



СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Пронин

«30» января 2026 г.

М.п.



СОГЛАСОВАНО

(в части измерительных каналов давления,
температуры, скорости, объемного расхода
отходящих газов)

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко

«30» января 2026 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений
Система автоматического контроля выбросов предиктивная
на АО «Кольская ГМК» ИЗАВ 0164
САКВП-Axioma-0002-КГМК-0164

Методика поверки

МП НТЦ-01-2026

Начальник отдела НТЦ «Окружающая среда»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Ю.В. Лопатин

Инженер по испытаниям НТЦ «Окружающая
среда» ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

И.Ф. Галяутдинов

Начальник Центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Ю.А. Шатохина

Зам. начальника отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.О. Штовба

2026 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки системы автоматического контроля выбросов предиктивной на АО «Кольская ГМК» ИЗАВ 0164 САКВП-Аxioma-0002-КТМК-0164 (далее – система).

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов.

1.2 Метрологические характеристики представлены в приложении А.

1.3 Методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемой 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.12.2020 № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений ГЭТ 95-2020 в соответствии со структурой локальной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления (разрежения), представленной в приложении Б к настоящей методике;

Государственный первичный специальный эталон единицы скорости воздушного потока, ГЭТ 150-2012 в соответствии со структурой локальной поверочной схемы для средств измерений скорости потока и объёмного расхода, представленной в приложении Б к настоящей методике;

Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020 в соответствии со структурой локальной поверочной схемы для средств измерений температуры, представленной в приложении Б к настоящей методике.

1.4 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: при поверке измерительных каналов массовой концентрации – непосредственное сличение поверяемого средства измерений с эталоном той же величины; при поверке измерительных каналов скорости потока, объёмного расхода, избыточного давления (разрежения), температуры отходящих газов – в соответствии со структурами локальных поверочных схем, представленных в приложении Б.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик измерительных каналов массовой концентрации диоксида серы SO ₂ , оксида углерода (CO), суммы оксида азота (NO _x)	Да	Да	10.1
Определение метрологических	Да	Да	10.2

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
характеристик измерительных каналов параметров отходящих газов			

2.2 Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, то дальнейшая поверка прекращается. Результаты поверки оформляются в соответствии с требованиями раздела 11 настоящей методики поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Система представляет собой программно-аппаратный комплекс, размещённый на виртуальной серверной платформе, поэтому требования к условиям окружающей среды в месте размещения системы при поверке не устанавливаются.

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться условия применения средств поверки.

Применение эталонов и средств измерений вне помещений, где нельзя создать необходимые условия, запрещено.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие квалификацию поверителя, изучившие руководства по эксплуатации на систему и средства поверки, знающие принцип действия используемых средств поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (аттестации).

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.3, 8.4 Контроль условий поверки (при подготовке и проведении поверки средства измерений)	Средства измерений: температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +35 °С и пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1 °С; относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % и пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %; атмосферного давления в диапазоне от 86,6 до 106,7 кПа и пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа; длины с диапазоном измерений не менее 500 мм, ценой деления не более 1 мм и пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 2 мм	Приборы комбинированные Testo-622 (per. № 44744-10) Рулетка измерительная металлическая P20Y3K (per. № 35280-07)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Определение метрологических характеристик измерительных каналов массовой концентрации диоксида серы SO ₂ , оксида углерода (CO), суммы оксидов азота (NO _x)	Рабочий эталон 1 или 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.12.2020 № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»	Государственный эталон 1 разряда единицы массовой концентрации компонентов в диапазоне значений от 10 до 8600 мг/м ³ и единицы объемной доли компонентов в диапазоне значений от 1 % до 30 % (рег. № 3.1.ZZB.0475.2025)
10.2 Определение метрологических характеристик измерительных каналов параметров отходящих газов	Средства поверки в соответствии с локальной поверочной схемой, представленной в приложении Б: - диапазон измерений разности давлений от 0 до 2000 Па, пределы основной допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1,5$ Па в диапазоне от 0 до 100 Па включ., $\pm(1+0,005 P)$ Па в диапазоне св. 100 до 2000 Па; - диапазон измерений скорости воздушного (газового) потока от 10 до 20 м/с, пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента преобразования трубки ± 5 %; - диапазон измерений температуры от +170 °С до +240 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 2 °С	Манометр дифференциальный цифровой ДМЦ-01М (рег. № 15594-12) Трубка напорная Пито (рег. № 21099-11) Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (рег. № 61806-15)
Примечание – Допускается использовать при поверке аналогичные поверенные средства измерений утвержденного типа, утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, обеспечивающие необходимое соотношение погрешностей системы и средств поверки		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки средства измерений, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление, не допускается использовать в качестве заземления корпуса силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления.

