



ФГУП «ВНИИМ ИМ. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

Разработка нормативной документации в области метрологического обеспечения для автоматических систем контроля промышленных выбросов

Конопелько Л.А.,
Кустиков Ю.А.,
Попов О.Г.



Законодательные требования

Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ (в ред.ФЗ-252 от 29.07.2018) внесены изменения в законы об охране окружающей среды, в соответствии с которыми устанавливается необходимость оснащения **стационарных источников загрязнений на объектах первой категории** автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ <...>, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ <...> в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на основании программы создания системы автоматического контроля.



Законодательные требования

ФЗ-219

- Стационарные источники объектов I категории, перечень которых устанавливается Правительством РФ, должны быть **оснащены автоматическими средствами измерения**
- **Требования** к автоматическим средствам измерения определяются в соответствии с **законодательством РФ об обеспечении единства измерений**
- **Перечень стационарных источников**, включая перечень ЗВ, контролируемых автоматическими средствами измерения, устанавливает Правительство РФ

ФЗ-252 от 29.07.2018

- **Срок создания** предприятиями систем автоматического контроля **не может превышать четыре года со дня получения (или пересмотра) КЭР**
- Правительство Российской Федерации определяет:
 - **требования** к автоматическим средствам измерения и учета показателей выбросов и сбросов, а также к техническим средствам передачи информации;
 - **виды технических устройств**, оборудования на объектах I категории, выбросы, сбросы от которых подлежат **автоматическому контролю**;
 - **правила создания и эксплуатации системы** автоматического контроля

Перечень показателей выбросов, измерения и учет которых должны осуществлять АИС

(в соответствии с проектом НПА «Требования к автоматическим средствам измерений и учета показателей выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ»)

- а) концентрации загрязняющих веществ, мг/м³;**
- б) показатели отходящих газов, в том числе:**
 - **объемного расхода отходящих газов, м³/ч;**
 - **давления отходящих газов, кПа;**
 - **температуры отходящих газов, °С;**
 - **содержания кислорода в отходящих газах, % (при необходимости, обусловленной методиками расчета массы и (или) объема выбросов);**
 - **влажности отходящих газов, %, (при необходимости, обусловленной методиками расчета массы и (или) объема выбросов);**
- в) массы и (или) объема выбросов загрязняющих веществ.**



Перечень вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения для различных видов стационарных источников

(в соответствии с проектом НПА «Правила создания и эксплуатации систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ»)

Азота оксиды (диоксид и оксид)	Водород фтористый
Серы диоксид	Водород хлористый
Аммиак	Углерода оксид
Сероводород	Взвешенные вещества (пыль)



Обязательные метрологические требования к измерениям, в области контроля вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и технологических выбросах

(в соотв. с Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 7 декабря 2012 г. № 425 (с изм.).)

Компонент	Диапазон	Погрешность
Воздух		
стойкие органические загрязнители	от 10^{-10} до 10^{-7} мг/м ³	+/- (25....72) %
органические и неорганические вещества	от 10^{-7} до 100 мг/м ³	+/- (10....25) %
Выбросы		
органические и неорганических вещества	от 10^{-7} до 50000 мг/м ³ (от 10^{-7} до 50000 млн ⁻¹)	+/- (8....25) %

Обязательные метрологические требования к измерениям, в области контроля вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и технологических выбросах

Компонент	Диапазон	Погрешность
Воздух		
температура	от минус 50 до 60 °С	+/- 0,5 %
давление	от 600 до 1100 гПа	+/- (10....25) %
влажность	от 10 % до 98 %	+/- (2...10) %
Выбросы		
температура	от минус 50 до 1300°С	+/- (0,5....10) % +/- (0,3....5) °С
давление	от 40 до 110 кПа	+/- (0,1...3) кПа, при t 0...60 °С; +/- 1 кПа, при t -20... 0 °С
скорость газопылевых потоков V, м/с	от 1 до 100 м/с	+/- (4...25) %

В настоящее время существуют следующие **нормативно-технические документы**, в которых рассмотрены различные аспекты измерений ЗВ в промышленных выбросах с помощью АИС:

- Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС НДТ 22.1-2016 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения» (раздел 3.4 «Требования к метрологическому обеспечению системы производственного экологического контроля»);
- Предварительный национальный стандарт ПНСТ 187-2017 «Наилучшие доступные технологии. Автоматические системы непрерывного контроля и учета выбросов вредных (загрязняющих) веществ тепловых электростанций в атмосферный воздух. Основные требования»;



- **ГОСТ Р ЕН 15259-2015** «Выбросы стационарных источников. Требования к выбору измерительных секций и мест измерений, цели и плану измерений и составлению отчета»;
- **ГОСТ Р ИСО 10396-2012** «Выбросы стационарных источников. Отбор проб при автоматическом определении содержания газов с помощью постоянно установленных систем мониторинга»;
- **ГОСТ Р ИСО 10849-2006** «Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации оксидов азота. Характеристики автоматических измерительных систем в условиях применения»;
- **ГОСТ Р ИСО 7935-2007** «Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации диоксида серы. Характеристики автоматических методов измерений в условиях применения»;
- **ГОСТ Р ИСО 12039-2011** «Выбросы стационарных источников. Определение содержания монооксида углерода, диоксида углерода и кислорода. Характеристики и калибровка автоматических измерительных систем в условиях применения».



Основные требования к измерениям с помощью АИС, обеспечивающие достоверность результатов

- К измерению промышленных сбросов и выбросов могут допущены только АИС прошедшие процедуру испытаний в аккредитованных лабораториях.
- АИС должна соответствовать требованиям к допустимым погрешностям измерений, установленным в нормативных документах для выбросов (в РФ эти требования сформулированы в **приказе Минприроды № 425 от 7 декабря 2012 г.** «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и выполняемых при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности измерений»).

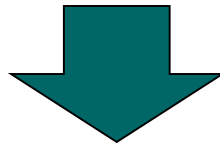


Основные требования к измерениям с помощью АИС, обеспечивающие достоверность результатов

- Результаты измерения контролируемых веществ в промышленных сбросах выбросах должны прослеживаться к национальным эталонам (для газовых компонентов промышленных выбросов - ГЭТ 154-2016, ГЭТ 164-2016; для компонентов промышленных сбросов - ГЭТ 176-2013, ГЭТ 208-2014, ГЭТ 54-2011, ГЭТ 156-2015).
- Должен осуществляться постоянный мониторинг качества измерений АИС по процедурам, установленным в нормативно-технической документации (стандартах и методиках измерения и поверки).

Проблемы, выявленные при анализе процедур испытаний и верификации АИС, влияющие на достоверность результатов измерений

- Как правило, нормируется только **основная погрешность** измерений концентраций ЗВ, значение которой является критерием допустимости использования АИС (в то время как **суммарная погрешность** (основная + дополнительные) могут значительно **превышать** нормативный предел);
- Не проводится **оценка погрешности**, возникающей при **пробоотборе**, в АИС, использующих пробоотбор при анализе;
- Не проводится испытания АИС **на реальной среде** (в полевых условиях или на установках, моделирующих реальные условия эксплуатации).



Необходимы специальные нормативно-технические документы, регламентирующие процедуры испытания и верификации МХ АИС

Обеспечение достоверности измерений при контроле выбросов

(опыт развитых стран)

В ЕС, в частности ФРГ, за **последние 40 лет** накоплен огромный опыт по созданию и эксплуатации автоматических систем контроля промышленных выбросов.

Параметры контроля выбросов (в том числе номенклатура контролируемых веществ и метрологические характеристики измерительных систем) установлены на законодательном уровне в **Директиве от 24 ноября 2010 года № 2010/75/ЕС** «О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним)».

Для АИС они следующие:

Топливо-сжигающие установки

Компонент	Погрешность
Оксид углерода	10%
Диоксид серы	20%
Оксиды азота	20%
Пыль	30%

Мусоросжигающие установки

Компонент	Погрешность
Монооксид углерода	10%
Диоксид серы	20%
Диоксид азота	20%
Общее содержание пыли	30%
Общее содержание органического углерода	30%
Хлорид водорода	40%
Фторид водорода	40%

Международный опыт использования АИС (нормативно-техническая база и обеспечение достоверности измерений)

Существующая **база европейских стандартов** позволяет достаточно эффективно решать проблемы контроля промышленных выбросов с целью выполнения Директив ЕС по их кардинальному снижению.

