

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



2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система автоматического контроля выбросов САКВ ДТ № 2 ООО «СЛК Цемент»

Методика поверки

МП-242-2579-2024

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 систему автоматического контроля выбросов САКВ ДТ № 2 ООО «СЛК Цемент» (далее – система) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых каналов системы к следующим ГПЭ:

- 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 эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2021 в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253;
- Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1}$  -  $7 \cdot 10^5$  Па ГЭТ 101-2011 в соответствии с Приказом Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900;
- 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, воспроизводимой 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 пределы допускаемой погрешности газоаналитических измерительных каналов (далее - ИК), ИК параметров пыли и ИК параметров газового потока, приведенные в Приложении Д в таблицах Д.1 - Д.4 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	8.3
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 Е
Определение погрешности ИК температуры, давления и скорости газового потока	Да	Да	10.4

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки системы получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С в соответствии с таблицей А.1 (Приложение А);
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- относительная влажность воздуха, % не более 95.

## 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
8.1 Контроль условий поверки	Средства измерений параметров окружающей среды: диапазон измерений температуры от минус 10 °C до плюс 60 °C, относительной влажности от 10 % до 95 %, атмосферного давления от 300 до 1200 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 53505-13) Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М» (рег. № в ФИФ ОЕИ 32014-11)
8.3.2 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией	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 Б.1 Приложения Б настоящей МП)  Объемная доля азота не менее 99,999 %	ГСО 10531-2014 <sup>1)</sup> (O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> )  Азот газообразный особой чистоты в баллоне под давлением по ГОСТ 9293-74
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 Б.1 Приложения Б настоящей МП)  Объемная доля азота не менее 99,999 %	ГСО 10546-2014 <sup>1)</sup> , ГСО 10531-2014, ГСО 10537-2014  Азот газообразный особой чистоты в баллоне под давлением по ГОСТ 9293-74

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2 Определение погрешности газоаналитических ИК и ИК измерений объемной доли паров воды на объекте (на реальной среде)	<p>Средства измерений и вспомогательные устройства в соответствии с МИ «М-МВИ-277-18. Методика измерений массовой концентрации паров воды в промышленных выбросах» регистрационный номер ФР.1.31.2018.30255 от 16.04.2018 г.</p> <p>Средства измерений и вспомогательные устройства в соответствии с МИ «М-МВИ-276-17. Методика измерений массовой концентрации диоксида серы и окислов азота в промышленных выбросах» регистрационный номер МИ ФР.1.31.2017.27953 от 01.11.2017 г.</p> <p>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</p>	<p>Представлен в таблице В.2 Приложения В</p> <p>Представлен в таблице В.1 Приложения В</p> <p>Комплекс переносной измерительный КПИ (рег. № в ФИФ ОЕИ 69364-17)</p> <p>Комплекс переносной газоаналитический КПГ (рег. № в ФИФ ОЕИ 82390-21)</p>
10.4 Определение погрешности ИК температуры, давления и скорости газового потока	Средства измерений и воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: в режиме воспроизведения не более $\pm 1$ мкА; в режиме измерений - не более $\pm (25 \cdot 10^{-5} \cdot X + 4)$ мкА)	Калибратор электрических сигналов СА150 (рег. № в ФИФ ОЕИ 53468-13)

Продолжение таблицы 2

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	Вентиль точной регулировки с диапазоном рабочего давления от 0 до 150 кгс/см <sup>2</sup> , диаметр условного прохода 3 мм <sup>2)</sup> Ротаметры для измерений объемного расхода (верхняя граница диапазона измерений 0,63 м <sup>3</sup> /ч, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 2,5\%$ ) Трубка фторопластовая диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм <sup>2)</sup>	Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160) Ротаметры РМФ-0,63 ГУЗ по ГОСТ 13045-80 Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87

<sup>1)</sup> Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), не указанных в Приложении Б, при выполнении следующих условий:

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

<sup>2)</sup> Все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 сноской <sup>2)</sup>, должны быть поверены (сведения о поверке 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.