6.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на систему, знающие принцип действия используемых эталонов и средств измерений, имеющие навыки работы на персональном компьютере.

6.3 Лица, проводящие поверку, должны пройти инструктаж по технике безопасности в установленном в организации порядке.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний вид и комплектность проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации (РЭ) и описании типа.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными при их соответствии РЭ и описанию типа. В противном случае, система дальнейшей поверке не подвергается и бракуется.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 На поверку представляют систему, полностью укомплектованную в соответствии с РЭ.

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с документацией на систему и подготавливает все материалы и средства поверки, необходимые для проведения поверки.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Подготовить систему к работе в соответствии с РЭ.

Результат опробования считать положительным, если отсутствуют ошибки в работе системы.

8.3 Контроль глубины погружения измерительного зонда проводится перед каждым циклом измерений путём фиксации положения зонда по шкале (метке) на зонде и сравнения с расчётной глубиной ($295 \pm 29,5$) мм (что соответствует $\pm 5\%$ от высоты газохода) в центре измерительной плоскости (фланец № 3, центральный по ширине, на половине высоты газохода).

8.4 Проверяют соблюдение условий применения средств поверки в соответствии с требованиями раздела 3.

При несоблюдении условий применения средств поверки поверку не проводят до установления условий, соответствующих требованиям эксплуатационной документации.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Запустить проверку идентификационных данных (признаков) программного обеспечения (ПО).

9.1.1 В раскрывшейся виртуальной панели управления прочитать идентификационное наименование, версию ПО и контрольные суммы.

