона или для оценки эффективности системы регулирования и контроля (см. ИСО 4225).

3.2 **анализатор** (analyzer): Устройство, включающее:

a) линии подачи и удаления анализируемого пылегазового потока и(или) калибровочного газа[1)];

b) измерительную ячейку, которая на основе физических или химических свойств компонентов анализируемого газа выдает сигналы, позволяющие идентифицировать данные компоненты или определить их содержание;

c) устройства преобразования сигнала (усиление, запись) или, при необходимости, устройства обработки данных (см. ИСО 7504).

3.3 **характеристики системы**

3.3.1 **время отклика** (response time): Время, в течение которого прибор реагирует на внезапное изменение значения характеристики качества воздуха. Оно может быть разделено на две части (см. ИСО 6879).

3.3.1.1 **время запаздывания** (lag time): Время, в течение которого достигается 10 %-ный уровень полного изменения выходного сигнала.

3.3.1.2 **время нарастания (спада)** [rise time (fall time)]: Время, в течение которого выходной сигнал прибора переходит с 10 %-ного на 90 %-ный уровень полного его изменения.

3.3.2 **нестабильность нуля (дрейф)** [zero instability (drift)]: Изменение показаний прибора за установленный период необслуживаемой работы в ответ на подачу нулевой пробы.

3.3.3 **интервал измерений** (span): Разница между показаниями прибора для установленного значения характеристики качества воздуха и для нулевой пробы. По соглашению это значение характеристики качества воздуха выбирается равным 95 % верхнего предела измерений (см. ИСО 6879).

3.3.4 **нестабильность интервала измерений (дрейф)** [(span instability (drift)]: Изменение интервала измерений прибора за установленный период необслуживаемой работы (см. ИСО 6879).

3.4 **градуировочные характеристики системы**

3.4.1 **градуировочная функция** (calibration function): Функциональная зависимость показаний прибора от некоторого измеримого свойства массовой концентрации частиц, представленной референтным ручным методом (см. ИСО 9096) при условии постоянства всех влияющих величин.

3.4.2 **линейная функция** (linear function): градуировочная функция, отражающая линейную зависимость показаний прибора от массовой концентрации твердых частиц, измеренной референтным ручным методом (см. ИСО 9096).

3.4.3 **нелинейная функция** (nonlinear function): градуировочная функция, отражающая нелинейную зависимость показаний прибора от массовой концентрации твердых частиц, измеренной референтным ручным методом (см. ИСО 9096); нелинейность может быть выражена коэффициентами регрессии более высокого порядка.

3.4.4 **доверительный интервал** (confidence interval): Интервал, имеющий нижнюю и верхнюю границы, в котором средние значения, принадлежащие линии регрессии, находятся с заданным уровнем доверия.

3.4.5 **толерантный интервал** (tolerance interval): Интервал, имеющий нижнюю и верхнюю границы, в котором определенная доля совокупности лежит при заданном уровне доверия.

[1)] Калибровочный газ (calibration gas) в области газового анализа в Российской Федерации принято называть градуировочным газом [или поверочной газовой смесью (ПГС)].

4 Компоненты измерительной системы

Система состоит из оборудования, необходимого для измерений массовой концентрации твердых частиц в выбросах стационарных источников. Варианты измерительной системы приведены на рисунке D.1 (приложение D). Системы должны включать следующие основные компоненты.

4.1 Компоненты отбора и анализа проб

4.1.1 Компоненты отбора проб

Устройство измерительной системы, с помощью которого отбирают пробы пылегазового потока источника. Применяют устройства для экстрактивного или неэкстрактивного («на месте») отбора проб либо в непрерывном, либо в периодическом режиме.

4.1.1.1 Экстрактивный отбор проб

При экстрактивном отборе проб требуется транспортировка некоторого объема пылегазового потока за пределы источника выбросов на вход измерительной системы для последующего анализа. При этом используют устройства, необходимые для отбора, транспортировки и сохранения уровня массовой концентрации частиц.

