

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**



СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н.Пронин

М.П. «30» 06 2024 г.

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева
Чекирда Константин Владимирович

Государственная система обеспечения единства измерений

**Системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу
АО «Искитимцемент»**

Методика поверки

МП-242-2603-2024

Руководитель научно-исследовательского отдела
Государственных эталонов в области
физико-химических измерений

А.В. Колобова

Инженер 2-ой категории научно-исследовательского
отдела Государственных эталонов в области
физико-химических измерений

К.А. Заречнов

Санкт-Петербург

2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу АО «Искитимцемент» (далее – системы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых измерительных каналов системы к Государственным первичным эталонам единиц величин:

- Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019 в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2315;

- Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C ГЭТ 34-2020 в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253;

- Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений ГЭТ 95-2020 в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904;

- Государственный первичный специальный эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах ГЭТ 164-2016 в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2021 г. № 3105;

- Государственный первичный эталон единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм ГЭТ 156-2015 в соответствии с Приказом Росстандарта от 27.11.2018 г. № 2517;

- Государственный первичный специальный эталон единицы скорости воздушного потока ГЭТ 150-2012 в соответствии с Приказом Росстандарта 25.11.2019 г. № 2815.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: прямое измерение поверяемым средством измерений величины, воспроизведенной рабочим эталоном или стандартным образцом; непосредственное сличение поверяемого средства измерений с эталоном той же единицы величины.

Допускается проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с обязательной передачей информации об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики газоаналитических измерительных каналов (далее - ИК), ИК параметров пыли и ИК параметров газового потока, приведенные в таблицах А.1 - А.4 приложения А настоящей методики.

2. Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение погрешности газоаналитических ИК (с использованием ГСО)	Да	Да	10.1
Определение погрешности газоаналитических ИК и ИК объемной доли паров воды на объекте на реальной среде	Да	Да	10.2
Определение погрешности ИК параметров пыли	Да	Да	10.3
Определение поправочного коэффициента на объекте (на реальной среде) для ИК параметров пыли	Да	Да	приложение Г
Определение погрешности ИК температуры, давления, скорости газового потока	Да	Да	10.4

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С в соответствии с таблицей Б.1 (приложение Б);
 - атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
 - относительная влажность воздуха, % не более 90.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки системы допускаются лица, ознакомленные с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510, руководством по эксплуатации на систему, имеющие квалификацию поверителя, прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8, 10 Подготовка к поверке и опробование средства измерений; определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Вентиль точной регулировки с диапазоном рабочего давления от 0 до 150 кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм ¹⁾ Ротаметры для измерений объемного расхода (верхняя граница диапазона измерений 0,063 м ³ /ч, пределы допускаемой приведенной погрешности ±2,5 %) Трубка фторопластовая, диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм ¹⁾	Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160) Ротаметры РМФ-0,063 ГУЗ по ГОСТ 13045-80 Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87
8.1 Контроль условий поверки	Средства измерений параметров окружающей среды: диапазон измерений температуры от +5 °C до +40 °C, относительной влажности от 0 до 90 %, атмосферного давления от 840 гПа до 1067 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности по каналам: относительной влажности не более ±3 %, температуры не более ±0,4 °C, атмосферного давления ±5 гПа	Прибор комбинированный Testo-622 (рег. № в ФИФ ОЕИ ²⁾ 53505-13)
8.8.2 Проверка герметичности пробоотборного	Стандартные образцы состава газовых смесей (ГС) в баллонах под давлением – рабочие эталоны 1 и 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в	ГСО 10506-2014 ³⁾ (O ₂ /N ₂)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
зонда с обогреваемой линией	газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315 (характеристики ГС приведены в таблице В.1 приложения В настоящей МП)	
10.1 Определение погрешности газоаналитических ИК с использованием ГСО	Стандартные образцы состава газовых смесей (ГС) в баллонах под давлением – рабочие эталоны 1 и 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315 (характеристики ГС приведены в таблице В.1 приложения В настоящей МП)	ГСО 10506-2014 ³⁾
10.2 Определение погрешности газоаналитических ИК и ИК объемной доли паров воды на объекте на реальной среде	Рабочий эталон 1-го или 2-ого разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315	Комплекс переносной газоаналитический КПГ (рег. № в ФИФ ОЕИ 82390-21)
10.4.2 Определение погрешности ИК давления газового потока	Средства измерений и воспроизведения давления в диапазоне от -10 до +10 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,1 кПа.	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, модификация I (рег. № в ФИФ ОЕИ 42701-09) Калибраторы давления портативные Метран 501-ПКД-Р (рег. № в ФИФ ОЕИ 22307-09)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.4.1 Определение погрешности ИК температуры газового потока	Эталоны единицы температуры, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по ГПС (Приказ Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253), в диапазоне значений температуры от 0 °C до +250 °C	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-12-3 (рег. № в ФИФ ОЕИ 65421-16);
	Термостат жидкостный, диапазон воспроизведения температуры от 50 °C до 250 °C или шире, нестабильность поддержания температуры не более ±0,02 °C, неравномерность по рабочему объему не более ±0,02 °C.	Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (рег. № в ФИФ ОЕИ 33744-07);
	Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений температуры при использовании термопары или термопреобразователя сопротивления не более ±0,5 °C	Преобразователь сигналов ТС и ТП «Теркон» (рег. № в ФИФ ОЕИ 23245-08).
	Термостат для воспроизведения температуры точки таяния льда, воспроизводимая температура: 0 °C, нестабильность поддержания температуры ±0,02 °C, неравномерность по рабочему объему не более ±0,02 °C.	Сосуд Дьюара с водоледяной смесью.
10.4.3 Определение погрешности ИК скорости газового потока	Средства измерений и воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 mA, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: в режиме воспроизведения не более ±1 мкА	Калибратор электрических сигналов СА150 (рег. № в ФИФ ОЕИ 53468-13)