5.2 Допускается применение аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

## 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 РФ № 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**

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие системы следующим требованиям:

7.1.1 При внешнем осмотре системы, в том числе пробоотборного зонда и обогреваемой линии, должно быть установлено отсутствие внешних повреждений и загрязнений, влияющих на работоспособность.

7.1.2 Комплектность и маркировка должны соответствовать указанным в руководстве по эксплуатации на систему.

7.1.3 Для средств измерений (СИ), входящих в состав системы, должны быть установлены:

- исправность органов управления, настройки и коррекции;
- четкость всех надписей на лицевых панелях СИ;
- четкость и контрастность цифровых дисплеев СИ.

7.1.4 Система считается выдержавшей внешний осмотр удовлетворительно, если она соответствует всем перечисленным выше требованиям.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Контроль условий поверки**

Контроль условий поверки на соответствие разделу 3 проводят с использованием средств измерений, указанных в таблице 2, в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

Результаты контроля условий поверки считают положительными, если условия поверки соответствуют условиям, приведенным в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

8.2.1 Подготавливают систему к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на систему.

8.2.2 Подготавливают к работе средства поверки, указанные в таблице 2, в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.2.3 Проверяют наличие паспортов и сроки годности ГС.

8.2.4 Баллоны с ГС выдерживают в помещении, в котором проводят поверку, в течение не менее 24 ч.

8.2.5 Включают приточно-вытяжную вентиляцию.

8.2.6 При проведении поверки с использованием ГСО - газовых смесей (п. 10.1) подсоединяют фторопластовую трубку с выхода вентиля точной регулировки, установленного на баллоне с ГС, через тройник на вход подачи газа пробоотборного зонда в соответствии с рисунком 1 Приложения Г.

Расход ГС должен быть выше расхода, потребляемого системой, не менее чем на 10%. Контроль расхода на сбросе осуществляют при помощи ротаметра.

8.2.7 При проведении поверки на реальной среде с использованием пробы газовых выбросов выполняют одну из следующих операций:

а) проводят отбор пробы в сосуд с поглотительным раствором в соответствии с МИ «М-МВИ-276-17» и в аккредитованной лаборатории измеряют в ней содержание компонентов: NO<sub>x</sub> (в пересчете на NO<sub>2</sub>) и SO<sub>2</sub>.

### **Примечания**

1 Допускается предоставление пробы предприятием-владельцем СИ с актом отбора.

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

б) устанавливают поверочный комплекс КПИ (далее – КПИ), или КПГ, в условиях размещения поверяемой системы, в состав которой входит газоанализатор; зонд КПИ 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 КПИ.

*Примечание* - Допускается подключение зонда КПИ к тройнику, установленному на обогреваемом трубопроводе поверяемой системы (перед подачей анализируемого газа на вход газоанализатора).

Продувают зонд и трубопровод КПИ после их нагрева не менее 10 минут анализируемым газом, после чего проводят измерение содержания суммы оксидов азота ( $\text{NO}_x$  в пересчете на  $\text{NO}_2$ ) и диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ).

### 8.3 Опробование

#### 8.3.1 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 дисплее датчиков ИК индицируется текущая информация об измеряемых параметрах;
- на мониторе персонального компьютера (ПК) или цифровых выходов контроллера системы для всех ИК поверяемой системы индицируется текущая информация об измеряемых параметрах.

#### 8.3.2 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией

Проверка осуществляется подачей ГС № 1 - азот газообразный в баллоне под давлением по ГОСТ 9293-74 и ГС №2 ( $\text{O}_2/\text{N}_2$ ) (таблица Б.1 Приложения Б) 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. 8.2.6.

Результаты считаются положительными, если изменение показаний по ИК кислорода не превышает пределов погрешности, приведенной в таблице Д.1 Приложения Д.

*Примечание* - Допускается проверку герметичности проводить по ИК оксида углерода ( $\text{CO}$ ) или оксида азота ( $\text{NO}$ ) с подачей ГС №2 ( $\text{CO}/\text{N}_2$ ) или ( $\text{NO}/\text{N}_2$ ) (таблица Б.1 Приложения Б).