4.1.1.2 Неэкстрактивный отбор проб («на месте»)

Отбор проб состоит из анализа определенного и ограниченного объема пробы, проводимого обычно физическими методами, например с использованием электромагнитного излучения.

4.1.1.3 Непрерывный отбор проб

Непрерывный отбор проб применяют в основном при непрерывном анализе, используя как экстрактивный, так и неэкстрактивный отбор проб.

4.1.1.4 Последовательный отбор проб

Последовательный отбор проб наиболее часто проводят при экстрактивном отборе проб, для которого характерно использование дискретных объемов проб и дискретных временных интервалов отбора проб.

4.1.2 Анализатор

Устройство системы мониторинга, с помощью которого определяют качественную характеристику твердого вещества, содержащегося в пылегазовой пробе (далее — пробе), выдающее выходной сигнал, который может быть соотнесен с массовой концентрацией вещества.

4.2 Блок регистрации данных

Устройство системы мониторинга, предназначенное для обработки выходного сигнала анализатора и его регистрации в единицах массовой концентрации твердых частиц.

5 Условия установки системы

5.1 Место отбора проб

Место отбора проб для автоматического измерения массовой концентрации твердых частиц в пылегазовых потоках стационарных источников должно быть обозначено. В этом месте не должно наблюдаться взаимного влияния между референтным ручным методом (см. ИСО 9096) и автоматическим методом. Такое размещение гарантирует, что при использовании обоих методов анализируются пылегазовые потоки с одними и теми же характеристиками. В газоходе должны быть сделаны отверстия для пробоотборников таким образом, чтобы измерения референтным ручным методом (см. ИСО 9096) могли бы проводиться в той же самой зоне, что и непрерывные измерения.

В месте отбора проб может потребоваться использование одной или нескольких схем отбора проб, которые могут меняться в зависимости от сложности конструкции используемой измерительной системы, а также пространственного и временного распределения массовой концентрации твердых частиц в поперечном сечении газового потока. В идеале выбор места отбора проб должен обеспечивать при самой простой схеме получение пробы, представительной по массовой концентрации твердых частиц для поперечного сечения газохода.

Место отбора проб выбирают для того, чтобы свести к минимуму пространственную и временную зависимость распределения средней концентрации твердых частиц в поперечном сечении газового потока. Представительность методики и места отбора проб проверяют, исходя из соответствия калибровки измерительной системы требованиям 6.5 и 7.3.4.

5.2 Условия окружающей среды

При установке измерительных систем следует учитывать влияние условий окружающей среды как по отношению к отбору проб, так и по отношению к методике отбора. Особенно необходимо соблюдать следующие условия:

a) соответствие рабочих температур нормам, установленным производителем;

b) обеспечение необходимой защиты от влияния погодных условий;

c) предотвращение воздействия на измерительную систему коррозионных и других газов, способных вызвать ее повреждение;

d) предотвращение воздействия электрических и магнитных полей в непосредственной близости от измерительной системы;

e) размещение измерительной системы таким образом, чтобы вибрация не влияла на стабильность работы приборов.

Для проведения измерений референтным ручным методом, проверки и технического обслуживания непрерывно работающих измерительных систем должны быть предусмотрены рабочие площадки. Обеспечивают легкий и безопасный доступ к рабочим платформам, измерительным устройствам систем и месту отбора проб.

5.2.1 Условия внутри газохода

Неэкстрактивные методики обычно включают электрооптические методы измерений, при которых требуются специальные меры предосторожности для предотвращения рассеяния оптического излучения.

5.2.2 Условия за пределами газохода

При экстрактивном отборе проб соблюдают меры предосторожности, в том числе:

a) систему отбора проб делают максимально короткой для уменьшения времени отклика, исключения химических реакций и потерь твердых частиц в трубках для отбора проб;

b) поддерживают условия изокинетичности отбора проб;

c) используют нагрев трубок для отбора проб с целью предотвращения конденсации и потерь твердых частиц.