¹⁾ Все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 сноской «¹⁾», должны быть поверены (сведения о результатах поверки средств измерений доступны в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/cm/results>); газовые смеси и чистые газы в баллонах под давлением – иметь действующие паспорта.

²⁾ Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

³⁾ Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), не указанных в приложении В, и генераторов газовых смесей при выполнении следующих условий:

- номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в ГС должны соответствовать указанному для соответствующей ГС из таблицы приложения В;
- отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС к пределу допускаемой погрешности поверяемого средства измерений, должно быть не более 1/2.

Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице

6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

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

6.2 Концентрации вредных компонентов в воздухе рабочей зоны не должны превышать значений, приведенных в ГОСТ 12.1.005-88.

6.3 При работе с системой необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утверждённые приказом Минэнерго России № 811 от 12.08.2022 и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утверждённые приказом Минтруда России № 903н от 15.12.2020 (ред. от 29.04.2022).

6.4 Требования техники безопасности при эксплуатации ГС в баллонах под давлением должны соответствовать приказу Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением».

6.5 Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

6.6 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на систему и прошедшие необходимый инструктаж.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре системы, в том числе пробоотборного зонда и обогреваемой линии, должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида системы описанию типа средства измерений;
- отсутствие внешних повреждений и загрязнений, влияющих на работоспособность системы в целом и элементов системы в частности;
- комплектность и маркировка, которые должны соответствовать указанным в документе «Системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу АО «Искитимцемент». Руководство по эксплуатации»;
- исправность органов управления, настройки и коррекции;
- четкость всех надписей на лицевых панелях СИ;
- четкость и контрастность цифровых дисплеев СИ (при наличии).

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

При поверке должны быть проверены условия проведения поверки, указанные в п. 3 настоящей методики поверки. Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.

8.2 Проверить комплектность системы.

8.3 Подготовить систему к работе в соответствии с требованиями документа «Системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу АО «Искитимцемент». Руководство по эксплуатации».

8.4 Проверить наличие паспортов и сроки годности используемых при поверке газовых смесей (далее - ГС).

8.4.1 Выдержать баллоны с ГС в помещении, в котором проводят поверку, в течение не менее 24 ч.

8.5 Включить приточно-вытяжную вентиляцию.