Результаты считаются положительными, если изменение показаний по ИК оксида углерода ( $\text{CO}$ ) или оксида азота ( $\text{NO}$ ) не превышает пределов погрешности, приведенных в таблице Д.1 Приложения Д.

### 9 Проверка программного обеспечения

Операция «Проверка программного обеспечения» заключается в подтверждении идентификационных данных метрологически значимой части программного обеспечения системы.

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

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительным, если полученные идентификационные данные наименования и номера версии ПО соответствуют указанным в таблице Д.5 Приложения Д.

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

### 10.1 Определение погрешности газоаналитических ИК (с использованием ГСО)

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

Номинальные значения содержания измеряемых компонентов в ГС приведены в таблице Б.1 Приложения Б.

Значения приведенной погрешности  $\gamma, \%$ , для диапазонов, приведенных в таблице Д.1 Приложения Д, рассчитывают для каждой ГС по формуле

$$\gamma = \frac{C_i - C_\delta}{C_k} \cdot 100, \quad (10.1)$$

где  $C_i$  – показания монитора ПК системы при подаче  $i$ -ой ГС,  $\text{мг}/\text{м}^3$  (% об.);

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

$C_k$  – верхний предел диапазона измерений,  $\text{мг}/\text{м}^3$  (% об.).

Значения относительной погрешности  $\delta, \%$ , для диапазонов, приведенных в таблице Д.1 Приложения Д, рассчитывают для каждой ГС по формуле

$$\delta = \frac{C_i - C_\delta}{C_\delta} \cdot 100, \quad (10.2)$$

где  $C_i$  – показания монитора ПК системы при подаче  $i$ -ой ГС,  $\text{мг}/\text{м}^3$  (% об.);

$C_\delta$  – действительное значение массовой концентрации (объемной доли) определяемого компонента в ГС,  $\text{мг}/\text{м}^3$  (% об.).

Результаты определения считают положительными, если:

- полученные значения погрешности не превышают пределов допускаемой погрешности ИК, приведенных в таблицах Д.1. Приложения Д;

- расхождение показаний дисплея газоанализатора и показаний мониторов компьютера с ПО не превышает 0,2 в долях от пределов допускаемой погрешности.

### 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 отбором пробы в поглотительный сосуд в соответствии с методикой измерений МИ «М-МВИ-276-17» или с использованием комплекса КПИ (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.

Число измерений - в соответствии с МИ или в течение 20 мин каждые 5 мин для КПИ.

Одновременно проводят отсчет показаний по дисплею газоанализатора и монитора ПК системы.

Значения приведенной (относительной) погрешности для диапазонов измерений, в которых нормированы пределы допускаемой приведенной (относительной) погрешности (таблица Д.1 Приложения Д), рассчитывают по формулам 10.1 и 10.2, где  $C_d$  – результат измерений, полученный по МИ в аккредитованной лаборатории или показания дисплея КПИ,  $\text{мг}/\text{м}^3$  (% об.).

*Примечание* - Пересчет показаний  $\text{NO}_x$  (в пересчете на  $\text{NO}_2$ ) для КПИ (объемная доля в  $\text{млн}^{-1}$ ) в массовую концентрацию проводится умножением на коэффициент 2,05 (при  $0^\circ\text{C}$  и 760 мм рт.ст.).

10.2.2 Определение погрешности ИК паров воды (газоанализатор в комплекте с пробоотборным зондом с обогреваемой линией) проводится на объекте с использованием реальной среды (проба газовых выбросов), в которой объемную долю паров воды измеряют в соответствии с МИ «М-МВИ-277-18».

Значения приведенной (относительной) погрешности для диапазонов измерений паров воды, в которых нормированы пределы допускаемой приведенной (относительной) погрешности (таблица Д.1 Приложения Д), рассчитывают по формулам 10.1 и 10.2, где  $C_d$  – результат измерения объемной доли, %, полученный по МИ в аккредитованной лаборатории.

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, приведенных таблице Д.1 Приложения Д.