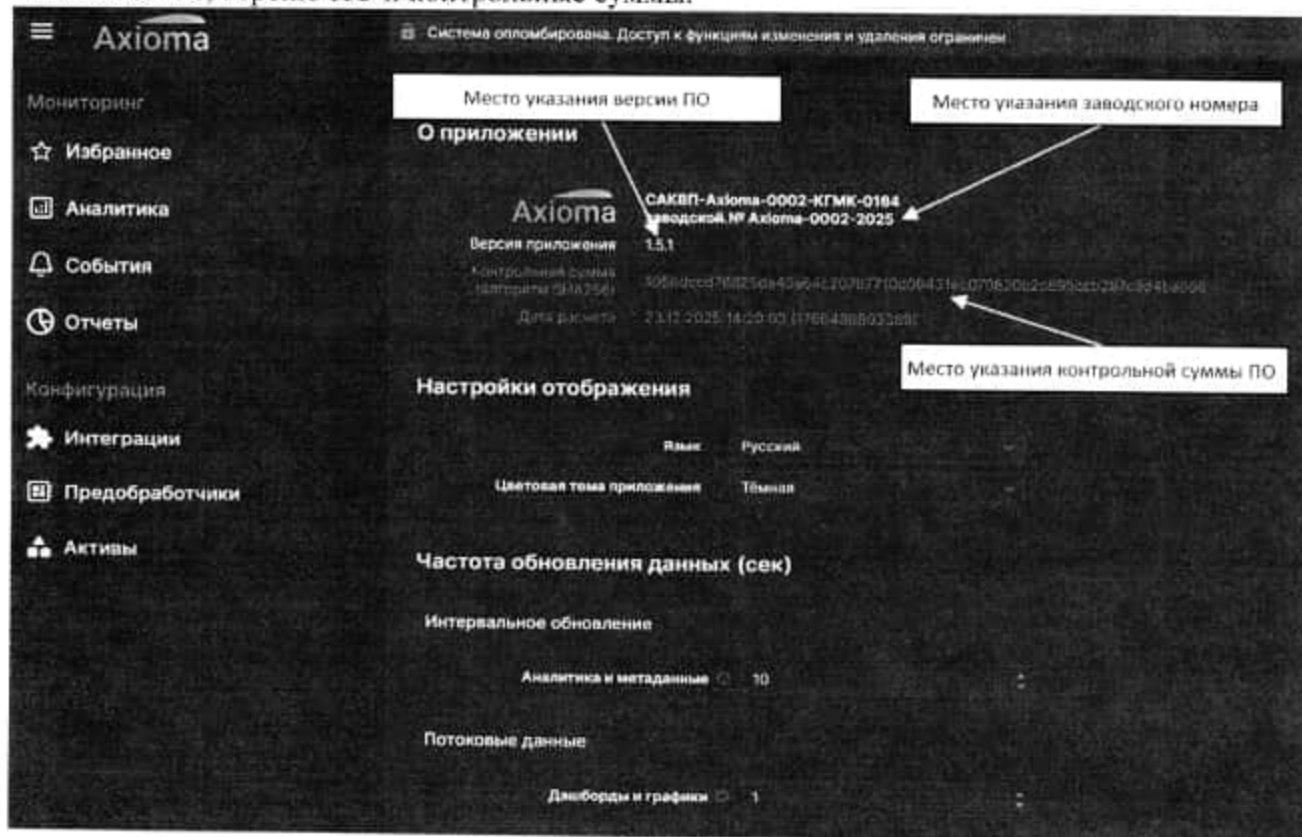


Рисунок 1 – Виртуальная панель

9.1.2 Результаты проверки идентификационных данных (признаков) ПО считать положительными, если идентификационное наименование ПО, значение версии и контрольной суммы соответствуют указанным в описании типа на систему.

9.2 Проверка работы верификационного базиса.

9.2.1 Результаты проверки верификационного базиса считать положительными если: контрольная сумма соответствует указанной в описании типа; отклонения результатов выходных данных, полученных моделью, от выходных данных верификационного базиса не превышают значений погрешностей, указанных в приложении А.

9.3 Результаты проверки соответствия ПО считать положительными, если результаты проверок по п. 9.1 и 9.2 положительные. В противном случае результаты считать отрицательными и последующие операции поверки не выполнять.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристик измерительных каналов массовой концентрации диоксида серы SO_2 , оксида углерода (CO), суммы оксидов азота (NO_x)

10.1.1 Определение погрешности измерений проводят в измерительном сечении газохода от котла № 16 в центральном по ширине фланце (фланец № 3) на глубине 1/2 (погружение зонда 295 мм) методом сравнения показаний системы с показаниями рабочего эталона с учётом положений приложения В.

10.1.2 Результаты операции поверки считать положительными, если погрешности не превышают указанных в приложении А.

10.2 Определение метрологических характеристик измерительных каналов параметров отходящих газов

10.2.1 Определение погрешностей измерений температуры, избыточного давления (разрежения) отходящих газов проводят в центре измерительной плоскости газохода от котла № 16 в центральном по ширине фланце (фланец № 3) в центре по высоте (глубина 1/2 соответствует погружению зонда 295 мм) методом сравнения показаний системы с показаниями эталонов с учетом положений приложения В.

10.2.2 Определение погрешностей измерений скорости и объемного расхода отходящих газов в центре измерительной плоскости газохода от котла № 16 в центральном по ширине фланце (фланец № 3) в центре по высоте (глубина 1/2 соответствует погружению зонда 295 мм) методом сравнения показаний системы с результатами расчета по показаниям эталонов с учетом положений приложения В.