8.6 При проведении поверки с использованием стандартных образцов ГС (п. 10.1 МП) подсоединяют фторопластовую трубку с выхода вентиля точной регулировки или баллонного редуктора, установленного на баллоне с ГС, через тройник на вход подачи газа пробоотборного зонда.

Расход ГС должен быть выше расхода, потребляемого системой. Контроль расхода осуществляют при помощи ротаметра.

8.7 При проведении поверки на реальной среде с использованием пробы газовых выбросов выполняют следующую операцию: устанавливают рабочий эталон 1-го или 2-ого разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315 (например – комплекс переносной газоаналитический КПГ) в условиях размещения поверяемой системы, в состав которой входит газоаналитический комплекс. Зонд КПГ вставляют в технологическое отверстие дымовой трубы рядом с зондом поверяемой системы, подключают к зонду трубопровод и проводят их нагрев до требуемой температуры (температуры зонда поверяемой системы) в соответствии с РЭ на КПГ.

Примечание - Допускается подключение зонда КПГ к тройнику, установленному на обогреваемом трубопроводе поверяемой системы (перед подачей анализируемого газа на вход газоаналитического комплекса).

Продувают зонд и трубопровод КПГ после их нагрева не менее 10 минут анализируемым газом, после чего проводят измерение массовой концентрации диоксида серы (SO_2).

8.8 Опробование

8.8.1 Проверка общего функционирования

Проверку общего функционирования средств измерений и устройств в составе системы проводят в процессе тестирования при их запуске в соответствии с РЭ на приборы.

Результаты проверки считаются положительными, если:

- отсутствует информация об отказах элементов, входящих в состав системы;
- на мониторе системы для всех поверяемых ИК индицируется текущая информация об измеряемых параметрах.

8.8.2 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией

Проверка осуществляется подачей ГС № 1 и ГС №2 (O_2/N_2) (таблица В.1 приложения В) на вход системы, через устройство отбора и подготовки пробы, в порт калибровки зонда (перед фильтром).

Предварительно подают указанные выше ГС непосредственно на вход газоанализатора.

Подачу ГС проводят в соответствии с п. 8.6.

Результаты считаются положительными, если изменение показаний по ИК объемной доли кислорода не превышает пределов погрешности, приведенной в таблице А.1 приложения А.

9. Проверка программного обеспечения

Операция «Проверка программного обеспечения» заключается в подтверждении идентификационных данных метрологически значимой части программного обеспечения (далее - ПО) системы.

Идентификационные данные ПО (наименование и номер версии) отображаются на несколько секунд на мониторе компьютера системы при включения питания.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если полученные идентификационные данные наименования и номера версии ПО соответствуют указанным в таблице А.5 приложения А.

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

10.1 Определение погрешности газоаналитических ИК (с использованием ГС)

Определение погрешности проводят при поочередной подаче ГС на вход пробоотборного зонда в последовательности: №№ 1-2-3 и считывании показаний с монитора ПК системы.

Номинальные значения содержания измеряемого компонента в ГС приведены в таблице В.1 приложения В.

Значения приведенной погрешности γ , %, для диапазонов измерений, приведенных в таблице А.1 приложения А, рассчитывают для каждой ГС по формуле

$$\gamma = \frac{C_i - C_\delta}{C_k} \cdot 100, \quad (1)$$

где C_i – измеренное значение массовой концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3$ (или объемной доли, %), определяемого компонента, отображаемое на мониторе системы при подаче i-ой ГС;

C_δ – действительное значение массовой концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3$ (или объемной доли, %), определяемого компонента в ГС;

C_k – верхний предел участка диапазона измерений, в котором нормированы пределы допускаемой приведенной погрешности, $\text{мг}/\text{м}^3$ (% об.).

Значения относительной погрешности δ , %, для диапазонов, приведенных в таблице А.1 приложения А, рассчитывают для каждой ГС по формуле

$$\delta = \frac{C_i - C_\delta}{C_\delta} \cdot 100 \quad (2)$$

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают пределов допускаемой погрешности, приведенных в таблице А.1 приложения А.

