

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

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ А.Н.Пронин
м.п. «20» января 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Системы автоматизированные информационные контроля выбросов пыли после аспирации
конвейеров агломашин 9,11 и агломашин 10,12 ПАО «ММК»

Методика поверки

МП-242-2476-2021

И.о. руководителя научно-исследовательского отдела
Государственных эталонов в области
физико-химических измерений


_____ А.В.Колобова

Инженер 2-ой категории


_____ К.А. Заречнов

г. Санкт-Петербург
2021 г.

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на системы автоматизированные информационные контроля выбросов пыли после аспирации конвейеров агломашин 9,11 и агломашин 10,12 ПАО «ММК» (далее – АИС или системы) и устанавливает методы и средства их первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Данное средство измерений прослеживается к Государственному первичному эталону единицы температуры ГПЭ-I и ГПЭ-II; Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 1 \cdot 10^7$ Па ГЭТ 101-2011; Государственному первичному специальному эталону единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах ГЭТ 164-2016 и к Государственному первичному эталону единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм ГЭТ 156-2015.

Последовательность проведения поверки:

1. Определение метрологических характеристик канала измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли). При проведении первичной поверки измерительного канала на объекте в соответствии с Приложением В устанавливается поправочный коэффициент, соответствующий параметрам реальной газодисперсной среды.

2. Определение метрологических характеристик измерительных каналов параметров газового потока:

– первичные измерительные преобразователи абсолютного давления дымовых газов, температуры дымовых газов, объемного расхода газового потока.

– канал передачи информации.

Первичная поверка системы проводится после ее опытной эксплуатации на объекте в течение не менее месяца.

Допускается проведение поверки в сокращенном объеме (для применяемых поддиапазонов, 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.

1 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование	6.2		
2.1 Проверка общего функционирования	6.2.1	Да	Да
2.2 Контроль условий поверки	6.2.2	Да	Да
2.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.2.3	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	6.3		

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
3.1 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц (веществ) с использованием: - тестового аэрозоля - светофильтров	6.3.1	Да	Нет
	6.3.2	Да	Да
3.2 Определение погрешности каналов измерения температуры дымовых газов, абсолютного давления дымовых газов и объемного расхода газового потока	6.3.3	Да	Да

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

1.3 Место и условия проведения поверки приведены в таблице А.1 (приложение А).

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

2.1 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
4, 6	Прибор комбинированный для измерения температуры, относительной влажности воздуха и абсолютного давления Testo 622 (регистрационный номер 53505-13): диапазон измерений температуры от минус 10 °С до плюс 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3,0$ %; диапазон измерений абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5,0$ гПа.
6.3.1	Рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах с диапазоном измерений не менее, чем у анализатора пыли из состава поверяемой системы, с пределами допускаемой относительной погрешности не более ± 10 %
6.3.2	Комплект светофильтров SICK, рег. № 54699-13, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения спектрального коэффициента направленного пропускания $\pm 0,5$ %
6.3.3.1	Средства поверки в соответствии с документом МП 43980-10 (с изменением № 3) «ГСИ. Расходомеры газа ультразвуковые FLOWSIC100. Методика поверки»
6.3.3.2.1	Средства поверки в соответствии с документом МП 207.2-001-2016 «Преобразователи давления измерительные SITRANS P серии 7MF (модификации DSIII, P310, P410, LH100). Методика поверки (С изменением № 1)»
6.3.3.2.1	Средства поверки в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»
6.3.3.2.2	Калибратор электрических сигналов CA150 (регистрационный номер 53468-13).
Приложение В	Средства измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9096-2006 «Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твердых частиц ручным гравиметрическим методом»

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

2.3 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

3 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

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

3.2 При работе с системой необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утверждённые приказом Минэнерго РФ № 6 от 13.01.2003.

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

4 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.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

5.1.1 Подготавливают систему к работе в соответствии с требованиями его эксплуатационной документации.

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

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре системы должно быть установлено отсутствие внешних повреждений и загрязнений, влияющих на работоспособность.

6.1.2 Комплектность и маркировка должны соответствовать указанным в Руководстве по эксплуатации.

6.1.3 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.

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

6.2 Опробование

6.2.1 Проверка общего функционирования

Проверку общего функционирования средств измерений и устройств в составе системы проводят в процессе тестирования при их запуске в соответствии с руководством по эксплуатации на средства измерений.

Результаты проверки считают положительными, если:

- отсутствует информация об отказах элементов, входящих в состав системы;

–на системы для всех измерительных каналов индицируется текущая информация об измеряемых параметрах;

6.2.2 Контроль условий поверки

Контроль условий поверки проводится с помощью прибора комбинированного для измерения температуры, относительной влажности воздуха и абсолютного давления. Данные считываются с экрана прибора.

Результаты контроля условий поверки считают положительными, если полученные данные соответствуют разделу 4 данной методики поверки.