10.2.3 Результаты операции поверки считать положительными, если погрешности не превышают, указанных в приложении А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах и объеме проведенной поверки системы передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 По заявлению владельца системы или лица, представившего систему на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие системы метрологическим требованиям) выдается свидетельство о поверке.

11.3 По заявлению владельца системы или лица, представившего систему на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие системы

метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

11.4 Оформление протокола поверки обязательно. Протокол поверки оформляется по форме, установленной в организации, осуществляющей поверку.

11.5 Способ защиты системы от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите системы от несанкционированного вмешательства не требуется.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Таблица А.1 – Метрологические требования (газоход котла № 16)

Измеряемая величина	Диапазон показаний	Диапазон (поддиапазон) измерений ⁴⁾	Пределы допускаемой абсолютной (Δ)/ относительной (δ)/ приведённой (γ) ¹⁾ погрешности измерений
Температура отходящих газов, °С	от 0 до 250	от 170 до 240	±10 % (δ)
Избыточное давление (разрежение) отходящих газов, кПа	от -6 до 0	от -2 до 0	±1 кПа (Δ)
Скорость потока отходящих газов, м/с	от 0 до 25	от 10 до 20	±25 % (δ)
Объёмный расход отходящих газов, м³/ч	от 0 до 129000	от 69000 до 118000 ^{3) 5)}	±25 % (δ)
Массовая концентрация диоксида серы SO ₂ , мг/м³	от 0 до 3300	от 1900 до 3300 ³⁾	±35 % (δ)
Массовая концентрация суммы оксидов азота NO _x ²⁾ , мг/м³	от 0 до 450	от 240 до 450 ³⁾	±35 % (δ)
Массовая концентрация оксида углерода CO, мг/м³	от 0 до 500	от 10 до 100 включ. ³⁾	±35 % (γ)
		св. 100 до 500 ³⁾	±35 % (δ)

¹⁾Нормирующим значением является верхняя граница поддиапазона измерений.

²⁾Сумма оксидов азота NO_x в пересчете на NO₂.

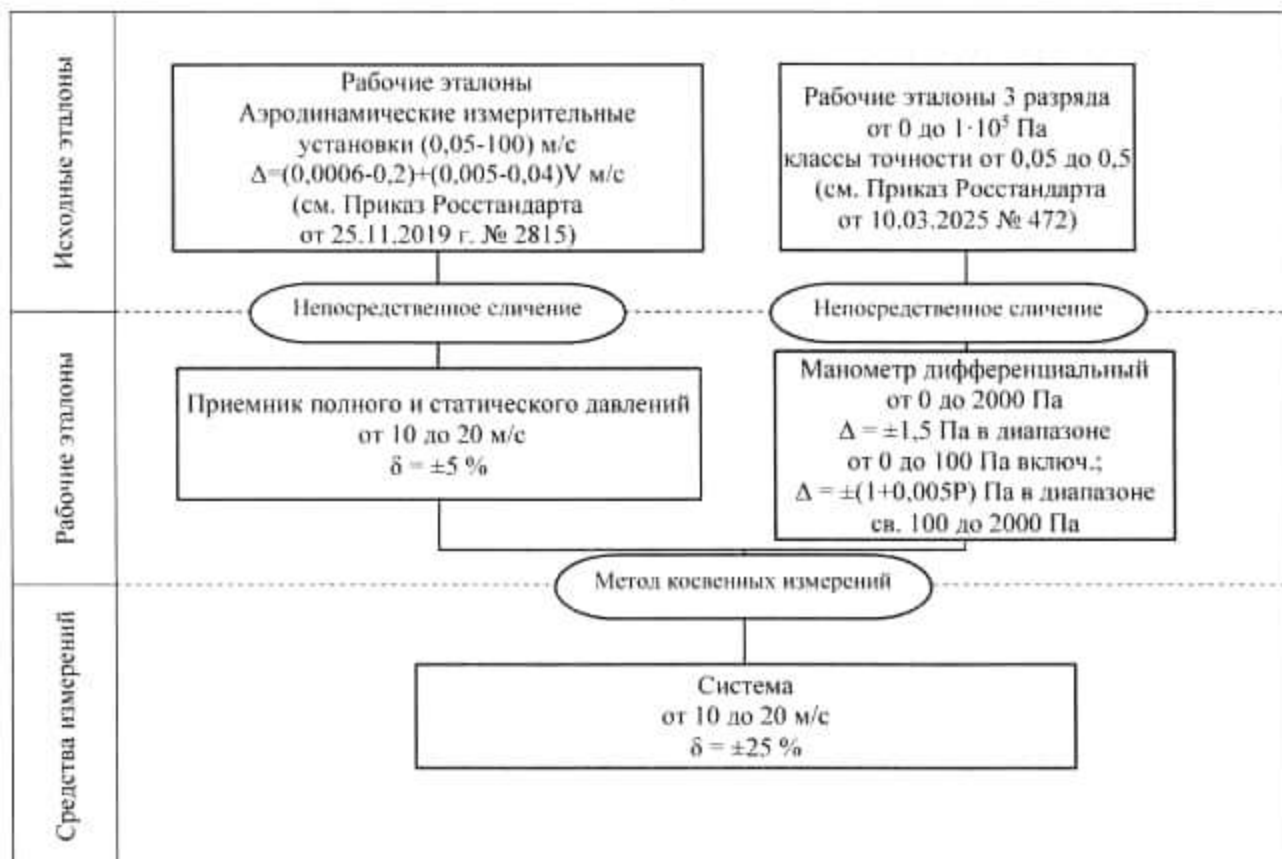
³⁾Значения массовой концентрации (мг/м³) и объёмного расхода (м³/ч) приведены к нормальным условиям (0 °С; 101,325 кПа; сухой газ).