Однако применение международных стандартов (в частности европейских стандартов EN) по контролю выбросов (**около 30-ти наименований**) требует **их адаптации** к отечественному законодательству в области обеспечения единства измерений (установлению норм погрешности, средств обеспечения качества измерений и пр.).

Стандарты ЕС для обеспечения качества измерений промышленных выбросов

В соответствии со стандартом **EN 14181 («Стационарные источники выбросов - Гарантия качества измерений с помощью автоматических систем»)** только проверенные системы измерения и сбора данных **(необходимы обязательные сертификационные испытания!)** допускаются для непрерывных измерений выбросов для контролирующих органов.

Требования по сертификации измерительных систем изложены в европейском стандарте:

EN 15267: «Качество воздуха – Сертификация автоматических систем измерения»

часть 1: «Общие принципы»,

часть 2: «Первичная оценка Системы менеджмента качества производителя и контроль процесса производства после сертификации».

Кроме того, дополнительно используется следующий стандарт

EN 15267 Часть 3: «Минимальные требования и процедуры испытаний для автоматических средств измерений контроля выбросов от стационарных источников»



Стандарт EN 15259 (ГОСТ Р EN 15259-2015)

Качество воздуха. Выбросы стационарных источников.
Требования к выбору измерительных секций и мест измерений,
цели и плану измерений и составлению отчета

Устанавливают требования для:

- Участков измерения
- Измерительных площадок
- Задач измерений / стратегий по отбору проб
- План измерений

Обеспечение качества непрерывных измерений выбросов (НИВ) в соответствии со стандартами ЕС



Проверка пригодности АИС в соответствии с EN 15267-3

Проверка на пригодность состоит из испытаний в **лабораторных условиях** и **(обязательно!) в полевых условиях (на реальных средах)**

Требуется подтвердить:

- Соответствие **метрологическим характеристикам** – их соответствие законодательным требованиям (при проверке на пригодность установленная погрешность должна составлять $< 75\%$ допустимой по закону)
- **Диапазон измерений** (сертификационный диапазон)
- **Основные технические характеристики и эксплуатационную готовность – 95 % времени эксплуатации**
- АИС должно соответствовать **дополнительным требованиям по устойчивости к изменениям внешних условий**
- Соответствие **дополнительным метрологическим требованиям**, например, чувствительности, линейности, ...



Проверка пригодности в соответствии с EN 15267-3

Проверке на пригодность подлежит вся АИС в сборе!

Не только анализатор, но и **пробоотборный зонд, пробоотборная линия, устройства пробоподготовки - охладитель измеряемого газа и др.**

В связи с этим, **в сертификате на систему указывается подробный состав устройства.**



Состояние выполнения задач

Разрабатываются ГОСТ Р (окончание разработки 2018 г.):

1. **ГОСТ Р ГСИ НДТ.** «Метрологическое обеспечение автоматических измерительных систем для контроля вредных промышленных выбросов. Основные положения»
2. **ГОСТ Р ГСИ НДТ** «Автоматические измерительные системы для контроля вредных промышленных выбросов. Методы и средства испытаний»
3. **ГОСТ Р ГСИ НДТ** «Автоматические измерительные системы для контроля вредных промышленных выбросов. Методика поверки»



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Основные положения»

Содержание

- 1 Область применения
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Термины, определения и сокращения
 - 4 Общие положения
 - 5 Установление и нормирование метрологических характеристик
 - 6 Метрологическая экспертиза
 - 7 Испытания для целей утверждение типа
 - 8 Поверка и калибровка
 - 9 Метрологический надзор
- Библиография



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Основные положения»

Для АИС устанавливают следующие метрологические характеристики:

- диапазон измерений;
- погрешность измерительных каналов газов в условиях эксплуатации;
- дополнительную погрешность измерительных каналов газов газоанализаторов при отборе, транспортировке и подготовки пробы;
- основную и дополнительные погрешности измерительных каналов содержания взвешенных (твердых) частиц, температуры, давления, скорости и объемного расхода газового потока;
- интервал времени работы газоанализаторов без корректировки показаний.