6 Требования к характеристикам системы

При проведении измерений в соответствии с разделом 7 следует соблюдать следующие требования:

6.1 Время отклика

Время отклика системы не должно превышать времени отбора проб при измерении ручным референтным методом.

6.2 Нестабильность нуля

Нестабильность нуля, определенная при калибровке системы в течение одного месяца необслуживаемой работы, не должна превышать ± 2 % диапазона измерений.

При автоматической настройке нуля вводимые поправки не должны составлять более 6 % диапазона измерений.

6.3 Интервал измерений

Интервал измерений должен находиться между значениями удвоенной и утроенной допустимой концентрации твердых частиц в выбросах.

6.4 Нестабильность интервала измерений

Нестабильность интервала измерений не должна превышать ± 2 % диапазона измерений при калибровке системы и в течение одного месяца необслуживаемой работы.

При автоматической настройке интервала измерений вводимые поправки не должны составлять более 6 % диапазона измерений.

6.5 Требования к калибровке

Следует соблюдать следующие требования:

6.5.1 Коэффициент корреляции должен быть не менее 0,95.

6.5.2 Доверительный интервал (с 95 %-ным уровнем доверия) должен быть ± 10 % значения рабочего эталона массовой концентрации твердых частиц.

6.5.3 Толерантный интервал должен содержать 75 % всех возможных значений концентрации твердых частиц ± 25 % заданного значения эталона массовой концентрации твердых частиц с 95 %-ным уровнем доверия.

6.5.4 При невыполнении любого из указанных требований должны быть исследованы характеристики системы по отношению:

a) к процедурам проведения испытаний для ручного референтного метода;

b) месту отбора проб;

c) порядку проведения отбора проб;

d) применимости аналитического принципа измерений;

e) изменению условий работы предприятия;
f) изменению состава твердых частиц;
g) числу или уровню калибровочных данных.

7 Процедуры испытаний для оценки характеристик

7.1 Проверка времени отклика

7.1.1 Автоматический мониторинг при неэкстрактивном отборе проб

Испытание проводят до установки системы на трубе. Испытание может быть проведено на месте мониторинга. Настраивают измерительную систему и проводят измерения в соответствии с инструкциями производителя с учетом оптической длины пути датчика, которая должна соответствовать размеру трубы (диаметру) при его установке. Интервал измерений анализатора устанавливают в соответствии с 7.2.1.1 и 7.3.3.

Проверка отклика

Подают на вход анализатора искусственный исходный эталон с массовой концентрацией твердых частиц на уровне 95 % диапазона измерений пять раз и регистрируют время, необходимое системе для достижения 90 %-ного уровня конечного нулевого значения или соответствующего значения эталона массовой концентрации твердых частиц. Форма С-1 для представления данных приведена в приложении С.

7.1.2 Автоматический мониторинг при экстрактивном отборе проб

Испытание проводят на установленной в газоходе системе для учета влияния пробоотборника, линии отбора проб и временного интервала отбора проб (если используется) на измерения.

7.2 Настройка нуля и интервала измерений в условиях применения

7.2.1 Автоматический мониторинг при неэкстрактивном отборе проб

Устанавливают систему автоматического мониторинга в испытуемый газоход и выполняют следующие настройки и измерения:

7.2.1.1 Предварительные настройки

Сразу после установки системы проводят настройку нуля и интервала измерений, выбирая частоту, рекомендуемую производителем.

Настройка нуля

После обеспечения устойчивой нулевой массовой концентрации твердых частиц в газоходе (состояние чистого газохода) выполняют настройку нуля. Если это состояние не реализуемо, то настройку нуля проводят с помощью моделирования состояния чистого газохода.

Интервал измерений

Вычисляют интервал измерений автоматической системы непрерывного мониторинга при установленной массовой концентрации твердых частиц.

7.2.1.2 Заключительные настройки

После проведения предварительных настроек системы и запуска производственных мощностей (исследуемой установки) до достижения нормальной рабочей температуры перепроверяют рекомендуемые настройки.