6.2.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Алгоритм определения идентификационных данных ПО системы изложен в документе «Система автоматизированная информационная контроля выбросов пыли после аспирации конвейеров агломашии 9,11 и агломашии 10,12 ПАО «ММК». Руководство по эксплуатации», раздел 8, п. 8.1.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа средства измерений.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение погрешности канала измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли) с использованием тестового аэрозоля

Подключить измерительный блок анализатора пыли из состава поверяемой системы к камере аэрозольной согласно рекомендациям по монтажу, приведённым 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 на основе натрия хлористого $NaCl$.

Установить на генераторе скорость подачи тестового аэрозоля, обеспечивающую значение (50 ± 20) % поддиапазона измерений массовой концентрации пыли анализатора пыли от 0 до 10 включ. $мг/м^3$. Контроль массовой концентрации осуществлять с помощью рабочего эталона. В соответствии с ЭД на анализатор пыли выполнить установку градуировочного коэффициента. Продуть камеру аэрозольную чистым воздухом после окончания измерений.

Произвести анализатором пыли и рабочим эталоном одновременное измерение массовой концентрации аэрозольных частиц в камере аэрозольной, последовательно устанавливая на генераторе скорость подачи аэрозоля, обеспечивающую следующие значения поддиапазона измерений анализатора пыли: (25 ± 20) , (75 ± 20) %. Записать в протокол поверки полученные по результатам измерений значения.

Приведенную погрешность измерений массовой концентрации пыли (γ , %) для всех полученных значений в поддиапазоне измерений от 0 до 10 включ. $мг/м^3$ вычислить по формуле (1):

$$\gamma_C = \frac{C_{и} - C_{д}}{10} \cdot 100 \quad (1)$$

где:

– $C_{и}$, $мг/м^3$ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное анализатором пыли из состава поверяемой системы;

– $C_{д}$, $мг/м^3$ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне.

Приведённая погрешность не должна превышать допусковых пределов ± 25 %.

Перевести систему генерации аэрозольных частиц в режим создания тестового аэрозоля на основе пыли инертной. Выполнить приведённые выше процедуры для поддиапазона измерений св. 10 до 200 мг/м³.

Относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли (δ_C , %) для всех полученных значений в поддиапазоне измерений св. 10 до 200 мг/м³ вычислить по формуле (2):

$$\delta_C = \frac{C_{и} - C_{д}}{C_{д}} \cdot 100 \quad (2)$$

где:

– $C_{и}$, мг/м³ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное анализатором пыли из состава поверяемой системы;

– $C_{д}$, мг/м³ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне.

Относительная погрешность не должна превышать допускаемых пределов ± 25 %.

6.3.2 Определение погрешности канала измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли) с использованием комплекта светофильтров

Подготовить анализатор пыли из состава поверяемой системы для проведения измерений спектрального коэффициента направленного пропускания согласно ЭД.

Провести анализатором пыли измерение спектрального коэффициента направленного пропускания для всех светофильтров с маркировкой S из комплекта рабочего эталона.

Абсолютную погрешность измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (Δ_T , %) вычислить по формуле (3):

$$\Delta_T = T_{и} - T_{д} \quad (3)$$

где:

– $T_{и}$, % – измеренное значение спектрального коэффициента направленного пропускания, полученное анализатором пыли из состава поверяемой системы;

– $T_{д}$, % – действительное значение спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра из комплекта рабочего эталона.

Абсолютная погрешность не должна превышать допускаемых пределов ± 5 %.

6.3.3 Определение погрешности измерительных каналов температуры дымовых газов, абсолютного давления дымовых газов и объемного расхода газового потока

6.3.3.1. Определение погрешности измерительного канала объемного расхода газового потока проводят в соответствии с утверждённой методикой поверки на расходомер газа ультразвуковой FLOWSIC 100 модели FLOWSIC 100 H (регистрационный номер 43980-10).

Результаты определения погрешности считают положительными, если на расходомер газа ультразвуковой FLOWSIC 100 модели FLOWSIC 100 H (регистрационный номер 43980-10) имеется действующее свидетельство о поверке.

6.3.3.2. Определение погрешности измерительных каналов температуры дымовых газов и абсолютного давления дымовых газов проводят поэлементным методом.

Поэлементный метод заключается в определении погрешности измерительных каналов параметров газового потока – температуры дымовых газов и абсолютного давления дымовых газов, имеющими в своем составе первичные измерительные преобразователи с аналоговым выходным сигналом в следующем порядке:

а) определение погрешности первичных измерительных преобразователей;

б) определение погрешности каналов передачи информации.

6.3.3.2.1 Определение погрешности первичных измерительных преобразователей

Определение погрешности первичных измерительных преобразователей выполняется в соответствии с утвержденными методиками поверки на первичные измерительные преобразователи.

Результаты определения считают положительными, если на первичные измерительные преобразователи имеются действующие свидетельства о поверке.

6.3.3.2.2 Определение погрешности системы по каналам передачи информации (далее - ИВК)

Входными сигналами ИВК системы являются унифицированные токовые сигналы первичных измерительных преобразователей абсолютного давления дымовых газов и температуры дымовых газов в диапазоне от 4 до 20 мА.