### 10.3 Определение погрешности ИК параметров пыли

Определение погрешности ИК параметров пыли, имеющего в своем составе анализатор пыли DUSTHUNTER мод. T100 (рег. № 45955-10), осуществляется в соответствии с установленной методикой поверки.

Результаты определения считают положительными, если в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений имеются действующие сведения о поверке анализатора пыли DUSTHUNTER, используемого в составе системы.

### 10.4 Определение погрешности ИК температуры, давления и скорости газового потока

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

10.4.1 Поэлементный метод заключается в определении погрешности ИК параметров газового потока - температуры, давления, скорости, имеющим в своем составе первый измерительный преобразователь (ПИП) с аналоговым выходным сигналом в следующем порядке:

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

#### а) Определение погрешности первичных преобразователей (датчиков).

Определение погрешности первичных преобразователей (датчиков) выполняется в лабораторных условиях после их демонтажа в соответствии с установленными методиками поверки.

Определяют основную погрешность ПИП на основании результатов поверки ПИП.

Результаты определения считаются удовлетворительными, если полученные значения основной погрешности датчиков не превышают значений, приведенных в описании типа на соответствующие датчики.

#### б) 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 стандартных преобразователей скорости, давления, температуры 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.

в) 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  $I_o$ , мА, рассчитывают по формуле

$$A_o = K \cdot (I_o - 4) + |A_o|, \quad (10.3)$$

где  $I_o$  – показания калибратора в каждой точке проверки, мА;

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

$K$  – коэффициент преобразования, рассчитываемый по формуле 10.4

$$K = \frac{A_e - A_n}{I_e - I_n}, \quad (10.4)$$

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

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

г) Расчет погрешности канала передачи информации

Значение приведенной погрешности канала передачи информации  $\gamma_n, \%$ , рассчитывают для каждой точки проверки по формуле

$$\gamma_n = \frac{A_i - A_o}{A_e - A_n} \cdot 100, \quad (10.5)$$

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

$A_e, A_n$  – верхнее и нижнее значение диапазона измерений, соответственно, в единицах измеряемой величины.

Значение относительной погрешности канала передачи информации  $\delta_n, \%$ , рассчитывают для каждой точки проверки по формуле

$$\delta_n = \frac{A_i - A_o}{A_o} \cdot 100, \quad (10.6)$$

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

$A_o$  – действительное значение определяемого параметра, рассчитанное по формуле 10.3, 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 каждого параметра.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки. Форма протокола поверки приведена в Приложении Ж (рекомендуемом).

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

Условия определения метрологических характеристик измерительных каналов системы  
(обязательное)

Таблица А.1 – Условия определения МХ ИК системы

Наименование ИК	Операция	Условия проведения поверки	Температура окружающей среды, °C
Газоаналитические ИК	Проверка с использованием ГСО <sup>1)</sup>	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Периодическая поверка с использованием реальной среды, без демонтажа	На объекте	от +5 до +35
ИК температуры, абсолютного давления дымовых газов и объемного расхода 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 +35

<sup>1)</sup> Допускается проведение поверки на объекте при условии выполнения требований раздела 3 МП.

## Приложение Б

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

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

Определяемый компонент (измерительный канал)	Диапазон измерений массовой концентрации (объемной доли)	Номинальное значение массовой концентрации (объемной доли) определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения, мг/м <sup>3</sup> (%)			Источник получения ГС <sup>2)</sup> (Номер ГСО)
		ГС №1 <sup>1)</sup>	ГС №2	ГС №3	
Кислород (O <sub>2</sub> )	от 0 до 5 % включ. св. 5 % до 21 %	азот	4%±1%	19%±2%	ГСО 10531-2014 O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>
Диоксид углерода (CO <sub>2</sub> )	от 0 до 2 % включ. св. 2 % до 25 %	азот	2%±1%	22%±3%	ГСО 10531-2014 CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>
Оксид углерода (CO)	от 0 до 10 мг/м <sup>3</sup> включ. св. 10 мг/м <sup>3</sup> до 100 мг/м <sup>3</sup>	азот	20±10	90±10	ГСО 10531-2014 CO/N <sub>2</sub>
Оксид азота (NO)	от 0 до 300 мг/м <sup>3</sup> включ. св. 300 мг/м <sup>3</sup> до 1200 мг/м <sup>3</sup>	азот	250±50	1000±200	ГСО 10546-2014 NO/N <sub>2</sub>
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	от 0 до 50 мг/м <sup>3</sup> включ. св. 50 мг/м <sup>3</sup> до 500 мг/м <sup>3</sup>	азот	40±10	450±50	ГСО 10546-2014 NO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	от 0 до 50 мг/м <sup>3</sup> включ. св. 50 мг/м <sup>3</sup> до 75 мг/м <sup>3</sup>	азот	40±10	65±10	ГСО 10546-2014 SO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>