7.2.1.3 Определение нестабильности нуля и интервала измерений

В конце установленного периода работы системы определяют изменение настроек нуля и интервала измерений за время работы по сравнению с начальными настройками. Эти изменения являются показателями нестабильности нуля и интервала измерений.

7.2.2 Автоматический или экстрактивный отбор проб

Испытание выполняют на установленной в газоходе системе для учета влияния процесса отбора проб на измерения.

7.3 Калибровка системы

Методики мониторинга применимы, если можно установить зависимость между массовой концентрацией твердых частиц и характеристикой частиц, которую можно измерить. Зависимость устанавливают, используя градуировочную функцию (см. приложение А), которая обрабатывается статистически для проверки и подтверждения применимости используемой методики. Градуировочная функция может быть линейной либо нелинейной.

После установления наиболее соответствующей градуировочной функции и ее проверки с использованием соответствующей статистической обработки данных систему считают откалиброванной и выдающей достоверные данные. Статистическая обработка данных (при линейной и нелинейной градуировочных функциях) приведена в приложении А.

7.3.1 Начальное время работы

После проведения заключительных настроек система должна проработать в нормальном режиме в течение 168 часов перед проведением испытаний.

7.3.2 Время испытаний

По окончании начального времени работы проводят калибровку «на месте».

7.3.3 Проверка нестабильности нуля и интервала измерений

Проводят проверку настройки нуля и интервала измерений в соответствии с инструкциями производителя. Для проверки системы используют минимальное число процедур, которые включают процедуру моделирования нулевого и контрольного (соответствующего интервалу измерений) значений массовой концентрации твердых частиц. В любой момент времени измерительная система может вводить автоматические поправки без вмешательства оператора. Определяют нестабильность нуля и нестабильность интервала измерений каждый день в течение семи последовательных дней. Регистрируют значения всех автоматических или введенных вручную поправок на нестабильность нуля или нестабильность интервала измерений. Форма С-2 для представления данных приведена в приложении С.

При автоматическом контроле нуля и интервала измерений сигнальное или записывающее устройство должны показывать, когда введенные поправки превысили установленные пределы.

7.3.4 Градуировочная функция

Для определения общего выброса твердых частиц источником в пределах нормального режима технологического процесса выполняют измерения, по крайней мере, трех уровней массовой концентрации твердых частиц методом, установленным в ИСО 9096, в месте, совместимом с применением данного метода. Повторяют измерения для трех уровней концентрации для получения результатов, по крайней мере, девяти измерений. Одновременно проводят измерения с использованием системы мониторинга в выбранном месте. Концентрации следует изменять в порядке возрастания от нижних значений до верхних, включая промежуточные значения. Данное требование реализуют предпочтительно изменением режима загрузки во время процесса, насколько это возможно при нормальном режиме работы. Альтернативой является изменение уровней выбросов соответствующей настройкой системы контроля твердых частиц, если это возможно.

Данные проверки системы мониторинга и данные, полученные в соответствии с ИСО 9096, оформляют в соответствии с формой С-3, приведенной в приложении С. Данные системы мониторинга усредняют в соответствии с периодами испытаний ручным референтным методом.

Приложение А
(обязательное)

Статистическая обработка данных

А.1 Линейная градуировочная функция (линия регрессии)

Для построения градуировочного графика используют данные, приведенные в таблице D.1 (приложение D). По оси абсцисс откладывают значения показаний прибора, а по оси ординат — значения массовой концентрации. Линию регрессии строят по полученным точкам методом наименьших квадратов.

$\hat{y}$ — предсказанное значение массовой концентрации, основанное на градуировочном графике, в противоположность эмпирическому значению y, основанному на стандартизованном референтном ручном методе.