10.2 Определение погрешности газоаналитических ИК и ИК объемной доли паров воды на объекте на реальной среде

10.2.1 Определение погрешности газоаналитических ИК (в комплекте с пробоотборным зондом с обогреваемой линией) на объекте с использованием реальной среды (проба газовых выбросов), в которой измерение содержания компонентов проводится с использованием рабочего эталона 1-го или 2-го разряда (например, комплекса переносного газоаналитического КПГ).

Примечание - Допускается применение других СИ или методик выполнения измерений при соблюдении следующего условия: отношение пределов допускаемой погрешности измерений с использованием аттестованной методики (или СИ) к пределам допускаемой погрешности поверяемого средства измерений, должно быть не более 1/2.

Одновременно проводят отсчет показаний по монитору системы.

Значения приведенной (относительной) погрешности для диапазонов измерений, в которых нормированы пределы допускаемой приведенной (относительной) погрешности (таблица А.1 приложения А), рассчитывают по формулам (1) и (2), где C_δ – показания дисплея рабочего эталона 1-го или 2-го разряда, $\text{мг}/\text{м}^3$ (% об.).

10.2.2 Определение погрешности ИК паров воды проводится на объекте с использованием реальной среды (проба газовых выбросов), аналогично п. 10.2.1.

Результат определения считают положительным, если полученные значения погрешности не превышают значений, приведенных таблице А.1 приложения А.

10.3 Определение погрешности ИК параметров пыли

Проверка ИК параметров пыли на основе пылеизмерителей лазерных ЛПИ-05 (рег. № в ФИФ ОЕИ 47934-11) осуществляется в соответствии с установленной методикой поверки.

Результаты определения считаются положительными, если в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений имеются действующие сведения о поверке пылеизмерителя лазерного ЛПИ-05, используемого в составе системы.

10.4 Определение погрешности ИК температуры, давления, скорости газового потока

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводят сличением термопреобразователя измерителя параметров газового потока ТРФ-100 с эталонным термометром при температуре 0 °C погружением на одну глубину в сосуд Дьюара; при значениях температуры (100,0±2) °C и (248±2) °C - погружением в жидкостный термостат, в котором последовательно устанавливают значения температуры.

Значения абсолютной погрешности измерений температуры, определенные как разность между значениями по показаниям поверяемого СИ и эталонного термометра, должны находиться в пределах ±2,0 °C.

10.4.2 Определение погрешности ИК давления газового потока проводят в следующем порядке: абсолютную погрешность определяют с помощью эталона, устанавливая номинальные значения давления и измеряя соответствующие значения выходного сигнала постоянного тока. Для этого к ИК давления подключают приемное устройство, поддерживающее соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации при установленных номинальных значениях входной измеряемой величины.

Расчетные значения выходного сигнала постоянного тока (I_p) поверяемого ИК давления в зависимости от заданного номинального значения входной измеряемой величины (P) определяют по формуле

$$I_p = I_0 + \frac{(I_e - I_0)}{P_e - P_n} (P - P_n), \quad (3)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;

P – номинальное значение входной измеряемой величины (в диапазоне от избыточного давления до разрежения, значение давления P в области разрежения подставляется в формулу со знаком минус), кПа;

P_n – нижний предел измерений (в диапазоне от избыточного давления до разрежения, значение P_n в области разрежения подставляется в формулу со знаком минус), кПа;

P_e – верхний предел измерений ИК, кПа;

I_0, I_e – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала ИК.

Абсолютную погрешность измерений давления определяют не менее чем при пяти значениях давления, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая верхнее и нижнее предельное значение давления.

В ходе работы давление плавно повышают (прямой ход) и проводят измерения при заданных значениях давления. При достижении верхнего предела измерений и выдержке в течение 1 минуты при этом давлении, давление плавно понижают (обратный ход) и проводят отсчитывание показаний при тех же значениях давления, что и при повышении давления.

Абсолютную погрешность измерений давления Δ , вычисляют по формуле

$$\Delta_i = \frac{I - I_p}{I_e - I_0} \cdot (P_e - P_n), \quad (4)$$

где Δ_i - абсолютная погрешность измерений давления, кПа;

I – значение выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины, мА.

Результаты определения считаются положительными, если полученные значения погрешности измерений давления во всех точках поверки не превысили пределов, указанных в таблице А.3 приложения А к настоящей методике.