<sup>1)</sup> Нулевой газ – азот газообразный по ГОСТ 9293-74.

<sup>2)</sup> Допускается использование многокомпонентных ГС в баллонах под давлением.

## Приложение В

Средства измерений в соответствии с МИ «М-МВИ-276-17. Методика измерений массовой концентрации диоксида серы и окислов азота в промышленных выбросах» и МИ «М-МВИ-277-18. Методика измерений массовой концентрации паров воды в промышленных выбросах» (обязательное)

Таблица В.1 - Средства измерений в соответствии с МИ «М-МВИ-276-17. Методика измерений массовой концентрации диоксида серы и окислов азота в промышленных выбросах» регистрационный номер МИ ФР.1.31.2017.27953 от 01.11.2017 г.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2.1 Определение погрешности газоаналитических ИК (в комплекте с пробоотборным зондом с обогреваемой линией) на объекте с использованием реальной среды (проба газовых выбросов)	<p>Средства измерений показателя активности ионов водорода в ед. pH от 0 до 12, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности <math>\pm 0,05</math>, диапазон измерений преобразователя от 0 до 15 (ед. pH), пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя <math>\pm 0,02</math></p> <p>Средства измерений содержания органических и неорганических веществ в водных и неводных растворах, диапазоны измерений потенциометрического модуля:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH от 0 до 14, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,05</math>;</li> <li>- ЭДС электродной системы, мВ, от -2000 до +2000, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,5</math>;</li> </ul> <p>пределы допускаемой относительной погрешности измерений молярной концентрации определяемого вещества <math>\pm 2\%</math></p> <p>Средства измерений интервалов времени не ниже 3 класса точности с ценой деления секундной шкалы 0,2 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 1,6</math> с при длительности отсчета времени 1800 с</p> <p>Весы электронные, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 1,0</math> мг</p> <p>Весы электронные, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,1</math> г</p> <p>Спектрофотометр (аналитическая длина волны 520 нм), пределы допускаемых значений абсолютной погрешности по шкале длины волны <math>\pm 1,0</math> нм, диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания от 0 до 99 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении спектрального коэффициента <math>\pm 1\%</math></p>	<p>pH-метры МАРК-904 (рег. № в ФИФ ОЕИ 66843-17)</p> <p>Иономер лабораторный типа И-160МИ (рег. № в ФИФ ОЕИ 30272-05)</p> <p>Титраторы лабораторные автоматические «Auto Trate» (рег. № в ФИФ ОЕИ 67287-17)</p> <p>Секундомер механический типа СОПпр (рег. № в ФИФ ОЕИ 11519-11)</p> <p>Весы электронные, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 1,0</math> мг по ГОСТ Р 53228-2008</p> <p>Весы электронные, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,1</math> г по ГОСТ Р 53228-2008</p> <p>Спектрофотометр СФ-4 (рег. № в ФИФ ОЕИ 53494-13)</p>