Предсказанное значение массовой концентрации (общий вид регрессии) вычисляют по формулам

$$\hat{y} = b_0 + b_1(x); \tag{А.1}$$

$$b_0 = \overline{y} - b_1\overline{x}; \tag{А.2}$$

$$b_1 = \frac{\sum(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sum(x_i - \overline{x})^2}, \tag{А.3}$$

где x — эмпирическое значение измеряемого параметра [см. форму С-3 (приложение С)];

y — эмпирическое значение массовой концентрации по ИСО 9096;

$\hat{y}$ — предсказанное значение массовой концентрации [см. форму С-3 (приложение С)];

x_i, y_i — абсолютные значения отдельных результатов измерений;

$\sum x_i, \sum y_i$ — суммы отдельных значений;

$\overline{x}, \overline{y}$ — средние значения, вычисляемые по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \overline{x} &= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i; \\ \overline{y} &= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i. \end{aligned}\right\} \tag{А.4}$$

где n — число точек.

А.2 Определение коэффициента корреляции при линейной регрессии

Коэффициент корреляции r в общем виде вычисляют по формуле

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2\right]^{\frac{1}{2}}\left[\sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y})^2\right]^{\frac{1}{2}}}. \tag{А.5}$$

Коэффициент корреляции может быть выражен также через b_1 из формулы (А.3) и вычислен по формуле

$$r = \frac{b_1\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2\right]^{\frac{1}{2}}}{\left[\sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y})^2\right]^{\frac{1}{2}}}. \tag{А.6}$$

А.3 Определение доверительного интервала для линейной регрессии

Доверительный интервал, имеющий верхнюю и нижнюю границы, для среднего значения в точке X вычисляют по формуле

$$y = \hat{y} \pm t_{\frac{\alpha}{2}n-2} \cdot S\left[\frac{1}{n} + \frac{(x - \overline{x})^2}{S_{xx}}\right]^{\frac{1}{2}}, \tag{А.7}$$

где $t_{\frac{\alpha}{2}n-2}$ — значение t-распределения (см. таблицу А.1);

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2 = \sum x_i^2 - n\overline{x}^2; \quad (A.8)$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y})^2 = \sum y_i^2 - n\overline{y}^2; \quad (A.9)$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y}) = \sum x_i y_i - n\overline{xy}; \quad (A.10)$$

$$S = \left(\frac{S_{yy}}{n-2}\right)^{\frac{1}{2}}\left(1 - \frac{S_{xy}^2}{S_{xx}S_{yy}}\right)^{\frac{1}{2}}. \quad (A.11)$$

По формуле (А.4) вычисляют

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i;$$

$$\overline{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i.$$

А.4 Определение толерантной области при линейной регрессии

Толерантная область, имеющая верхнюю и нижнюю границы, для 75 % значений совокупности в точке X вычисляют по формуле

$$y = \hat{y} \pm ks, \quad (A.12)$$

где $k = U_{n'} \cdot v_{n-2}$ и $n' \geq 2$,

$U_{n'}$ — коэффициент толерантности (см. таблицу А.1);

v_{n-2} — коэффициент (см. таблицу А.1);

$n' = \dfrac{n}{1 + \dfrac{n(x - \overline{x})^2}{S_{xx}}}$ — вычисленный размер случайной выборки.

А.5 Квадратичная градуировочная функция (кривая регрессии)

Нелинейность может быть выражена коэффициентами регрессии более высокого порядка или экспоненциальной функцией. Для выражения высшего (второго) порядка необходима квадратичная регрессия.

Массовую концентрацию y вычисляют по формуле

$$y = b_1 x + b_2 x^2 + \varepsilon x, \quad (A.13)$$

где x — измеряемый параметр;

b_1, b_2 — постоянные величины;

ε — член, имеющий нормальное распределение с нулевым средним значением и постоянной дисперсией: при умножении на x (т.е. εx) дает постоянную относительную погрешность.

В этом примере погрешность измерения массовой концентрации является постоянной долей измеряемого параметра, т.е. погрешность пропорциональна x.

