

**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



03 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система автоматического контроля промышленных выбросов на источниках КАСХ-1,2, КТО-600

ООО «Криогаз - Высоцк»

Методика поверки

МП- 242-2416-2022

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

А.В.Колобова

Инженер 2-ой категории

К.А. Заречнов

г. Санкт-Петербург
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на систему автоматического контроля промышленных выбросов на источниках КАСХ-1,2, КТО-600 ООО «Криогаз - Высоцк» (далее – АСКПВ или система) и устанавливает методы и средства ее первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта 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 в соответствии Приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2315 (газоаналитические каналы системы);

- Государственный первичный эталон единицы температуры ГПЭ-I в соответствии ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020 (канал температуры газового потока системы);

- Государственный первичный эталон единицы абсолютного давления для области абсолютного давления в диапазоне ($1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$) Па в соответствии с Приказом Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900 (канал давления газового потока);

- Государственному первичному специальному эталону единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах ГЭТ 164-2016 ГОСТ 8.606-2012 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов» (канал твердых (взвешенных) частиц системы);

- 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 (канал твердых (взвешенных) частиц системы);

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

- Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91), в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 (каналы параметров газового потока системы - датчики с аналоговыми выходными сигналами (от 4 до 20 мА)).

Реализация методики поверки происходит путем прямого измерения поверяемым СИ величины, воспроизводимой стандартным образцом.

Последовательность проведения поверки:

1. Определение метрологических характеристик (далее - МХ) газоаналитических каналов системы и канала измерений паров воды в целом на объекте (по ГСО-ПГС и реальной среде).

2. Определение МХ измерительного канала (далее - ИК) твердых (взвешенных) частиц комплекса в лабораторных условиях и/или на объекте (допускается определить МХ каналов твердых взвешенных частиц по действующим на момент поверки системы свидетельствам о поверке).

3. Определение МХ каналов параметров газового потока системы:

- средства измерений давления, температуры, расхода (допускается определить МХ каналов газового потока по действующим на момент поверки системы свидетельствам о поверке) – в лабораторных условиях.

- канал передачи информации – на объекте.

Допускается проведение поверки в сокращенном объеме (для применяемых измерительных каналов или автономных блоков) с обязательной передачей информации об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При замене отдельных автономных измерительных блоков на аналогичные, входящих в состав системы, проводится ее первичная поверка для тех измерительных каналов, в которых проведена замена блоков.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность проведения операции		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	при первичной поверке	при периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
2.1 Контроль условий поверки	Да	Да	8.1
2.1 Проверка общего функционирования	Да	Да	8.1.7
2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения	Да	Да	9
2.3 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией	Да	Да	10.1
3 Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
3.1 Определение погрешности газоаналитических каналов (с использованием ГСО-ПГС)	Да	Да	10.2
3.2 Определение погрешности газоаналитических каналов и канала паров воды на объекте (на реальной среде)	Да	Да	10.3
3.3 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц (веществ) с использованием: - тестового аэрозоля - светофильтров -определение поправочного коэффициента на реальной среде	Да Да Да	Нет Да Да	10.4.1 10.4.2 10.4.3
3.4 Определение погрешности каналов температуры, давления и скорости	Да	Да	10.5
4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
5 Оформление результатов поверки	Да	Да	12

2.1 Допускается проведение поверки в сокращенном объеме (для применяемых диапазонов, измерительных каналов или автономных блоков) с обязательной передачей информации об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

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 приказом Минпромторга России от 31.08. 2020 г. № 2510, документацией на систему автоматического контроля промышленных выбросов на источниках КАСХ-1,2, КТО-600 ООО «Криогаз - Высоцк», (руководства по эксплуатации), 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

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.1	Прибор комбинированный для измерения температуры, относительной влажности воздуха и абсолютного давления Testo 622 (регистрационный номер 53505-13): диапазон измерений температуры от 10 °С до 30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %; диапазон измерений абсолютного давления от 80 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа.
10.1, 10.2	Стандартные образцы состава - газовые смеси (ГСО-ПГС) в баллонах под давлением, приведенные в таблице Б.1, Б.2 Приложения Б Ротаметр РМ-А-0,063 ГУЗ, ГОСТ 13045-81, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,063 м ³ /ч, кл. точности 4
10.3	Комплекс переносной измерительный КПИ для определения МХ газоаналитических ИК автоматических информационно-измерительных систем (АИС) на объекте на реальных средах (регистрационный номер 69364-17) или 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 ФР.1.31.2017.27953 от 01.11.2017 г. (спектрофотометр серии UV модель UV-1800, регистрационный номер 19387-08).