10.4.3 Определение погрешности ИК скорости газового потока проводят поэлементным методом. Поэлементная поверка проводится при наличии на первичные измерительные преобразователи, входящие в состав ИК, сведений о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, действующих на момент поверки системы.

Поэлементный метод заключается в определении погрешности ИК скорости газового потока, имеющего в своем составе первичный измерительный преобразователь (ПИП) с аналоговым выходным сигналом, в следующем порядке:

- определение погрешности ПИП;
- определение погрешности канала передачи информации.

10.4.3.1 Определение погрешности ПИП

Определение погрешности ПИП выполняется в лабораторных условиях после их демонтажа в соответствии с установленными методиками поверки.

Результаты определения считаются положительными, если полученные значения погрешности ПИП не превышают значений, приведенных в описании типа на соответствующие ПИП.

10.4.3.2 Определение погрешности канала передачи информации

Определение погрешности канала передачи информации проводят на месте их установки.

Входными сигналами канала передачи информации системы являются унифицированные токовые сигналы в диапазоне от 4 до 20 мА.

На вход канала передачи информации подают унифицированный токовый сигнал в диапазоне от 4 до 20 мА от источника постоянного тока (калибратор электрических сигналов). При поверке канала передачи информации выполняют по одному измерению в каждой выбранной точке поверки.

Определение погрешности канала передачи информации проводят в следующей последовательности:

Отключают первичные преобразователи и подключают средства поверки к соответствующим ИК, включая линии связи.

С помощью калибратора устанавливают на входе канала ввода аналогового сигнала электрические сигналы от 4 до 20 мА, соответствующие значениям измеряемого параметра. Задают не менее трех значений измеряемого параметра, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений (например, 0; 50; 100 %) и после установления показаний считывают значение параметра с экрана ПК системы с ПО.

Значение измеряемой величины A_o , соответствующее заданному значению силы постоянного тока I_3 , мА, рассчитывают по формуле

$$A_o = K \cdot (I_3 - 4) + |A_o|, \quad (5)$$

где I_3 – показания калибратора в каждой точке проверки, мА;

A_o – нижнее значение диапазона измерений (в единицах измеряемой величины);

K – коэффициент преобразования, рассчитываемый по формуле

$$K = \frac{A_e - A_h}{I_e - I_h}, \quad (6)$$

где A_e, A_h – верхнее и нижнее значение диапазона измерений, соответственно, в единицах измеряемой величины;

I_e, I_h – верхнее и нижнее значение диапазона измерений аналогового выхода, соответственно, мА.

10.4.3.3 Расчет погрешности канала передачи информации

Значение абсолютной погрешности канала передачи информации Δ , м/с, рассчитывают для каждой точки проверки по формуле

$$\Delta = A_i - A_\partial, \quad (7)$$

где A_i – измеренное системой значение определяемого параметра (по монитору компьютера с ПО), в единицах измеряемой величины;

A_∂ – действительное значение определяемого параметра, рассчитанное по формуле (5), в единицах измеряемой величины.

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности канала передачи информации не превышают 0,2 в долях от пределов допускаемой погрешности ИК скорости газового потока.

11. Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Д.

11.2 Систему, удовлетворяющую требованиям настоящей методики поверки, признают пригодной к применению, вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по требованию владельца системы или лица, представившего систему на поверку, выдают свидетельство о поверке установленной формы.

11.3 При отрицательных результатах поверки вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по требованию владельца системы или лица, представившего систему на поверку, выдают извещение о непригодности установленной формы, с указанием причин непригодности.

11.4 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

Приложение А
Метрологические характеристики системы
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики газоаналитических каналов систем

Определяемый компонент	Диапазон измерений ¹⁾ массовой концентрации, мг/м ³ (объемной доли, %)	Участок диапазона измерений массовой концентрации, мг/м ³ (объемной доли, %)	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾ , %	
			приведен-ной ³⁾	относительной
Оксид углерода (CO)	от 0 до 3000	от 0 до 300 включ. св. 300 до 3000	±25 —	— ±25
Оксид азота (NO)	от 0 до 1300	от 0 до 130 включ. св. 130 до 1300	±25 —	— ±25
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 2000	от 0 до 200 включ. св. 200 до 2000	±25 —	— ±25
Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 270	от 0 до 30 включ. св. 30 до 270	±25 —	— ±25
Пары воды (H ₂ O)	от 0 до 40 %	от 0 до 10 % включ. св. 10 % до 40 %	±25 —	— ±25
Кислород (O ₂)	от 0 до 30 %	от 0 до 5 % включ. св. 5 % до 30 %	±15 —	— ±15

¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов: NO, NO₂, SO₂, CO, O₂, H₂O, – 0,1 мг/м³ (%).

²⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847, п. 3.1.3.

Участок диапазона измерений, в котором результаты измерений соответствуют обязательным метрологическим требованиям Постановления Правительства РФ № 1847 от 16.11.2020 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» раздел 3, п. 3.1.3, от C_{min} до C_{max}, где C_{max} – верхняя граница диапазона измерений, мг/м³, а C_{min}, мг/м³, рассчитывается по формуле:

$$C_{min} = \frac{C_y \gamma}{\delta_{max}},$$

где C_y – верхняя граница участка диапазона измерений, в котором нормирована приведенная погрешность, мг/м³;

δ_{max} – наибольшее допустимое значение погрешности измерений согласно п. 3.1.3, раздела 3 Постановления Правительства РФ № 1847 от 16.11.2020, %;

γ – пределы допускаемой приведенной погрешности, %.

³⁾ Нормирующее значение – верхний предел участка диапазона измерений, в котором нормированы пределы допускаемой приведенной погрешности.

Таблица А.2 – Метрологические характеристики системы по измерительному каналу параметров пыли

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массовой концентрации пыли, мг/м ³	от 20 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли, ¹⁾ %	±20
Пределы допускаемой приведенной ²⁾ погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания, %	±2
Диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания, % T ³⁾	от 0,5 до 95

¹⁾ Результаты измерений представляются в единицах массовой концентрации пыли (мг/м³) после проведения градуировки на месте эксплуатации с целью определения поправочного коэффициента (например, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9096-2006 «Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твёрдых частиц ручным гравиметрическим методом»).

²⁾ Нормирующее значение – верхняя граница диапазона измерений.

³⁾ Т - спектральный коэффициент направленного пропускания.

Таблица А.3 - Метрологические характеристики измерительного канала температуры и давления газового потока (при использовании измерителя параметров газового потока ТРФ-100)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры ¹⁾ , °C	от 0 до +250
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C	±2,0
Диапазон измерений давления ²⁾ , кПа	от -10,0 до +10,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления, кПа	±0,2

¹⁾ Температура дымовых газов.

²⁾ Разности давлений (дифференциального давления).

Таблица А.4 - Метрологические характеристики системы по измерительному каналу скорости газового потока

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений скорости газового потока, м/с	от 0,05 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении скорости газового потока в рабочих условиях, м/с	±(0,03+0,03·v) ¹⁾
Пределы допускаемой приведенной к ВПИ погрешности при преобразовании измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного электрического тока, %	±0,1

¹⁾ v - скорость газового потока, м/с

Таблица А.5 - Идентификационные данные программного обеспечения систем

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	CEMS-2000B
Номер версии ПО	CEMS2000B.P002.V01B.XXXR ¹⁾

¹⁾ «Х» (арабская цифра от 0 до 9) описывает метрологически незначимые модификации ПО, которые не влияют на МХ СИ (интерфейс, устранение незначительных программных ошибок и т.п.).

Приложение Б

Условия определения метрологических характеристик измерительных каналов системы
(обязательное)

Таблица Б.1 – Условия определения МХ ИК системы

Наименование ИК	Операция	Условия проведения поверки	Температура окружающей среды, °C
Газоаналитические ИК	Проверка с использованием ГСО ¹⁾	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Проверка с использованием реальной среды, без демонтажа	На объекте	от +5 до +40
Параметры пыли	Проверка с демонтажем	В лабораторных условиях	от +15 до +25
ИК температуры, давления, скорости газового потока	Проверка первичных преобразователей (датчиков) с демонтажом	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Проверка каналов передачи информации, без демонтажа	На объекте	от +5 до +40

¹⁾ Допускается проведение поверки на объекте при условии выполнения требований раздела 3 МП.