Формулу (А.13) преобразуют следующим образом:

$$\frac{\hat{y}}{x} = b_1 + b_2 x + \varepsilon. \quad (A.14)$$

Таким образом, квадратичная регрессия может быть сведена к линейной регрессии: y/x на x. Калькулятор, который оперирует с линейными регрессиями, может быть применен к регрессии y/x на x, получая b_1 как отсекаемый отрезок по оси ординат, b_2 как угловой коэффициент и R как остаточную сумму квадратов (см. А.7), или вычисляют

$$A = \sum x_i;$$

$$B = \sum y_i;$$

$$C = \sum y_i / x_i;$$

$$D = \sum x_i^2.$$

Таким образом, значения b_1 и b_2 вычисляют по формулам:

$$b_1 = \frac{CD - AB}{nD - A^2}; \quad (A.15)$$

$$b_2 = \frac{nB - AC}{nD - A^2}. \quad (A.16)$$

А.6 Определение коэффициента корреляции для квадратичной регрессии

Коэффициент корреляции r вычисляют по формуле

$$r = (1 - R/E)^{\frac{1}{2}}, \quad (A.17)$$

где

$$R = \sum y_i^2 / x_i^2 - \frac{C^2 D + nB^2 - 2ABC}{nD - A^2}; \quad (A.18)$$

вычисление A, B, C и D приведено в А.5,

$$E = \sum y_i^2 / x_i^2. \quad (A.19)$$

А.7 Определение доверительных интервалов для квадратичной регрессии

Двухсторонний доверительный интервал $100(1 - \alpha)$, %, для x — среднего значения, полученного по градуировочному графику, вычисляют по формуле

$$y = b_1 x + b_2 x^2 \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} \left(\frac{VR}{n-2} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (A.20)$$

Двухсторонний толерантный интервал $100(1 - \alpha)$, %, для единичного измерения вычисляют по формуле

$$\hat{y} = b_1 x + b_2 x^2 \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} \left[\frac{(V + x^2)R}{n-2} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (A.21)$$

где R — вычисляют по формуле (А.18);

V — вычисляют по формуле

$$V = \frac{Dx^2 - 2Ax^3 + nx^4}{nD - A^2}. \quad (A.22)$$

А.8 Определение толерантной области для квадратичной регрессии

Толерантную область, имеющую верхнюю и нижнюю границы, для установленной совокупности значений в точке X вычисляют по формуле

$$y = \hat{y} \pm kx \left[\frac{R}{n-2} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (A.23)$$

Таблица А.1 — t-распределение и коэффициенты толерантности

$n - 2$	t_{n-2}	v_{n-2}	n'	$U_{n'}$
7	2,365	1,797 2	7	1,233
8	2,306	1,711 0	8	1,223
9	2,262	1,645 2	9	1,214
10	2,228	1,593 1	10	1,208
11	2,201	1,550 6	11	1,203
12	2,179	1,515 3	12	1,199
13	2,160	1,485 4	13	1,195
14	2,145	1,459 7	14	1,192
15	2,131	1,473 3	15	1,189
16	2,120	1,417 6	16	1,187
17	2,110	1,400 1	17	1,185
18	2,101	1,384 5	18	1,183
19	2,093	1,370 4	19	1,181
20	2,086	1,357 6	20	1,179

Приложение В
(справочное)

Возможные схемы отбора проб

Для получения представительных измерений могут применяться следующие схемы отбора проб.

В.1 Отбор проб в точке

Отбор проб проводят в установленной точке газового потока. Такую схему применяют при экстрактивном отборе проб зондом и неэкстрактивном отборе проб, когда аналитический объем ограничивается до точки в поперечном сечении.

В.2 Отбор проб по линиям

Отбор проб проводят одновременно в нескольких точках на линии отбора проб. Точки образуют линию в плоскости поперечного сечения газохода. Этот способ отбора проб используют, главным образом, при анализе неэкстрактивными оптическими методами с большой длиной оптического пути.

В.3 Отбор проб на плоскости

Отбор проб проводят на более чем одной линии в плоскости поперечного сечения газохода. Необходимы, по крайней мере, две линии, расположенные под углом друг к другу, чтобы приблизиться к плоскости поперечного сечения. Если распределение частиц значительно отличается от однородного, то необходимо большее число линий отбора проб в плоскости для достижения более точного определения содержания частиц. Применяют как экстрактивный, так и неэкстрактивный способы отбора проб. Однако неэкстрактивный способ, вероятно, более легко осуществим.