⁴⁾Площадь измерительного сечения 3,13 м²

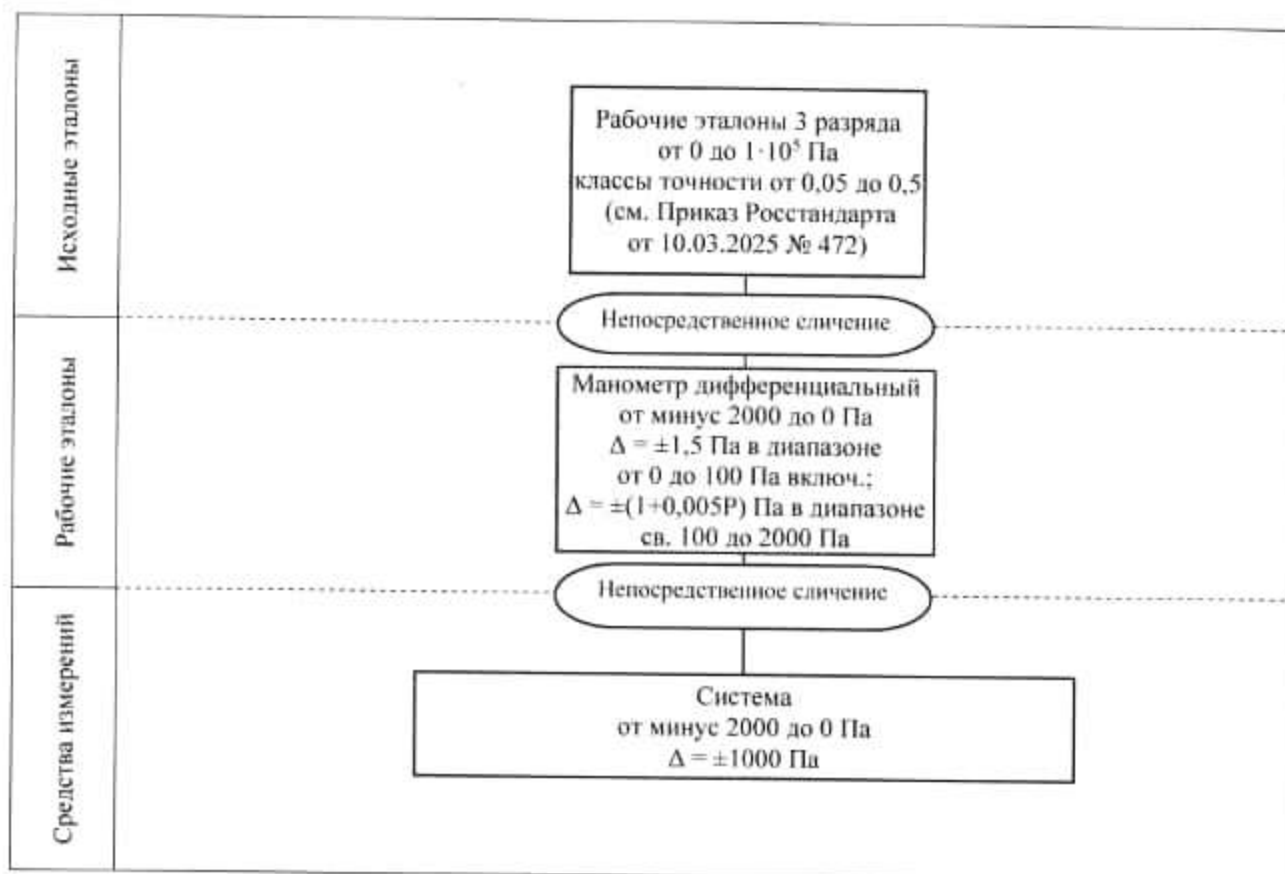
⁵⁾Диапазон измерений объёмного расхода соответствует фактическим режимам работы котла