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.3	Генератор влажного газа эталонный «Родник-4М» (регистрационный номер 48286-11) или 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 (весы лабораторные электронные с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 15 мг в диапазоне взвешивания от 0,2 до 600 г, например, МЛ-06-1 (регистрационный номер 60183-15), расходомер-счётчик газа РГТ модели РГТ-6 (регистрационный номер 51713-12).
10.5	Рабочие эталоны единицы скорости воздушного потока в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 25.11.2019 г. № 2815.
10.5	Калибратор давления портативный Метран 502-ПКД-10П (регистрационный номер 26014-08).
10.5	Термостат жидкостный серии «ТЕРМОТЕСТ» (регистрационный номер 39300-08); Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (регистрационный номер 19916-10); Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8 (регистрационный номер 19736-11).
10.4.1	Рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах с относительной погрешностью не более ± 10 % в соответствии с ГОСТ 8.606-2012 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов»; Система генерации аэрозольных частиц в составе генератора аэрозоля и камеры аэрозольной.
10.4.3	Средства измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9096-2006 Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твердых частиц ручным гравиметрическим методом
10.5	Калибратор электрических сигналов СА71 (регистрационный номер 53468-13).
10.1, 10.2	Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160), диапазон рабочего давления (0-150) кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм

5.2 Допускается применение аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых систем с требуемой точностью.

5.3 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке¹⁾, газовые смеси и азот газообразный в баллонах под давлением – действующие паспорта, эталоны – действующие свидетельства об аттестации.

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», утвержденные приказом Минэнерго РФ № 6 от 13.01.2003.

6.4 Требования техники безопасности при эксплуатации ГСО-ПГС в баллонах под давлением должны соответствовать Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности.

6.5 Не допускается сбрасывать ГСО-ПГС 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 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре системы, в т.ч. проботборного 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.

7.1.3 Для средств измерений (СИ) 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 Для пробоотборного зонда с обогреваемой линией должно быть установлено соответствие температуры, указанной в паспорте, температуре точки росы для конкретного объекта с учетом запаса 15 °С.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средств 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 её эксплуатационной документации.

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 ГСО-ПГС.

8.2.4 Баллоны с ГСО-ПГС выдерживают в условиях эксплуатации поверяемого оборудования в течение не менее 24 ч.

8.2.5 При проведении поверки с использованием ГСО-ПГС (п.10.2) руководствуются схемами подключения указанными в приложении В, рисунок В 1, В 2.

Расход ГСО-ПГС должен быть на 10 – 20 % выше расхода, потребляемого анализаторами X-STREAM и СТ5100. Контроль расхода на сбросе осуществляют при помощи ротаметра.

8.2.6 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_x (в пересчете на NO_2) и SO_2 в соответствии с МИ «М-МВИ-276-17».

Примечание:

1. Допускается предоставление пробы предприятием-владельцем СИ с актом отбора.
2. Допускается применение других стандартизованных методов, оформленных в виде ГОСТ или аттестованных МИ и обеспечивающих измерение с точностью не хуже указанной в МИ «М-МВИ-276-17».

б) устанавливают поверочный комплекс КПИ (далее – КПИ) 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. Продувают зонд и трубопровод КПИ после их нагрева 10-ти кратным объемом анализируемого газа, после чего проводят измерения объемной доли оксида азота (NO) и диоксида серы (SO₂).

Примечание:

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

8.2.7 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 считают положительными, если:

- отсутствует информация об отказах элементов, входящих в состав системы;
- на дисплее датчиков ИК индицируется текущая информация об измеряемых параметрах;
- на дисплее верхнего уровня системы для всех ИК поверяемой системы индицируется текущая информация об измеряемых параметрах.

9 Проверка программного обеспечения

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» состоит из определения идентификационных данных (контрольной суммы и идентификационного наименования ПО) прикладного ПО «GKS_ASKPV» уровня Delta V.

Отображение контрольной суммы алгоритма расчета представлена на видеокадре «Диагностика контроллера ФХС B&R X20» в окне расчета контрольных сумм (Рис.1). В поле «Расчетный CRC» отображена рассчитанная контрольная сумма.