Продолжение таблицы В.1

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Средства измерений объемного расхода газа в диапазоне от 0,06 до 0,6 м<sup>3</sup>/ч, пределы допускаемой основной приведенной<sup>1)</sup> погрешности ±2,5 %</p> <p>Средства измерений объемного расхода воздуха с диапазоном задания расхода от 0,2 до 20 дм<sup>3</sup>/мин, пределы допускаемой приведенной<sup>1)</sup> погрешности задания объемного расхода ±5,0 %</p> <p>Средства точных измерений вакуумметрического давления различных сред, пределы допускаемой основной приведенной<sup>1)</sup> погрешности ±0,4 %</p> <p>Средства измерений температуры агрессивных сред в диапазоне от минус 50 до плюс 200°C, пределы абсолютной погрешности ±(0,05+0,0005· t ) °C</p>	<p>Ротаметр ЭМИС-МЕТА 210 Р (рег. № в ФИФ ОЕИ 48744-11)</p> <p>Пробоотборник воздуха автоматический «ОП» мод. ОП-431ТЦ (рег. № в ФИФ ОЕИ 18860-10)</p> <p>Мановакуумметр точных измерений (рег. № в ФИФ ОЕИ 64929-16)</p> <p>Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9410 Ex/M1 (рег. № в ФИФ ОЕИ 32156-06)</p>
		<p><sup>1)</sup> Нормирующее значение - верхний предел диапазона измерений.</p>

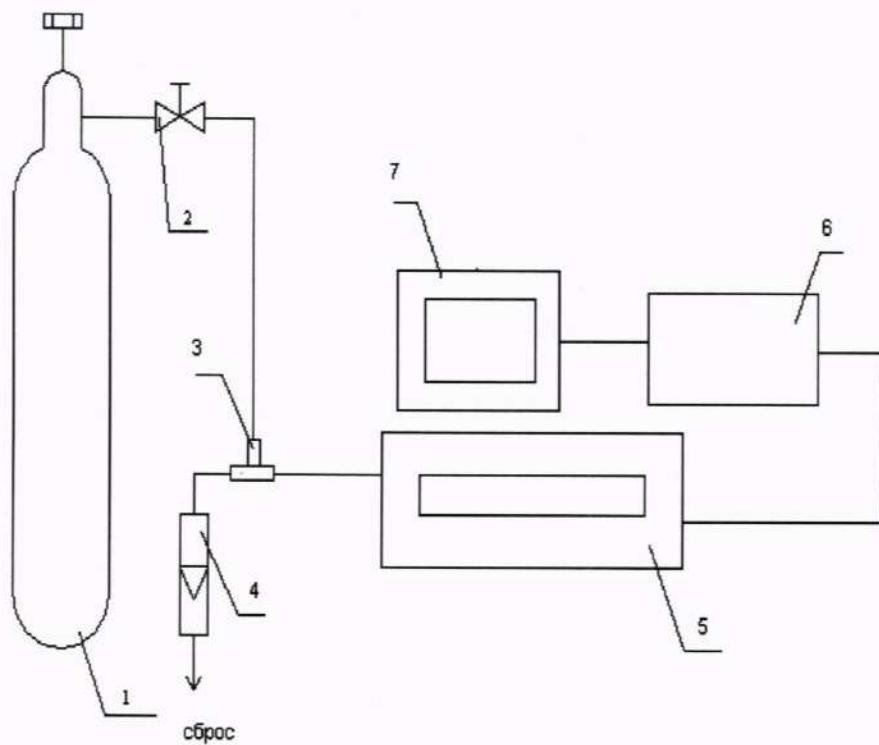
Таблица В.2 - Средства измерений в соответствии с МИ «М-МВИ-277-18. Методика измерений массовой концентрации паров воды в промышленных выбросах», регистрационный номер ФР.1.31.2018.30255.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2.2 Определение погрешности ИК паров воды (газоанализатор в комплекте с пробоотборным зондом с обогреваемой линией)	<p>Весы лабораторные электронные, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 15</math> мг в диапазоне взвешивания от 0,2 до 600 г</p> <p>Средства точных измерений вакуумметрического давления различных сред, пределы допускаемой основной приведенной<sup>1)</sup> погрешности <math>\pm 0,4\%</math></p> <p>Средства измерений объема в диапазоне от 1,0 до 9900 дм<sup>3</sup>, и объемного расхода газа в диапазоне от 1 до 10 дм<sup>3</sup>/мин, относительная погрешность измерений объема <math>\pm 1,0\%</math>, относительная погрешность измерений объемного расхода газа <math>\pm 1,0\%</math></p> <p>Средства измерений объемного расхода воздуха с диапазоном задания расхода от 0,2 до 20 дм<sup>3</sup>/мин, пределы допускаемой приведенной<sup>1)</sup> погрешности задания объемного расхода <math>\pm 5,0\%</math></p> <p>Средства измерений и регистрации температуры жидких, сыпучих и газообразных сред в диапазоне измерений от минус 50 °C до плюс 200 °C, пределы абсолютной погрешности <math>\pm (0,05 + 0,0005 \cdot  t ) ^\circ\text{C}</math></p> <p>Средства измерений интервалов времени не ниже 3 класса точности с ценой деления секундной шкалы 0,2 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 1,6</math> с при длительности отсчета времени 1800 с</p>	<p>Весы лабораторные МЛ (рег. № в ФИФ ОЕИ 60183-15)</p> <p>Мановакуумметр точных измерений (рег. № в ФИФ ОЕИ 64929-16)</p> <p>Расходомер-счётчик газа РГТ (рег. № в ФИФ ОЕИ 51713-18)</p> <p>Пробоотборник воздуха автоматический «ОП» мод. ОП-431ТЦ (рег. № в ФИФ ОЕИ 18860-10)</p> <p>Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9410 Ex/M1 (рег. № в ФИФ ОЕИ 60183-15)</p> <p>Секундомер механический типа СОПпр (рег. № в ФИФ ОЕИ 11519-11)</p>