ЛОКАЛЬНЫЕ ПОВЕРОЧНЫЕ СХЕМЫ

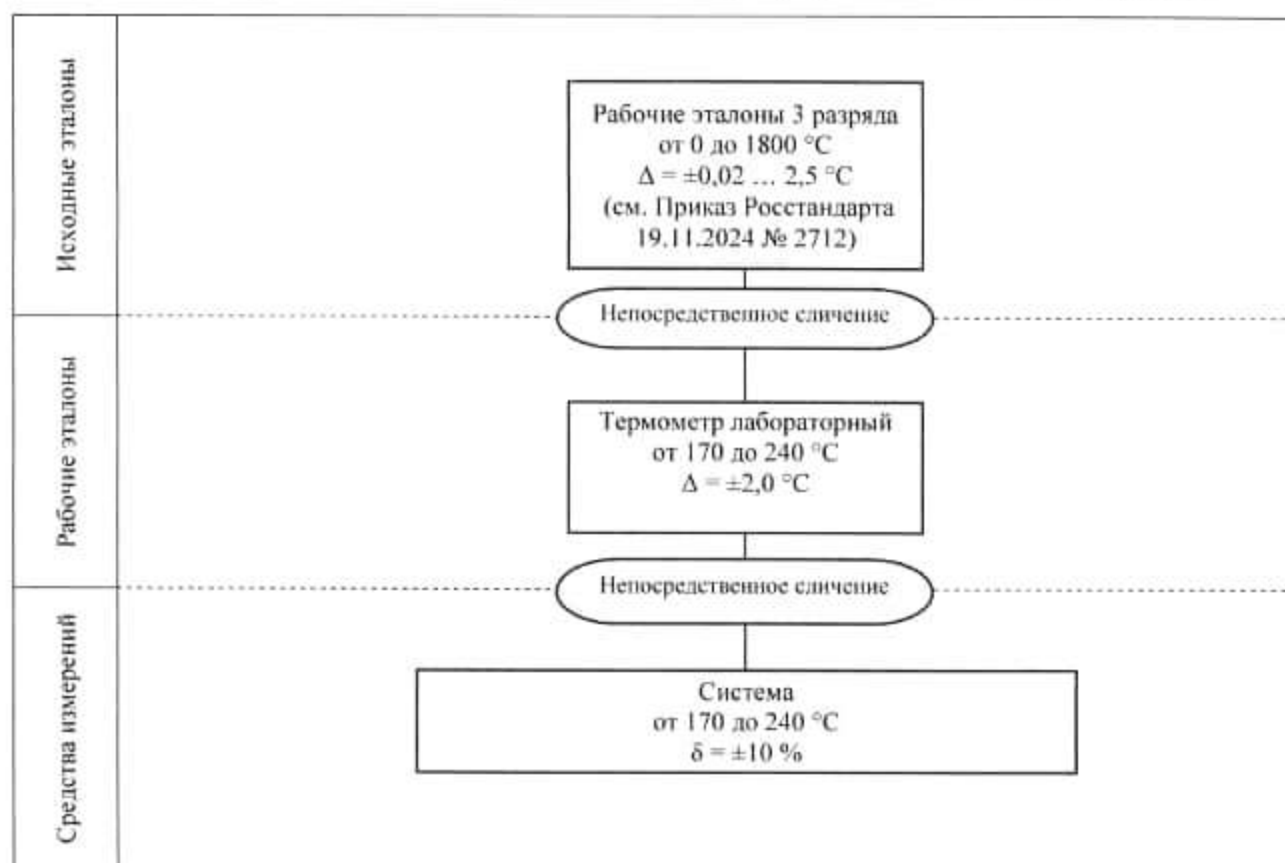
Б.1 Структура локальной поверочной схемы для средств измерений скорости потока и объёмного расхода