Окно расчета контрольных сумм ПО ГКС-РАПИРА-С						
№	Наименование расчета	Расчетный CRC32	Расчитать CRC32	Коп. в Эталон	Эталонный CRC32	Версия ПО
1.	ГКС-ФХС-ПГ	953085560	Расчитать	Копировать	953085560	1.00
2.	ГКС-ФХП-ПГ	1255838852	Расчитать	Копировать	1255838852	1.00
3.	ГКС-ФХС-СГ	129367912	Расчитать	Копировать	129367912	1.00
4.	ГКС-ФЛОУ-С	1580433379	Расчитать	Копировать	1580433379	1.00
5.	ГКС-АСКПВ	2829355270	Расчитать	Копировать	2829355270	1.00

Рис.1 Окно расчета контрольных сумм

Расчет контрольной суммы происходит по одинарному нажатию левой клавиши мыши по кнопке «Расчитать» (Рис.1). На период расчета контрольной суммы текущее отображение контрольной суммы окрашивается в зелёный цвет.

В поле «Эталонный CRC» отображена эталонная контрольная сумма.

Копирование данных с поля «Расчетный CRC» в поле «Эталонный CRC» происходит по одинарному нажатию левой клавиши мыши по кнопке «Копировать»

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные соответствуют

идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа средства измерений.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией.

Проверка осуществляется подачей ПГС № 1 - ПНГ (азот газообразный в баллоне под давлением по ГОСТ 9293-74) и ПГС №2 (O₂/N₂) (таблица Б.1, Б.2 приложения Б) на вход системы, имеющего канал измерений кислорода, через устройство отбора и подготовки пробы, в порт калибровки зонда (перед фильтром).

Предварительно подают указанные выше ПГС непосредственно на вход анализаторов СТ5100 и X-STREAM.

Подачу ПГС проводят в соответствии с пунктом 8.2.5.

Результаты считаются положительными, если изменение показаний по каналу измерений кислорода не превышает:

0,2 % об. (при подаче ПГС № 1 и № 2 в диапазоне измерений от 0 до 5 % об.) и/или

10 % отн. (при подаче ПГС № 3 во в диапазоне измерений св. 5 до 25 % об.).

10.2 Определение погрешности газоаналитических каналов (с использованием ГСО-ПГС).

Определение погрешности проводят при поочередной подаче ПГС на вход пробоотборного зонда в последовательности: №№ 1-2-3-2-1-3 и считывании показаний с дисплея анализаторов СТ5100 и X-STREAM, и мнемосхемы верхнего уровня системы.

Подачу ПГС проводят в соответствии с пунктом 8.2.6. Номинальные значения содержания измеряемых компонентов в ПГС приведены в таблице Б.1, Б.2 приложения Б.

Значения приведенной погрешности (γ в %) для диапазонов, приведенных в таблице, Г.1 Приложения Г), рассчитывают для каждой ГСО-ПГС по формуле:

$$\gamma = \frac{C_i - C_\partial}{C_k} \cdot 100 \quad (1.1)$$

где:

C_i – показания монитора ПК системы при подаче i -ой ПГС, мг/м³ (% об.);

C_∂ – действительное значение массовой концентрации (объемной доли) определяемого компонента в ПГС, мг/м³ (% об.);

C_k – верхний предел диапазона измерений, мг/м³ (% об.);

Значения относительной погрешности (δ в %) для диапазонов, приведенных в таблице Г.1 приложения Г, рассчитывают для каждой ГСО-ПГС по формуле:

$$\delta = \frac{C_i - C_\partial}{C_\partial} \cdot 100 \quad (1.2)$$

Поверка измерительного канала массовой концентрации суммы оксидов азота (NO_x) проводится с помощью ГСО-ПГС NO₂/N₂ согласно таблицам Б.1, Б.2 приложения Б.

Измеренное значение по каналу оксидов азота (NO_x) должно соответствовать концентрации NO₂ ГСО/ПГС.

Результаты определения считают положительными, если приведенная (относительная) погрешность не превышает значения, приведенных в таблице Г.1, Г.2 Приложения Г.

10.3 Определение погрешности газоаналитических каналов и канала паров воды на объекте (на реальной среде)

10.3.1 Определение погрешности газоаналитических каналов (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

поглощительный сосуд в соответствии с методики измерений МИ М-МВИ-276-17 либо с использованием комплекса КПИ.

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.

Определение проводят на пробе анализируемого газового выброса, подготовленной в соответствии с указаниями п. 8.2.6.