<sup>1)</sup> Нормирующее значение - верхний предел диапазона измерений.

## Приложение Г

Структурная схема проверки герметичности и погрешности газоаналитических ИК (через пробоотборный зонд) для системы автоматического контроля выбросов САКВ ДТ № 2  
ООО «СЛК Цемент»  
(рекомендуемое)



1 – баллон с ГС; 2 – вентиль точной регулировки; 3 - тройник; 4 – индикатор расхода (ротаметр);  
5 – газоанализатор с устройством отбора и подготовки пробы; 6 – контроллер;  
7 – ПК системы.

Рисунок Г.1 – Схема подачи ГС из баллонов под давлением на вход системы

**Приложение Д**  
**Метрологические характеристики системы**  
**(обязательное)**

Таблица Д.1 – Метрологические характеристики газоаналитических каналов системы

Определяемый компонент	Диапазон измерений <sup>1)</sup> массовой концентрации (объемной доли), мг/м <sup>3</sup> (% об.)	Участок диапазона измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м <sup>3</sup> (% об.)	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации <sup>2)</sup> , %	
			приведен-ной <sup>3)</sup>	относительной
Оксид углерода (CO)	от 0 до 100	от 0 до 10 включ. св. 10 до 100	±15 —	— ±15
Оксид азота (NO)	от 0 до 1200	от 0 до 300 включ. св. 300 до 1200	±15 —	— ±15
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	от 0 до 500	от 0 до 50 включ. св. 50 до 500	±20 —	— ±20
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	от 0 до 75	от 0 до 50 включ. св. 50 до 75	±15 —	— ±15
Пары воды (H <sub>2</sub> O)	от 0 до 40 %	от 0 до 3 % включ. св. 3 % до 40 %	±20 —	— ±20
Кислород (O <sub>2</sub> )	от 0 до 21 %	от 0 до 5 % включ. св. 5 % до 21 %	±10 —	— ±10
Диоксид углерода (CO <sub>2</sub> )	от 0 до 25 %	от 0 до 2 % включ. св. 2 % до 25 %	±10 —	— ±10

<sup>1)</sup> Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов: NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, – 0,1 мг/м<sup>3</sup> (%).

<sup>2)</sup> 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/м<sup>3</sup>, а  $C_{min}$ , мг/м<sup>3</sup>, рассчитывается по формуле:

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

где  $C_{\gamma}$  – верхняя граница участка диапазона измерений, в котором нормирована приведенная погрешность, мг/м<sup>3</sup>;

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

$\gamma$  – пределы допускаемой приведенной погрешности, %.