Приложение В

Перечень и метрологические характеристики газовых смесей, используемых при поверке
(обязательное)

Таблица В.1 - Перечень и метрологические характеристики ГС, используемых при поверке

Определяемый компонент	Диапазон измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Номинальное значение массовой концентрации (объемной доли, %), мг/м ³ , определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения			Источник получения ГС (Номер ГСО)
		ПГС №1 ¹⁾	ПГС №2	ПГС №3	
Оксид углерода (CO)	от 0 до 3000	0,0	250±50	2500±500	ГСО 10506-2014 (CO/N ₂)
Оксид азота (NO)	от 0 до 1300	0,0	130±20	1100±200	ГСО 10506-2014 (NO/N ₂)
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 2000	0,0	200±20	1800±200	ГСО 10506-2014 (NO ₂ /N ₂)
Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 270	0,0	30±10	240±30	ГСО 10506-2014 (SO ₂ /N ₂)
Кислород (O ₂)	от 0 до 30 %	0,0	5±1	27±3	ГСО 10506-2014 (O ₂ /N ₂)

¹⁾ Азот газообразный о.ч. 1 сорт по ГОСТ 9293-74.

Приложение Г

Определение поправочного коэффициента на объекте (на реальной среде) для измерительного канала параметров пыли (обязательное)

После определения метрологических характеристик ИК параметров пыли и монтажа анализатора пыли, на основе которого выполнен ИК, на объекте (на стационарном источнике загрязнения окружающей среды) проводится определение поправочного коэффициента (K_p) с учетом значений массовой концентрации, полученных с применением оборудования и согласно процедурам, рекомендованным в ГОСТ Р ИСО 9096 «Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твердых частиц ручным гравиметрическим методом».

Примечание - Допускается применение других аттестованных МИ или средств поверки, внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, имеющих запас по точности и действующие сведения о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Работы выполняются согласно соответствующей эксплуатационной документации на анализатор пыли, входящий в состав системы.

Указанный коэффициент определяют при стабильных условиях технологического процесса по показаниям анализатора пыли и измерением массовой концентрации пыли гравиметрическим методом.

Количество измерений, место и время отбора проб выбирают согласно рекомендациям нормативного документа.

Значение K_p рассчитывают по формуле

$$K_p = \frac{C}{\bar{A}} , \quad (\Gamma.1)$$

где C – значение массовой концентрации пыли, определенной гравиметрическим методом, $\text{мг}/\text{м}^3$;

\bar{A} - среднее арифметическое значение показаний анализатора пыли за время отбора пробы на фильтр, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Полученное значение K_p вводится в программное обеспечение анализатора пыли или автономное программное обеспечение системы в соответствии с эксплуатационной документацией. Значение K_p указывается в протоколе поверки системы.

Приложение Д
Форма протокола поверки
(рекомендуемое)

Наименование СИ: _____

Зав. № _____

Дата выпуска _____

Регистрационный номер: _____

Заказчик: _____

Дата предыдущей поверки: _____

Методика поверки: _____

Основные средства поверки: _____

Условия поверки:

температура окружающей среды °C

относительная влажность воздуха %

атмосферное давление кПа

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1 Результаты внешнего осмотра _____

2 Результаты опробования _____

2.1 Проверка общего функционирования _____

2.2. Подтверждение соответствия программного обеспечения _____

2.3 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией _____

3 Результаты определения метрологических характеристик _____

3.1 Результаты определения погрешности газоаналитических ИК (с использованием ГСО) _____

3.2 Результаты определения погрешности газоаналитических ИК и ИК объемной доли паров воды на объекте на реальной среде _____

3.3 Результаты определения погрешностей ИК параметров пыли _____

3.3.1 Определение поправочного коэффициента на реальной среде _____

3.4 Результаты определения погрешности ИК температуры, давления, скорости газового потока _____

Заключение: на основании результатов первичной (или периодической) поверки система признана соответствующей установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодна к применению.

Поверитель: _____

Дата поверки: _____