Приложение С
(справочное)

Формы представления данных

Форма С-1 — Данные проверки времени отклика системы

Дата испытания _____ Место проведения испытания _____

Эталон массовой концентрации частиц _____ % диапазона измерений.

Установка интервала измерений анализатора _____ % диапазона измерений.

При нарастании сигнала
1 _____ с
2 _____ с
3 _____ с
4 _____ с
5 _____ с

При спаде сигнала
1 _____ с
2 _____ с
3 _____ с
4 _____ с
5 _____ с

Среднее время отклика _____ с

Форма С-2 — Данные проверки нестабильности нуля и интервала измерений

Настройка нуля _____ Дата проведения испытания _____

Настройка интервала измерений _____

Дата и время	Нулевое показание (до проведения настройки)	Нестабильность нуля	Показания (после настройки нуля, но перед настройкой интервала измерений)	Нестабильность интервала измерений

Нестабильность нуля = Среднее значение нестабильности нуля* _____

+ Поправочный коэффициент (нуль) _____ = _____

Нестабильность интервала измерений = Среднее значение нестабильности интервала измерений* _____

+ Поправочный коэффициент (интервал измерений) _____ = _____

*Абсолютное значение.

Форма С-3 — Данные проверки градуировочной функции в условиях применения

Номер	Дата и период времени	Значение (x) измеряемого параметра*	Значение (y), полученное референтным методом, мг/м^3
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

* Данные непрерывного мониторинга, усредненные для соответствующего периода отбора проб при измерении референтным методом (см. ИСО 9096).

Приложение D
(справочное)

Примеры вычислений

D.1 Градуировочная функция

Данные испытаний в условиях применения неэкстрактивной системы непрерывного мониторинга, для которой измеряемым параметром является ослабление (экстинкция) света, приведены в таблице D.1.

Таблица D.1

Номер серии	Референтный метод (x), мг/м^3	Экстинкция (y)
1	64	0, 3060e^{-1}
2	55	0,3060e^{-1}
3	53	0,3080e^{-1}
4	49	0,2900e^{-1}
5	17	0,1100e^{-1}
6	24	0,1360e^{-1}
7	25	0,1440e^{-1}
8	39	0,2030e^{-1}
9	16	0,9900e^{-2}

По формуле (А.4) $x = 0,02113$.

В соответствии с формулой (А.1) уравнение линии регрессии будет иметь следующий вид:

$$y = -2,943 + 1937\,x,$$

где —2,943 — отрезок, отсекаемый на оси ординат y;

1937 — значение углового коэффициента (чувствительность).

Градуировочный график приведен на рисунке D.2.

D.2 Коэффициент корреляции

Коэффициент корреляции r вычисляют, используя данные для построения градуировочного графика (см. рисунок D.2) по формуле (А.6)

$$r = 0,9803.$$

D.3 Доверительный интервал

Доверительный интервал вычисляют по формуле (А.7) для t-распределения с $\alpha = 0,05$ и $(n - 2)$ степенями свободы. Графическое представление приведено на рисунке D.2. Доверительный интервал определяет верхний и нижний пределы, в которые среднее значение линии регрессии попадает с 95 %-ной доверительной вероятностью.

D.4 Толерантный интервал

Толерантный интервал вычисляют по формуле (А.12) для t-распределения с $\alpha = 0,05$ и $(n - 2)$ степенями свободы. Графическое представление приведено на рисунке D.2. Толерантный интервал определяет верхний и нижний пределы, в которых 75 % значений совокупности находится с доверительной вероятностью 95 %.

Доверительный и толерантный интервалы на рисунке D.2 отражают расхождения в пределах при отклонении показания прибора от среднего значения, которое соответствует приблизительно 40 мг/м^3. Это означает, что данный прибор измеряет с большей точностью для регулярного нормативного контроля, если он откалиброван по среднему значению для норматива выбросов приблизительно 40 мг/м^3.