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 Г.1, Г.2 Приложения Г), рассчитывают по формулам 1.1 и 1.2, где C_d – результат измерения, полученный по МИ в аккредитованной лаборатории или показания дисплея КПИ, мг/м³.

10.3.2 Определение погрешности канала паров воды 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 Г.2 Приложения Г), рассчитывают по формулам 1.1 и 1.2, где C_d – результат измерения массовой концентрации (объемной доли, %), полученный по МИ в аккредитованной лаборатории.

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, приведенных таблице Г.2 приложения Г.

10.4 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц.

10.4.1 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц с использованием тестового аэрозоля:

Подключить измерительный блок анализатора пыли из состава поверяемого комплекса к камере аэрозольной согласно рекомендациям по монтажу, приведенным в его ЭД.

Подключить анализатор пыли (пробоотборное устройство) из состава рабочего эталона к камере аэрозольной.

Перевести систему генерации аэрозольных частиц в режим создания тестового аэрозоля.

Установить на генераторе скорость подачи тестового аэрозоля, обеспечивающую значение (50 ± 10) % диапазона измерений массовой концентрации пыли анализатора из состава поверяемого комплекса. Контроль массовой концентрации осуществлять с помощью рабочего эталона. В соответствии с ЭД на анализатор из состава поверяемого комплекса выполнить установку градуировочного коэффициента. Продуть камеру аэрозольную чистым воздухом после окончания измерений.

Произвести анализатором из состава поверяемого комплекса и рабочим эталоном измерение массовой концентрации пыли в камере аэрозольной, последовательно устанавливая на генераторе скорость подачи тестового аэрозоля, обеспечивающую следующие значения диапазона измерений массовой концентрации пыли анализатора из состава поверяемого комплекса: (10 ± 5) , (50 ± 5) , (90 ± 5) %.

Записать в протокол поверки, полученные по результатам измерений значения.

Относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли δ_c , %, для всех полученных значений вычислить соответственно по формуле (1.3):

$$\delta_c = \frac{C_u - C_d}{C_d} \cdot 100 \quad (1.3)$$

где:

- C_u , мг/м³ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное анализатором из состава поверяемого комплекса;
- C_d , мг/м³ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне;

Относительная погрешность не должна превышать значения указанного в таблице Г.3 Приложения Г.

10.4.2 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц с использованием комплекта светофильтров:

Согласно ЭД подготовить анализатор из состава поверяемого комплекса для проведения измерений спектрального коэффициента направленного пропускания.

Произвести анализатором измерение спектрального коэффициента направленного пропускания для всех светофильтров из комплекта.

Записать в протокол поверки полученные по результатам измерений значения, где:

- T_u , % – измеренное значение спектрального коэффициента направленного пропускания, полученное поверяемым анализатором;
- T_d , % – действительное значение спектрального коэффициента направленного пропускания, приведённое в паспорте (свидетельстве о поверке, сертификате калибровки) на комплект светофильтров.

Относительную погрешность измерений спектрального коэффициента направленного пропускания δ_T , %, для всех полученных значений вычислить по формуле:

$$\delta_T = \frac{T_u - T_d}{T_d} \cdot 100, \quad (1.4)$$

Относительная погрешность не должна превышать ± 5 %.

10.4.3 После проведения поверки канала твердых (взвешенных) частиц, на объекте в соответствии с Приложением Д устанавливается поправочный коэффициент, соответствующий параметрам реальной газодисперсной среды.

10.5 Определение погрешности каналов температуры, давления и скорости

Определение погрешности каналов температуры, давления и скорости проводят поэлементным методом.

Поэлементная поверка проводится при наличии на первичные измерительные преобразователи, входящих в состав указанных каналов, действующих свидетельств о поверке.

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

- определение погрешности ПИП;
- определение погрешности канала передачи информации (ИВК).
- а) Определение погрешности первичных преобразователей (датчиков).

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

Определяют погрешность ПИП на основании результатов поверки ПИП (по свидетельству о поверке и протоколу поверки (при наличии)).

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

б) Определение погрешности канала передачи информации (ИВК).

Определение погрешности канала передачи информации (ИВК) проводят на месте их установки.

Входными сигналами ИВК комплекса являются унифицированные токовые сигналы стандартных преобразователей объемного расхода, давления, температуры в диапазоне от 4 до 20 мА.

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

Значения выходных величин выводят на экран монитора ПК системы.

в) Определение погрешности канала передачи информации (ИВК) проводят в следующей последовательности:

Отключают первичные преобразователи и подключают средства поверки к соответствующим каналам, 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 пяти значений измеряемого параметра, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений (например, 0; 25; 50; 75 и 100 %) и через 10 секунд считывают значение параметра с экрана ПК системы с ПО.

Значение измеряемой величины (A_d), соответствующее заданному значению силы постоянного тока I_z , мА, рассчитывают по формуле:

$$A_d = K \cdot (I_z - 4) + |A_o| \quad (1.5)$$

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

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

K – коэффициент преобразования, рассчитываемый по формуле, единица измеряемой величины, мА.

$$K = \frac{A_g - A_n}{I_g - I_n} \quad (1.6)$$

где A_g, A_n – верхнее и нижнее значение диапазона измерений, соответственно, в единицах измеряемой величины.

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

г) Расчет погрешности канала передачи информации

Значение приведенной погрешности канала передачи информации в γ_n в % рассчитывают для каждой точки проверки по формуле:

$$\gamma_n = \frac{A_i - A_o}{A_g - A_n} \cdot 100 \quad (1.7)$$

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

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

Значение относительной погрешности канала передачи информации в (δ_n в %) рассчитывают для каждой точки проверки по формуле:

$$\delta_n = \frac{A_i - A_o}{A_o} \cdot 100 \quad (1.8)$$

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 (1.5) в единицах измеряемой величины.

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности канала передачи информации не превышают 0,2 долей от пределов допускаемой погрешности канала измерений каждого параметра.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Систему признают соответствующей метрологическим требованиям, указанным в описании типа, если результаты проверок по пп. 7 и 8 положительные, а результаты проверок по пп. 9 и 10 соответствуют требованиям описания типа системы.

12 Оформление результатов поверки

12.1 При проведении поверки составляется протокол результатов измерений, в котором указывается информация о соответствии системы предъявляемым к ней требованиям. Форма протокола поверки приведена в Приложении Е.

12.2 Система, удовлетворяющая требованиям методики поверки, признаётся годной к применению.

12.3 При отрицательных результатах поверки применение системы запрещается и выдается извещение о непригодности.

12.4 Сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.5 При замене отдельных автономных блоков на аналогичные, входящих в состав системы, проводится ее первичная поверка для тех измерительных каналов, в которых проведена замена блоков. Сведения о результатах первичной поверки системы (только для замененных блоков) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Условия определения МХ измерительных газоаналитических каналов и паров воды в комплекте с пробоотборным зондом и обогреваемой линией

Наименование измерительного канала	Условия	Место проведения поверки	Температура окружающей среды, °С
Газовые каналы	Поверка с использованием ГСО ¹⁾	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Периодическая поверка с использованием реальной среды, без демонтажа	На объекте	от +5 до +30
Канал измерений паров воды	Поверка в составе АИС с использованием реальной среды, без демонтажа	На объекте	от +5 до +30
Канал твердых (взвешенных) частиц	Первичная поверка с использованием тестового аэрозоля	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Первичная и периодическая поверка с использованием светофильтров	На объекте	от +5 до +40
Канал измерений параметров (температура, давление, скорость газового потока)	Поверка в первичных преобразователях (датчиков) (с демонтажом)	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Проверка каналов передачи информации, без демонтажа	На объекте	от +5 до +30
¹⁾ Допускается проведение поверки на объекте при условии выполнения требований раздела 3 МП.			

Приложение Б (обязательное)

Таблица Б.1 Перечень и метрологические характеристики ГСО-ПГС, используемых при поверке газоаналитических каналов аналитической части КТО – 600.

Определяемый компонент	Диапазон измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Номинальное значение массовой концентрации определяемого компонента в ГСО-ПГС, мг/м ³ , пределы допускаемого отклонения, мг/м ³			Источник получения ГС ²⁾ (Номер ГСО)
		ПГС №1	ПГС №2	ПГС №3	
CO	от 0 до 300	ПНГ ¹⁾	50 ± 10	270 ± 30	10547-2014
CO ₂	от 0 до 489 × 10 ³	ПНГ	78 × 10 ³ ± 19,5 × 10 ³	489 × 10 ³ ± 39 × 10 ³	10547-2014
NO	от 0 до 300	ПНГ	50 ± 10	270 ± 30	10547-2014
NO ₂ ³⁾	от 0 до 300	ПНГ	50 ± 10	270 ± 30	10547-2014
SO ₂	от 0 до 600	ПНГ	70 ± 10	540 ± 60	10538-2014
HCl	от 0 до 150	ПНГ	20 ± 10	130 ± 20	10547-2014
O ₂	от 0 до 15 % об.	ПНГ	4 ± 1	13 ± 2	10532-2014

¹⁾ ПНГ - поверочный нулевой газ – азот газообразный особой чистоты 1й сорт по ГОСТ 9293-74

²⁾ Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГСО-ПГС), в т.ч. многокомпонентных, не указанных в настоящей методике поверки, при выполнении следующих условий:

- номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в ГС должны соответствовать указанному для соответствующей ГС в таблице;
- точностные характеристики должны быть не хуже, чем у приведенных в таблице ГСО.

Информация о стандартных образцах состава газовых смесей утвержденного типа доступна на сайте Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений

³⁾ ГСО-ПГС NO₂/N₂ также используется для поверки метрологических характеристик канала измерений массовой концентрации суммы оксидов азота (NO_x)

Таблица Б.2 Перечень и метрологические характеристики ГСО-ПГС, используемых при поверке газоаналитических каналов аналитической части КАСХ – 1, КАСХ - 2.

Определяемый компонент	Диапазон измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Номинальное значение массовой концентрации определяемого компонента в ГСО-ПГС, пределы допускаемого отклонения			Источник получения ГС ²⁾ (Номер ГСО)
		ПГС №1	ПГС №2	ПГС №3	
СО	от 0 до 1200	ПНГ	100 ± 20	1100 ± 100	10547-2014
СО ₂	от 0 до 195 × 10 ³	ПНГ	39 × 10 ³ ± 19,5 × 10 ³	176 × 10 ³ ± 39 × 10 ³	10547-2014
NO	от 0 до 650	ПНГ	70 ± 10	600 ± 60	10547-2014
NO ₂ ³⁾	от 0 до 1000	ПНГ	80 ± 20	900 ± 100	10547-2014
O ₂	от 0 до 25 % об.	ПНГ	4 ± 1	22 ± 3	10532-2014

¹⁾ ПНГ - поверочный нулевой газ –азот газообразный особой чистоты 1й сорт по ГОСТ 9293-74

²⁾ Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), в т.ч. многокомпонентных не указанных в настоящей методике поверки, при выполнении следующих условий:

- номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в ГС должны соответствовать указанному для соответствующей ГС в таблице;
- точностные характеристики должны быть не хуже, чем у приведенных в таблице ГСО.

Информация о стандартных образцах состава газовых смесей утвержденного типа доступна на сайте Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений

³⁾ ГСО-ПГС NO₂/N₂ также используется для поверки метрологических характеристик канала измерений массовой концентрации суммы оксидов азота (NO_x)

Приложение В (рекомендуемое)

Структурная схема поверки газоаналитических ИК аналитической части КАСХ-1/2 и КТО – 600
по ГС

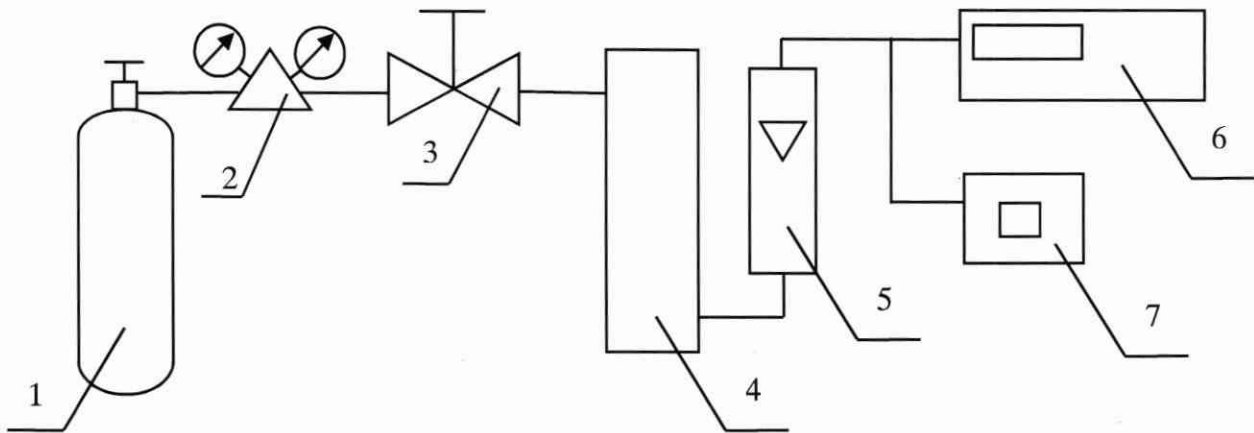


Рисунок В.1 – схема подачи ПГС из баллонов под давлением на вход аналитической части КАСХ
– 1/2

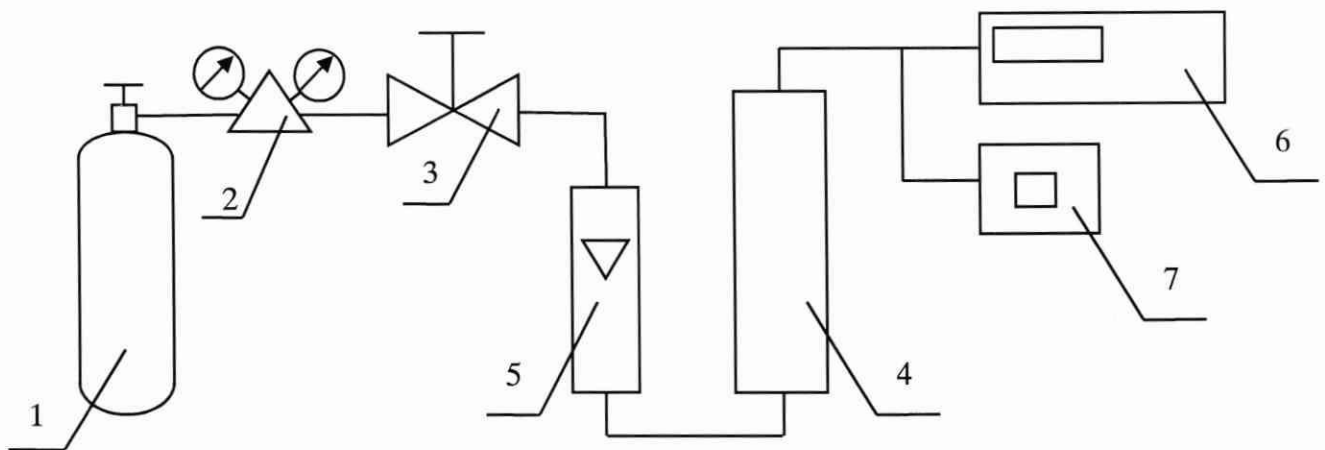


Рисунок В.2 – схема подачи ПГС из баллонов под давлением на вход аналитической части КТО –
600

1 – баллон с ГС; 2 – редуктор баллонный; 3 – вентиль точной регулировки; 4 – пробоотборный зонд; 5 – расходомер (ротаметр); 6 – газоанализатор с устройством подготовки пробы; 7 – Комплекс переносной измерительный;

Приложение Г

Таблица Г.1– Метрологические характеристики газоаналитических каналов аналитической части КАСХ-1 и КАСХ-2 (с устройством отбора и подготовки пробы)

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазон показаний массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Диапазон измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾ %	
			приведенной ¹⁾	относительной
СО	от 0 до 1200	от 0 до 120 включ. св. 120 до 1200	±20 -	- ±20
СО ₂	от 0 до 195 × 10 ³	от 0 до 39 × 10 ³ включ. св. 39 × 10 ³ до 195 × 10 ³	±20 -	- ±20
NO	от 0 до 650	от 0 до 80 включ. св. 80 до 650	±25 -	- ±25
NO ₂	от 0 до 1000	от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000	±20 -	- ±20
NO _x	от 0 до 1600	от 0 до 160 включ. св. 160 до 1600	±25 -	- ±25
O ₂	от 0 до 25 % (об.)	от 0 до 5 (об.) включ. св. 5 до 25 % (об.)	±15 -	- ±15
Пары H ₂ O	от 0 до 25 % (об.)	от 0 до 5 % (об.) включ. св. 5 до 25 % (об.)	±25 -	- ±25
¹⁾ Приведенные к верхнему пределу диапазона измерений; ²⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847, п. 3.1.3; ³⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов – 1; 0,1 мг/м ³ (% об.).				