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Основные положения»

Метрологическая экспертиза

Метрологической экспертизе подвергают следующую документацию:

- техническое задание или заменяющий его документ на разработку АИС КВ;
- проектную документацию и ЭД, предназначенную для монтажа, наладки и эксплуатации АИС КВ;
- заявку на проведение испытаний АИС КВ для целей утверждения типа.

Установленные АИС КВ подлежат **федеральному государственному метрологическому надзору** уполномоченными организациями в порядке, установленном в нормативных документах.



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Основные положения»

Испытания для целей утверждения типа АИС КВ проводят по программам и в порядке, установленном в нормативных документах, и в соответствии с ГОСТ Р ХХХХ-ХХХХ «ГСИ. НДТ. Автоматические измерительный системы для контроля вредных промышленных выбросов. Методы и средства испытаний».

Поверку и калибровку АИС КВ проводят по методике поверки, разработанной и апробированной в ходе испытаний АИС КВ, а также в соответствии с требованиями нормативно-технических документов и ГОСТ Р ХХХХ-ХХХХ «ГСИ. НДТ. Автоматические измерительные системы для контроля вредных промышленных выбросов. Методика поверки».



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методика поверки»

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Область применения
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Термины, определения и сокращения
 - 4 Общие положения
 - 5 Операции поверки
 - 6 Средства и методы поверки
 - 7 Требования безопасности
 - 8 Условия поверки
 - 9 Подготовка к поверке
 - 10 Проведение поверки
 - 11 Оформление результатов поверки
- Приложение А (обязательное) Схемы поверки ИК АИС КВ
Приложение Б (рекомендуемое) Протокол поверки
Библиография



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методика поверки»

Поверку АИС КВ проводят в соответствии с **методикой поверки**, которую разрабатывают в ходе испытаний системы с целью утверждения типа в соответствии с требованиями настоящего ГОСТ.

Поверку АИС КВ проводит **АЛ, аккредитованная на право поверки СИ в соответствующей области измерений.**

Первичную поверку АИС КВ проводят после монтажа системы, прошедшей испытания, на стационарном источнике загрязнений и ее **опытной эксплуатации в течение не менее месяца, а также после ремонта ИК системы.**

Периодические поверки АИС КВ проводят в сроки в соответствии с интервалом между поверками, установленным в ходе проведения испытаний АИС КВ с целью утверждения типа и приведенным в свидетельстве об утверждении типа.

Поверка АИС КВ включает **следующие операции:**

- **определение МХ газоаналитического ИК АИС КВ, ИК содержания взвешенных (твердых) частиц, ИК параметров газового потока;**
- **проверку технических средств фиксации и передачи информации.**

Проверка технических средств фиксации и передачи информации включает проверку передачи информации от аналитического оборудования на АРМ системы при определении МХ каждого ИК, а также подтверждение соответствия параметров автономного специализированного ПО параметрам, указанным в ОТ АИС КВ.



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методика поверки»

Определение МХ газоаналитического ИК АИС КВ проводят **без демонтажа** системы на стационарном источнике загрязнений следующими методами:

- с отбором проб отходящих газов и их последующим анализе в лабораторных условиях в АЛ или на объекте;
- с использованием смесей ГСО-ПГС;
- с использованием мобильного поверочного комплекса с отбором проб отходящих газов;
- с использованием мобильного поверочного комплекса на среде имитирующей реальную среду.

Определение МХ ИК содержания взвешенных (твердых) частиц проводят **с демонтажем системы лабораторных условиях в АЛ или на объекте с использованием тестового аэрозоля и (или) светофильтров.**

ИК взвешенных (твердых) частиц АИС КВ при установке системы и при изменении технологических режимов подвергаются **обязательной калибровке на реальной среде по реальным частицам.** В этой связи, необходимо обеспечить:

- проведение АЛ калибровки ИК взвешенных (твердых) АИС по аттестованной методике измерений;
- оформление свидетельства о калибровке, как обязательного приложения к свидетельству о поверке, с указанием значения нового калибровочного коэффициента.