Б.2 Структура локальной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления (разрежения)



Б.3 Структура локальной поверочной схемы для средств измерений температуры



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И РАСЧЁТ ПОГРЕШНОСТИ

В.1 Измерения параметров выбросов загрязняющих веществ

Измерения проводятся на реальной газовой среде отходящего газа рабочим эталоном I разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.12.2020 № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах».

Измерения рабочим эталоном проводят сериями продолжительностью 30 минут каждая. В течение каждой 30-минутной серии значения результатов измерений рабочим эталоном и системой фиксируют парно ежеминутно.

Для каждого режима работы стационарного источника выбросов загрязняющих веществ при низкой (от минимальной до 50 % от максимальной), средней (между низкой и высокой) и высокой (от 80 % до максимальной) нагрузках, % (паропроизводительности, т/ч) выполняют по 5 серий измерений.

Погрешность (относительную или приведённую) измерений рассчитывают по формулам В.1 – В.2.

Значение приведенной γ погрешности рассчитывают по формуле В.1:

$$\gamma = \frac{C_{\text{изм}} - C_{\text{д}}}{C_{\text{ВПИ}}} \cdot 100 \%, \quad (\text{В.1})$$

где $C_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение, измеренное системой;

$C_{\text{д}}$ – среднее арифметическое значение, измеренное эталоном;

$C_{\text{ВПИ}}$ – значение верхнего предела поддиапазона измерений.

Значение относительной δ погрешности рассчитывают по формуле В.2:

$$\delta = \frac{C_{\text{изм}} - C_{\text{д}}}{C_{\text{д}}} \cdot 100 \%. \quad (\text{В.2})$$

В.2 Измерения температуры отходящих газов

Измерения проводятся на реальной газовой среде отходящего газа термометром.

Измерения проводят сериями продолжительностью 30 минут каждая. В течение каждой 30-минутной серии значения результатов измерений термометром и системой фиксируют парно ежеминутно.

Для каждого режима работы стационарного источника выбросов загрязняющих веществ при низкой (от минимальной до 50 % от максимальной), средней (между низкой и высокой) и высокой (от 80 % до максимальной) нагрузках, % (паропроизводительности, т/ч) выполняют по 5 серий измерений.