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

Таблица Д.2 – Метрологические характеристики системы для газоаналитических каналов

Наименование характеристики	Значение
Предел допускаемой вариации показаний, в долях от предела допускаемой погрешности	0,3
Пределы допускаемого изменения выходного сигнала за 24 ч непрерывной работы, в долях от предела допускаемой погрешности	±0,5
Предел допускаемого времени установления выходного сигнала ( $T_{0,9}$ ), с	200

Таблица Д.3 – Метрологические характеристики системы по измерительному каналу параметров пыли

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массовой концентрации пыли, $\text{мг}/\text{м}^3$	от 0 до 200
Пределы допускаемой приведенной <sup>1)</sup> погрешности в диапазоне измерений, %	±25
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений светового коэффициента направленного пропускания, %	±2

<sup>1)</sup> Нормирующее значение – верхний предел диапазона измерений.

Таблица Д.4 – Метрологические характеристики для измерительных каналов параметров газового потока в условиях эксплуатации

Определяемый параметр	Единицы измерений	Диапазон измерений <sup>1)</sup>	Пределы допускаемой погрешности
Температура дымовых газов	°C	от -50 до +250	±2 °C (абс.)
Давление/разрежение дымовых газов	кПа	от -2,0 до +0,1	±1 % (привед. <sup>2)</sup> )
Скорость газового потока	м/с	от 0,03 до 40	±2 % (отн.)

<sup>1)</sup> Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов: температуры, давления, скорости – 0,1.

<sup>2)</sup> Нормирующее значение – разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений.

Таблица Д.5 - Идентификационные данные программного обеспечения системы

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Siemens Simatic S7-1200, WINCC_SCADA
Номер версии ПО	PO_DT_1.2

## Приложение Е

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

После определения МХ ИК параметров пыли по тестовым аэрозолям в лабораторных условиях и установки 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» (далее - МИ).

Примечание - Допускается применение других стандартизованных методов, оформленных в виде ГОСТ или 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 по определению поправочного коэффициента осуществляются в соответствии с требованиями эксплуатационной документации (ЭД) на систему при проведении поверки. Рекомендуемые настройки поверяемого анализатора при определении поправочного коэффициента приведены в ЭД.

Указанный коэффициент определяют при стабильных условиях технологического процесса по показаниям анализатора пыли с одновременным отбором проб и измерением массовой концентрации пыли гравиметрическим методом и вводят в программное обеспечение (ПО) ИК взвешенных частиц при поверке и при изменении режимов работы объекта (замена топлива и т.д.).

Количество измерений и место отбора проб выбирают согласно рекомендациям МИ. Место отбора проб выбирают таким образом, чтобы свести к минимуму влияние отбора пробы на показания поверяемого анализатора.

Время отбора пробы на фильтр – в соответствии с МИ. Отсчет показаний анализатора - каждые 5 мин в течение времени отбора пробы.

Значение  $K_p$  рассчитывают по формуле

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

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 (ПО) анализатора или ИК параметров пыли в соответствии с ЭД. Значение  $K_p$  указывается в протоколе поверки системы.

## Приложение Ж

### Протокол поверки

(рекомендуемое)

Наименование СИ: \_\_\_\_\_

Зав. № \_\_\_\_\_

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Регистрационный номер: \_\_\_\_\_

Заказчик: \_\_\_\_\_

Серия и номер клейма предыдущей поверки: \_\_\_\_\_

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 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией \_\_\_\_\_

3 Подтверждение соответствия программного обеспечения \_\_\_\_\_

4 Результаты определения метрологических характеристик

4.1 Результаты определения погрешности (по ГСО) \_\_\_\_\_

4.2 Результаты определения погрешности газоаналитических каналов и канала измерений паров воды (по реальной среде) \_\_\_\_\_

4.3 Результаты определения погрешности канала

параметров пыли \_\_\_\_\_

4.4 Результаты определения погрешности каналов температуры, давления, скорости \_\_\_\_\_

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

Поверитель: \_\_\_\_\_

Дата поверки: \_\_\_\_\_