ГОСТ Р ГСИ. НДТ «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методика поверки»

Определение МХ ИК температуры, давления и влажности газового потока осуществляют двумя методами:

- **с демонтажем ИК** с использованием калибратора в лабораторных условиях в АЛ или на объекте;
- **без демонтажа ИК на объекте** на реальной среде отходящих газов с использованием эталонной системы для измерения параметров газопылевого потока.

Определение МХ ИК скорости/объемного расхода газового потока осуществляют **с демонтажем ИК** с использованием рабочего эталона единицы скорости воздушного потока в соответствии с ГОСТ 8.886 в лабораторных условиях в АЛ.



ГОСТ Р ГСИ. НДТ. «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методы и средства испытаний»

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Область применения
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Термины, определения и сокращения
 - 4 Общие положения
 - 5 Методы испытания АИС КВ
 - 6 Оценка защиты и идентификации ПО
 - 7 Определение интервала между поверками
 - 8 Анализ конструкции АИС КВ
 - 9 Проверка требований законодательства по точности измерений загрязняющих веществ и сопутствующих параметров газовых потоков
- ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Форма заявки на проведение испытаний АИС КВ с целью утверждения типа
- ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Принципиальные схемы установок для испытаний ИК АИС КВ
- Библиография



Основные принципы испытаний АИС

Испытания АИС КВ проводит АЛ, аккредитованная на право испытаний СИ в соответствующей области измерений, на основании заявки на проведение испытаний составленной по **форме, указанной в Приложении А ГОСТ Р.**

Заявка на проведение испытаний АИС КВ должна пройти процедуру **метрологической экспертизы** в АЛ, в ходе которой устанавливают полноту представленной информации о метрологических и технических характеристиках системы и ее соответствие требованиям нормативно-правовых документов.

Проводят испытания следующих составных частей АИС КВ:

- **газоаналитических ИК АИС КВ, ИК взвешенных (твердых) частиц, ИК параметров газового потока;**
- **технических средств фиксации и передачи информации.**

Испытания отдельных ИК АИС КВ **проводят в комплекте с системой пробоотбора.**



ГОСТ Р ГСИ. НДТ. «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методы и средства испытаний»

Для газоаналитических ИК АИС КВ проводят следующие испытания:

- проверку герметичности газовых коммуникаций;
- проверку температуры пробоотборной системы;
- **определение погрешности на средах ГСО-ПГС;**
- **определение погрешности на средах, имитирующих реальную газовую среду;**
- определение вариации показаний (выходного сигнала);
- определение времени прогрева;
- определение изменения выходного сигнала за 24 ч непрерывной работы.



ГОСТ Р ГСИ. НДТ. «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методы и средства испытаний»

Испытания газоаналитических ИК на соответствие требованиям к показателям погрешности, указанным в заявке на испытания, проводят в 2 этапа:

- с использованием ГСО-ПГС (многокомпонентных или бинарных) при их подаче на вход пробоотборного устройства (зонда) испытываемого ИК АИС КВ с определением основной погрешности;
- с использованием высокотемпературных увлажненных ГС, имитирующих реальную газовую среду. ГС с заданными параметрами температуры и влажности формируются газовом генераторе из газа-носителя, предварительно увлажненного в камере-увлажнителе и многокомпонентного ПГС-ГСО с определением погрешности в условиях эксплуатации.

Результаты испытания считают **положительными**, если для каждой точки проверки пределы погрешности, определенные на 2-ом этапе испытаний **не больше**, чем пределы установленные в соответствии с **требованиями законодательства по точности измерений загрязняющих веществ в промышленных выбросах.**



ГОСТ Р ГСИ. НДТ. «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ. Методы и средства испытаний»

Испытания ИК содержания взвешенных (твердых) частиц проводят с использованием аналитического оборудования рабочего эталона 1-го разряда единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах от 0,02 до 1500 мг/м³ и испытательной динамической камеры с помощью тестового аэрозоля.

Испытания ИК параметров газового потока (температура, давление, влажность) проводят с использованием оборудования для получения высокотемпературных многокомпонентных ГС и эталонной системы для определения параметров газопылевого потока.

Испытания ИК скорости газового потока проводят с использованием эталонной аэродинамической установки рабочего эталона 1-го разряда единицы скорости воздушного потока от 0,05 до 100 м/с.



ФГУП «ВНИИМ ИМ. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