Значение относительной δ погрешности измерений рассчитывают по формуле В.3.

$$\delta = \frac{T_{\text{изм}} - T_{\text{д}}}{T_{\text{д}}} \cdot 100 \%, \quad (\text{В.3})$$

где $T_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение, измеренное системой;

$T_{\text{д}}$ – среднее арифметическое значение, измеренное эталоном.

В.3 Измерения избыточного давления (разрежения) отходящих газов

Измерения проводятся на реальной газовой среде отходящего газа измерителем разности

давлений (манометром).

Измерения избыточного давления (разрежения) проводят за 30 минутный интервал времени не менее 5 раз при низкой (от минимальной до 50 % от максимальной), средней (между низкой и высокой) и высокой (80 % до максимальной) загрузках (уровнях) стационарного источника выбросов загрязняющих веществ. Измерения фиксируют ежеминутно. Значение абсолютной Δ погрешности измерений, кПа, рассчитывают по формуле В.4.

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{д}}, \quad (\text{В.4})$$

где $P_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение, измеренное системой;
 $P_{\text{д}}$ – среднее арифметическое значение, измеренное эталоном.

В.4 Измерения скорости и объемного расхода отходящих газов

Измерения проводятся на реальной газовой среде при помощи напорной трубки совместно с измерителем разности давлений.

Измерения проводят за 30 минутный интервал времени не менее 5 раз при низкой (от минимальной до 50 % от максимальной), средней (между низкой и высокой) и высокой (80 % до максимальной) загрузках (уровнях) стационарного источника выбросов загрязняющих веществ. Результат измерений рассчитывают и приводят к нормальным условиям (0 °С, 101,325 кПа, сухой газ) по формулам В.5 – В.8. Измерения фиксируют ежеминутно. Значение относительной δ погрешности измерений рассчитывают по формулам В.5 – В.8.

Примечание – Значением относительной погрешности определения площади сечения газотока можно пренебречь, так как оно пренебрежимо мало относительно погрешности измерений скорости газового потока.

$$V_{\text{д}} = \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot dP_{\text{д}} \cdot (T_{\text{д}} + 273,15) \cdot 101325}{\rho \cdot 273,15 \cdot (P_{\text{д}} + P_{\text{а}})}}, \quad (\text{В.5})$$

$$Q_{\text{д}} = 3600 \cdot S \cdot V_{\text{д}} \cdot \frac{273,15 \cdot (P_{\text{д}} + P_{\text{а}})}{(T_{\text{д}} + 273,15) \cdot 101325} \cdot K_{\text{в}}, \quad (\text{В.6})$$

$$\delta = \frac{V_{\text{изм}} - \overline{V_{\text{д}}}}{V_{\text{д}}} \cdot 100 \%, \quad (\text{В.7})$$

$$\delta = \frac{Q_{\text{изм}} - \overline{Q_{\text{д}}}}{Q_{\text{д}}} \cdot 100 \%, \quad (\text{В.8})$$

где $V_{\text{д}}$ – значение скорости потока отходящих газов, м/с;

k – коэффициент преобразования напорной трубки, приведенный в сведениях о её поверке;

$dP_{\text{д}}$ – результат измерений разности давлений, Па;

$T_{\text{д}}$ – значение температуры, °С;

ρ – плотность отходящих газов, в общем случае определяемая по ГОСТ 17.2.4.06-90, кг/м³;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент влажности, учитывающий объемную долю водяного пара в отходящих газах;

$P_{\text{д}}$ – значение давления (разрежения), Па;

$P_{\text{а}}$ – значение атмосферного давления, Па;

$Q_{\text{д}}$ – значение объемного расхода отходящих газов, м³/ч;

S – площадь сечения газотока в точке измерений, $S = 3,13 \text{ м}^2$;

$V_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение скорости потока, измеренное системой, м/с;

$\overline{V_{\text{д}}}$ – среднее арифметическое значение скорости потока, измеренное эталоном.

$Q_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение объемного расхода, измеренное системой, м³/с;

$\overline{Q_d}$ – среднее арифметическое значение объемного расхода, измеренное эталоном.