Схемы отбора проб

Экстрактивный — необходим интерфейс для транспортировки и(или) подготовки пробы:

- непрерывный
- интегрированный — во времени,
- точечный
- маршрутный — в пространстве;
- подготовка – физическими и/или химическими методами.

«На месте» (неэкстрактивный) — не требуется транспортировка или подготовка пробы:

- обычно непрерывный;
- точечный
- маршрутный — в пространстве.
- интегрированный

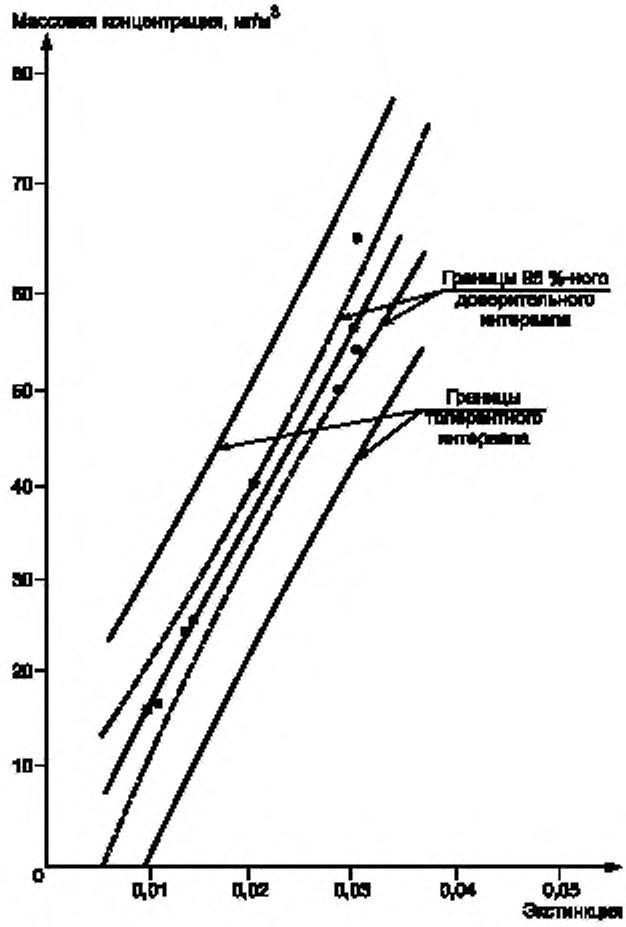
Схемы анализа (принципы измерений):

- электрооптический (спектрофотометрический/фотометрический);
- электромагнитный;
- электростатический;
- ядерный.

Схемы обработки сигнала/отображения данных:

- аналоговый метод — измерительное устройство или самописец;
- цифровой метод — регистрация или распечатка;
- непрерывный
- интегрированный — временное отображение.

Рисунок D.1 — Варианты измерительной системы



Эмпирические данные

Примечание — Границы интервалов построены для регрессии $y = -2{,}943 + 1937x$, коэффициент корреляции 0,980 3.

Рисунок D.2 — Линейный градуировочный график

Приложение Е
(справочное)

Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам

Обозначение ссылочного международного документа	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 4225:1994	*
ИСО 7504:2001	*
ИСО 6879:1995	ГОСТ Р ИСО 6879—2005 Качество воздуха. Характеристики и соответствующие им понятия, относящиеся к методам измерений качества воздуха
ИСО 9096:2003	*
ИСО 9169:1994	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

УДК 504.3:006.354 ОКС 13.040.40 Т58

Ключевые слова: воздух, качество, загрязнение воздуха, отработанные выбросы, мониторинг загрязнения атмосферы, технические требования, характеристики и испытания

Редактор *О.В. Гелемеева*
Технический редактор *О.Н. Власова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 04.08.2006. Подписано в печать 21.08.2006. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,40. Тираж 270 экз. Зак. 583. С 3181.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «Стандартинформ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru