

**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. «05» _____ 2024 г.

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Чекирда Константин Владимирович

Государственная система обеспечения единства измерений

**Системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ на сернокислотном
производстве АО «Апатит» в г. Череповец**

Методика поверки

МП-242-2604-2024

**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 на сернокислотном производстве АО «Апатит» в г. Череповец (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 °С ГЭТ 34-2020 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 скорости воздушного потока ГЭТ 150-2012 в соответствии с Приказом Росстандарта от 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 метрологические характеристики газоаналитических измерительных каналов (далее - ИК) и ИК параметров газового потока, приведенные в таблицах А.1 - А.5 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

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы с использованием ГСО	Да	Да	10.1
Определение погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы на реальной среде	Да	Да	10.2
Определение погрешности ИК температуры, давления, скорости и объемного расхода газового потока	Да	Да	10.3
Определение погрешности ИК показателей выбросов диоксида серы	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
<p>8, 10</p> <p>Подготовка к поверке и опробование средства измерений; определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>	<p>Вентиль точной регулировки с диапазоном рабочего давления от 0 до 150 кгс/см², диаметр условного прохода 3 мм¹⁾</p> <p>Ротаметры для измерений объемного расхода (верхняя граница диапазона измерений 0,063 м³/ч, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 2,5\%$)</p> <p>Трубка фторопластовая диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм¹⁾</p>	<p>Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160)</p> <p>Ротаметры РМФ-0,063 ГУЗ по ГОСТ 13045-80</p> <p>Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87</p>
<p>8.1</p> <p>Контроль условий поверки</p>	<p>Средства измерений параметров окружающей среды: диапазон измерений температуры от +5 °С до +40 °С, относительной влажности от 0 до 90 %, атмосферного давления от 840 гПа до 1067 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности по каналам: относительной влажности не более $\pm 3\%$, температуры не более $\pm 0,4$ °С, атмосферного давления ± 5 гПа</p>	<p>Прибор комбинированный Testo-622 (пер. № в ФИФ ОЕИ²⁾ 53505-13)</p>
<p>8.8.2</p> <p>Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией</p>	<p>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)</p>	<p>ГСО 10537-2014³⁾ (SO₂/N₂)</p>
<p>10.1</p> <p>Определение погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы с использованием ГСО</p>	<p>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)</p>	<p>ГСО 10537-2014³⁾ (SO₂/N₂)</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>10.2</p> <p>Определение погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы на реальной среде</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>Комплекс переносной газоаналитический КПП (рег. № в ФИФ ОЕИ 82390-21)</p>
<p>10.3</p> <p>Определение погрешности ИК температуры, давления и скорости и объемного расхода газового потока</p>	<p>Средства измерений и воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: в режиме воспроизведения не более ± 1 мкА</p>	<p>Калибратор электрических сигналов СА150 (рег. № в ФИФ ОЕИ 53468-13)</p>
<p>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.</p> <p>2) Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.</p> <p>3) Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), не указанных в приложении В, и генераторов газовых смесей при выполнении следующих условий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><i>Примечание</i> - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</p>		

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

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 на сернокислотном производстве АО «Апатит» в г. Череповец. 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 подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

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 на сернокислотном производстве АО «Апатит» в г. Череповец. 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 КПП) в условиях размещения поверяемой системы, в состав которой входит газоаналитический комплекс. Зонд КПП 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 КПП.

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

Продувают зонд и трубопровод КПП 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 считают 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 (SO_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 считают положительными, если изменение показаний по ИК диоксида серы 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 запуске системы.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если полученные идентификационные данные наименования и номера версии ПО соответствуют указанным в таблице А.6 приложения А.

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

10.1 Определение погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы с использованием ГСО

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 относительной погрешности δ , %, для диапазона, приведенного в таблице А.1 приложения А, рассчитывают для каждой ГС по формуле

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

где C_i – показания монитора ПК системы при подаче i -ой ГС, мг/м³;

C_d – действительное значение массовой концентрации определяемого компонента в ГС, мг/м³.

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

10.2 Определение погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы на реальной среде

Определение погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы на реальной среде проводится в соответствии с п. 8.7 настоящей методики.

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 дисплею монитора ПК системы.

Значения относительной погрешности для диапазона измерений, в котором нормированы пределы допускаемой относительной погрешности (таблица А.1 приложения А), рассчитывают по формуле 1, где C_d – результат измерений, полученный с помощью КИП, мг/м³.

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

10.3 Определение погрешности ИК температуры, давления, скорости и объемного расхода газового потока

Определение погрешности ИК температуры, давления, скорости и объемного расхода газового потока 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.

10.3.1 Поэлементный метод заключается в определении погрешности ИК параметров газового потока - температуры, давления, скорости и объемного расхода, имеющих в своем составе первичный 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 (объемного расхода), 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_{∂} , соответствующее заданному значению силы постоянного тока I_3 , мА, рассчитывают по формуле

$$A_{\partial} = K \cdot (I_3 - 4) + |A_0|, \quad (2)$$

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

A_0 – нижнее значение диапазона измерений (в единицах измеряемой величины);

K – коэффициент преобразования, рассчитываемый по формуле 3

$$K = \frac{A_{\text{в}} - A_{\text{н}}}{I_{\text{в}} - I_{\text{н}}}, \quad (3)$$

где $A_{\text{в}}$, $A_{\text{н}}$ – верхнее и нижнее значение диапазона измерений, соответственно, в единицах измеряемой величины;

$I_{\text{в}}$, $I_{\text{н}}$ – верхнее и нижнее значение диапазона измерений аналогового выхода, соответственно, мА.

г) Расчет погрешности канала передачи информации

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

$$\gamma_n = \frac{A_i - A_{\partial}}{A_{\text{в}} - A_{\text{н}}}, \quad (4)$$

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

$A_{\text{в}}$, $A_{\text{н}}$ – верхнее и нижнее значение диапазона измерений, соответственно, в единицах измеряемой величины.

Значение абсолютной погрешности системы по каналу передачи информации Δ_n рассчитывают для каждой точки поверки по формуле

$$\Delta_n = A_d - A_i \quad (5)$$

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

10.4 Определение погрешности ИК показателей выбросов диоксида серы

Определение погрешности ИК показателей выбросов диоксида серы проводится только после получения положительных результатов поверки по пп. 10.1, 10.2, 10.3. Относительную погрешность измерений показателей выбросов диоксида серы δ_M , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta C^2 + \left(\frac{Q_B}{Q_i} \cdot \gamma_Q\right)^2} \quad (6)$$

где δC – максимальное значение относительной погрешности измерения массовой концентрации диоксида серы, %, полученное в результате определения по п. 10.2 настоящей МП;

γ_Q – пределы допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода дымовых газов, %;

Q_B – верхняя граница диапазона измерений объемного расхода дымовых газов, м³/с;

Q_i – измеренное значение объемного расхода дымовых газов, м³/с.

Результаты определения считают положительными, если значение погрешности не превышает пределов, указанных в таблице А.5 приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки. Форма протокола поверки приведена в приложении Г (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
Метрологические характеристики системы
(обязательное)

Таблица А.1 – Основные метрологические характеристики ИК массовой концентрации диоксида серы

Определяемый компонент	Диапазон измерений ¹⁾ массовой концентрации, мг/м ³	Пределы допускаемой относительной погрешности в условиях эксплуатации ²⁾ , %
Диоксид серы (SO ₂)	от 250 до 2750	±25

¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда ИК массовой концентрации диоксида серы (SO₂) 1 мг/м³.

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

Таблица А.2 – Метрологические характеристики ИК скорости и объемного расхода дымовых газов

Определяемая характеристика	Единицы величины	Диапазон измерений ¹⁾	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾
Скорость газового потока при рабочих условиях	м/с	от 0,05 до 40	$\pm(0,03+0,03 \cdot V^3)$ (абс.)
Объемный расход при рабочих условиях	м ³ /с	от $S \cdot V_{\min}$ до $S \cdot V_{\max}$ ⁴⁾	±3 % (прив. ⁵⁾)

¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда ИК скорости дымовых газов 0,01 м/с, объемного расхода дымовых газов 1 м³/ч.

²⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847, п. 3.10.

³⁾ V – скорость дымовых газов, м/с.

⁴⁾ V_{min} и V_{max} – наименьшая и наибольшая скорость газового потока, м/с;

S – площадь сечения газохода, м².

Площадь сечения газохода для системы зав. № 0614 составляет 10,044 м², для системы зав. № 0615 – 7,065 м².

⁵⁾ Нормирующее значение – верхний предел диапазона измерений.

Таблица А.3 – Метрологические характеристики ИК температуры дымовых газов

Определяемая характеристика	Единицы величины	Диапазон измерений ¹⁾	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительного канала в условиях эксплуатации ²⁾
Температура	°С	от 0 до +200	±2

¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда ИК температуры дымовых газов 1 °С.
²⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847, п. 3.9.

Таблица А.4 - Метрологические характеристики ИК абсолютного давления дымовых газов

Определяемая характеристика	Единицы величины	Диапазон измерений ¹⁾	Пределы допускаемой приведенной ²⁾ погрешности измерительного канала в условиях эксплуатации ³⁾ , %
Абсолютное давление	кПа	от 0 до 160	±1,5

¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда ИК абсолютного давления дымовых газов 1 кПа.
²⁾ Нормирующее значение – верхний предел диапазона измерений.
³⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847, п. 3.13.

Таблица А.5 – Метрологические характеристики ИК показателей выбросов

Определяемая характеристика или параметр	Единицы величины	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности измерительного канала в условиях эксплуатации, %
Массовый выброс SO ₂	г/с	от M _Н до M _В ¹⁾	$\pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta C^2 + \left(\gamma_Q \cdot \frac{Q_B}{Q_t}\right)^2} \quad 2)$
Валовый выброс SO ₂	т/год	от 0,0011 · M _Н до 31,6 · M _В ¹⁾	

¹⁾ M_Н - нижний предел диапазона измерений массового выброса диоксида серы (SO₂), г/с, рассчитывается по формуле

$$M_N = C_N \cdot Q_N / 1000$$

где C_Н – нижний предел диапазона измерений массовой концентрации SO₂, мг/м³;
Q_Н – нижний предел диапазона измерений объемного расхода газового потока, м³/с.
M_В - верхний предел диапазона измерений массового выброса диоксида серы (SO₂), г/с, рассчитывается по формуле

$$M_B = C_B \cdot Q_B / 1000$$

где C_В – верхний предел диапазона измерений массовой концентрации SO₂, мг/м³;
Q_В – верхний предел диапазона измерений объемного расхода газового потока, м³/с.
Верхний (нижний) предел диапазона измерений массового выброса SO₂ в единицах кг/ч получают умножением значения M_В (M_Н) на коэффициент 3,6.

Продолжение таблицы А.5

Определяемая характеристика или параметр	Единицы величины	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности измерительного канала в условиях эксплуатации, %
²⁾ Где δC – пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой концентрации SO_2 , %; γQ – пределы допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода дымовых газов, %; Q_B – верхняя граница диапазона измерений объемного расхода дымовых газов, м ³ /с; Q_i – измеренное значение объемного расхода дымовых газов, м ³ /с.			

Таблица А.6 - Идентификационные данные программного обеспечения систем

Наименование характеристики	Значение
Идентификационное наименование ПО	PLC
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.X.XX ¹⁾
¹⁾ Первый символ номера версии ПО указывает на метрологически значимую часть ПО (неизменяемую), а «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, °С
Газоаналитические ИК	Поверка с использованием ГСО ¹⁾	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Поверка с использованием реальной среды, без демонтажа	На объекте	от +5 до +40
ИК температуры, абсолютного давления дымовых газов и скорости/объемного расхода газового потока	Поверка 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 (измерительный канал)	Диапазон измерений массовой концентрации, мг/м ³	Номинальное значение массовой концентрации определяемого компонента в ГС, пределы допускаемого отклонения, мг/м ³			Источник получения ГС (Номер ГСО)
		ГС №1	ГС №2	ГС №3	
Диоксид серы (SO ₂)	от 250 до 2750	350±100	800±200	2000±750	ГСО 10537-2014 SO ₂ /N ₂

Приложение Г

Протокол поверки

(рекомендуемое)

Наименование СИ: _____

Зав. № _____

Дата выпуска _____

Регистрационный номер: _____

Заказчик: _____

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 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией _____

3 Подтверждение соответствия программного обеспечения _____

4 Результаты определения метрологических характеристик _____

4.1 Результаты определения погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы с использованием ГСО _____

4.2 Результаты определения погрешности ИК массовой концентрации диоксида серы на реальной среде _____

4.3 Результаты определения погрешности каналов температуры, давления, скорости, объемного расхода _____

4.4 Результаты определения погрешности ИК показателей выбросов _____

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

Поверитель: _____

Дата поверки: _____