Таблица Г.2– Метрологические характеристики газоаналитических каналов аналитической части КТО-600 (с устройством отбора и подготовки пробы)

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазон показаний массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Диапазон измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾ %	
			приведенной ¹⁾	относительной
СО	от 0 до 300	от 0 до 60 включ. св. 60 до 300	±20 -	- ±20
СО ₂	от 0 до 489 × 10 ³	от 0 до 98 × 10 ³ включ. св. 98 × 10 ³ до 489 × 10 ³	±20 -	- ±20
NO	от 0 до 300	от 0 до 60 включ. св. 60 до 300	±25 -	- ±25

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазон показаний массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Диапазон измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾ %	
			приведенной ¹⁾	относительной
NO ₂	от 0 до 300	от 0 до 60 включ. св. 60 до 300	±25 -	- ±25
NO _x	от 0 до 600	от 0 до 60 включ. св. 60 до 600	±25 -	- ±25
SO ₂	от 0 до 600	от 0 до 80 включ. св. 80 до 600	±25 -	- ±25
HCl	от 0 до 150	от 0 до 30 включ. св. 30 до 150	±25 -	- ±25
O ₂	от 0 до 15 % (об.)	от 0 до 5 % (об.) св. 5 до 15 % (об.)	±15 -	- ±15
Пары H ₂ O	от 0 до 30 % (об.)	от 0 до 6 % (об.) св. 6 до 30 % (об.)	±25 -	- ±25

¹⁾ Приведенные к верхнему пределу диапазона измерений;
²⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847, п. 3.1.3;
³⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов – 1; 0,1 мг/м³(% об.).

Таблица Г.3 – Метрологические характеристики измерительного канала твердых (взвешенных) частиц аналитической части КТО-600

Измерительный канал (определяемый компонент или параметр)	Диапазон показаний	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
Массовая концентрация твердых (взвешенных) частиц, мг/м ³	от 0 до 10000	от 10 до 4000 ¹⁾	±20 ²⁾
Спектральный коэффициент направленного пропускания, %	от 0 до 100	от 5 до 95	±5

¹⁾ Для оптической длины пути 1м
²⁾ После проведения градуировки на анализируемой среде

Таблица Г.4 – Метрологические характеристики измерительных каналов системы

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой вариации показаний, в долях от предела допускаемой погрешности	0,3
Пределы допускаемого изменения выходного сигнала за 24 ч непрерывной работы, в долях от пределов допускаемой погрешности	±0,3
Время прогрева, не более, мин	60
Пределы допускаемого времени установления выходного сигнала (T _{0,9}), с (время одного цикла без учета транспортного запаздывания)	120

Таблица Г.5 – Метрологические характеристики для измерительных каналов параметров газового потока в условиях эксплуатации

Измерительный канал	Единицы измерений	Диапазон измерений ³⁾	Пределы допускаемой погрешности
Температура дымовых газов	°C	от 0 до +400	±0,5 (абс.)
Абсолютное давление дымовых газов	кПа	от 0 до 160	±0,25 % (прив.) ²⁾
Скорость газового потока ¹⁾	м/с	от 3 до 40	±0,4 (абс.)

¹⁾ Диапазон измерений по каналу объемного расхода рассчитывается с учетом измеренного значения скорости газового потока и площади сечения дымовой трубы;

²⁾ Приведенные к верхнему пределу диапазона измерений;

³⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов: температуры 0,1 °C, давления 0,1 кПа, скорость 0,1 м/с, пыли 0,1 мг/м³.

Приложение Д

Определение поправочного коэффициента на объекте (на реальной среде) для канала твердых (взвешенных) частиц

После определения МХ ИК взвешенных частиц по тестовым аэрозолям в лабораторных условиях, и установки на объекте (на стационарном источнике загрязнения окружающей среды), проводится определение поправочного коэффициента (K_n) 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 действующее свидетельство о поверке.

Работы по определению поправочного коэффициента осуществляются в соответствии с требованиями эксплуатационной документации (ЭД) на комплекс 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_{pi} для рассчитывают по формуле

$$K_n = \frac{C}{\bar{A}} ,$$

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

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

Полученное значение K_n вводится в программное обеспечение (ПО) анализатора или ИК пыли в соответствии с ЭД. Значение K_n указывается в свидетельстве о поверке на комплекс.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Протокол поверки

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 _____ °С

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 (по ГСО) _____

3.2 Результаты определения погрешности газоаналитических каналов и канала измерений паров воды (по реальной среде) _____

3.3 Результаты определения погрешности канала _____

твердых (взвешенных) частиц _____

(веществ) _____

3.4 Результат определения поправочного коэффициента для пылемеров на реальной среде _____

3.5 Результаты определения погрешности каналов _____

температуры, давления, скорости _____

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

Поверитель: _____

Дата поверки: _____