Определение погрешности каналов передачи информации проводят в следующей последовательности.

Отключают первичные измерительные преобразователи и подключают калибратор электрический сигналов к соответствующим каналам, включая линии связи.

За значения выходных величин принимают показания, которые выводятся на экран системы.

С помощью калибратора устанавливают на входе каналов 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 и 100 %) и через 10 секунд считывают значение параметра с экрана системы.

Значение измеряемой величины (A_d), соответствующее заданному значению силы постоянного тока I_3 , мА, рассчитывают по формуле:

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

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

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

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

$$K = \frac{A_v - A_n}{I_v - I_n} \quad (5)$$

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

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

Расчет погрешности каналов передачи информации:

значение приведенной погрешности канала передачи информации в ‰, в % рассчитывают для каждой точки проверки по формуле:

$$\gamma_n = \frac{A_i - A_o}{A_v - A_n} \cdot 100 \quad (6)$$

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

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

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

$$\delta_n = \frac{A_i - A_b}{A_b} \cdot 100 \quad (7)$$

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

A_b – действительное значение определяемого параметра, рассчитанное по формуле (4).

Результаты определения погрешности считают положительными, если полученные значения приведенной или относительной погрешности канала передачи информации не превышают 0,2 долей от пределов допустимой погрешности канала измерений каждого параметра, указанной в таблице Б.2 Приложения Б.

7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

7.1 Система соответствует метрологическим требованиям, если значения погрешности измерительных каналов системы не превышают значений, указанных в Приложении Б.

8 Оформление результатов поверки

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

8.2 При положительных результатах поверки система подтверждает соответствие метрологическим требованиям и признается годной к применению.

8.3 Система, по результатам поверки не подтверждающая соответствие метрологическим требованиям, признается не пригодной к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего на поверку, выписывается извещение о непригодности с указанием причин.

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

8.5 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 метрологических характеристик измерительных каналов системы

Наименование измерительного канала	Условия	Место проведения поверки	Температура окружающей среды, °С
Канал измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли)	Первичная поверка с использованием тестового аэрозоля	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Первичная и периодическая поверка с использованием комплекта светофильтров	В лабораторных условиях или на объекте	от +15 до +25
Каналы измерений параметров газового потока (температура дымовых газов, абсолютное давление дымовых газов, объемный расход газового потока)	Поверка первичных измерительных преобразователей	В соответствии с утвержденными методиками поверки	В соответствии с утвержденными методиками поверки
	Проверка каналов передачи информации	На объекте	от +5 до +40

Приложение Б

Таблица Б.1– Метрологические характеристики канала измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массовой концентрации пыли, мг/м ³	от 0 до 200
Поддиапазоны измерений массовой концентрации пыли, мг/м ³	от 0 до 10 включ. св. 10 до 200
Пределы допускаемой приведённой погрешности ¹⁾ измерений массовой концентрации пыли ²⁾ в поддиапазоне от 0 до 10 включ. мг/м ³ , %	±25
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли ²⁾ в поддиапазоне св. 10 до 200 мг/м ³ , %	±25
Диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания, %	от 5 до 95
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания, %	±5

1) К верхней границе поддиапазона измерений.
2) После проведения градуировки на анализируемой среде.

Таблица Б.2 – Метрологические характеристики измерительных каналов параметров газового потока в условиях эксплуатации

Измерительный канал	Единицы измерений	Диапазон измерений ²⁾	Вид погрешности	Пределы допускаемой погрешности, не более
Температура дымовых газов	°С	от -50 до +150	Δ, °С	±0,75
Абсолютное давление дымовых газов	кПа	от 0 до 120	γ ¹⁾ , %	±0,5
Объемный расход газового потока	м ³ /ч	от 4854 до 647104	δ, %	±3,5

1) Приведенные к верхнему пределу диапазона измерений;
2) Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов: температуры дымовых газов 0,1 °С, абсолютного давления дымовых газов 0,1 кПа, объемного расхода газового потока 1 м³/ч.

Приложение В

Определение поправочного коэффициента на объекте (на реальной среде) для канала измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли)

После определения метрологических характеристик канала измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли) 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 аттестованных МИ или ГОСТ, 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 систему при проведении поверки. Рекомендуемые настройки поверяемого анализатора при определении поправочного коэффициента приведены в ЭД.

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

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

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

Значение K_{ni} для рассчитывают по формуле

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

где C – значение массовой концентрации пыли, определенной гравиметрическим методом, мг/м³;

\bar{A} - среднее арифметическое значение показаний анализатора пыли за время отбора пробы на фильтр, мг/м³;

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 Г
(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 _____

3 Результаты определение метрологических характеристик

3.1 Результаты определение погрешности канала измерения массовой концентрации твердых взвешенных частиц (пыли) _____

3.2 Результаты определение погрешности каналов измерения температуры дымовых газов, абсолютного давления дымовых газов, объемного расхода газового потока

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

Поверитель: _____

Дата поверки: _____