

**Общество с ограниченной ответственностью «КЭР-Автоматика»
(ООО «КЭР-Автоматика»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального
директора по метрологии -
Директор Филиала
ООО «КЭР-Автоматика»
«Центр метрологического
обеспечения предприятий»



Д.Д. Погодин

2026 г.

**«ГСИ. Система автоматического контроля выбросов, установленная на
дымовой трубе пыли-газоулавливающей установки дуговой
сталеплавильной печи №1 электросталеплавильного цеха ПАО «ММК»**

Методика поверки

МП.М32962.01-АТХ1-ЭСЦ-ДСП

Казань 2026 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений.....	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	7
11 Оформление результатов поверки.....	11

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на систему автоматического контроля выбросов, установленную на дымовой трубе пыле-газоулавливающей установки дуговой сталеплавильной печи №1 электросталеплавильного цеха ПАО «ММК», заводской № 01, и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок измерительных каналов (ИК) в ее составе.

Система автоматического контроля выбросов, установленная на дымовой трубе пыле-газоулавливающей установки дуговой сталеплавильной печи №1 электросталеплавильного цеха ПАО «ММК» (далее – система) предназначена для измерений массовой концентрации взвешенных частиц (пыли), параметров газопылевого потока отходящих газов (температуры, абсолютного давления, объемного расхода, приведенного к нормальным условиям (температура 0 °С, абсолютное давление 101,3 кПа)), расчета разовых, массовых и валовых выбросов на основе результатов измерений, а также для обработки, хранения, формирования отчетных документов и передачи полученной информации.

В состав системы входят измерительные компоненты, приведенные в документе МЗ2962.01-АТХ1-ЭСПЦ-ДСП.Ф «Система автоматического контроля выбросов, установленная на дымовой трубе пыле-газоулавливающей установки дуговой сталеплавильной печи №1 электросталеплавильного цеха ПАО «ММК». Формуляр». Поверке подлежит система в соответствии с перечнем измерительных каналов, приведенным в данном документе.

Определение погрешностей ИК проводится покомпонентным методом в соответствии с ГОСТ Р 8.596-2002.

ПИП, входящие в состав системы, поверяют с интервалами между поверками, установленными при утверждении их типа. Если очередной срок поверки ПИП наступает до очередного срока поверки системы, поверяется только этот ПИП и поверка системы не проводится. После поверки ПИП и восстановления ИК персонал предприятия-владельца системы проверяет правильность подключения компонентов ИК в соответствии со схемой соединений и отображение показаний данного ИК на автоматизированном рабочем месте (АРМ) оператора.

Система обеспечивает прослеживаемость при поверке к государственному первичному эталону ГЭТ 4-91 «ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока» в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091. Для единиц величин, у которых не проводится экспериментальное определение метрологических характеристик, прослеживаемость подтверждается сведениями о положительных результатах поверки средств измерений этих величин из состава системы, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава системы по заявлению эксплуатирующей организации с указанием объема проводимой поверки.

Метрологические характеристики системы подтверждаются косвенным (расчетным) методом.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при		Номер пункта НД по поверке
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки	Да	Да	8.3
Опробование средства измерений	Да	Да	8.4
Проверка отсутствия ошибок информационного обмена	Да	Да	8.5
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям: - определение приведенной погрешности измерений абсолютного давления; - определение абсолютной погрешности измерений температуры; - определение относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли при рабочих условиях; - определение относительной погрешности измерений объемного расхода газового потока при рабочих условиях; - определение погрешности ИК объемного расхода газового потока при нормальных условиях и ИК массовых выбросов пыли	Да	Да	10.1
	Да	Да	10.2
	Да	Да	10.3
	Да	Да	10.4
	Да	Да	10.5
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 45 °С;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа;
- относительная влажность окружающей среды не более 90 %.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверку системы осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели, изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации на систему, имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 2-ой.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства измерений

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.3 «Контроль условий поверки»	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -10 °С до +45 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 90 % с погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 107 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53505-13)
п. 10.1 «Определение приведенной погрешности измерений абсолютного давления» п. 10.2 «Определение абсолютной погрешности измерений температуры»	Рабочий эталон единицы постоянного тока 1-го разряда согласно приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 Калибратор в режиме измерения и воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 726 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52221-12)

Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок» (утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 22261-94 и указаниями по безопасности, оговоренными в технических описаниях, руководствах по эксплуатации на измерительные компоненты системы в соответствующей документации на эталоны и другие средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра системы проверяют:

- отсутствие механических повреждений компонентов, входящих в состав системы;
- состояние линий связи, разъемов и соединительных клеммных колодок, при этом они должны соответствовать эксплуатационной документации на систему и не иметь повреждений, деталей с ослабленным или отсутствующим креплением;
- соответствие заводских номеров измерительных компонентов системы номерам, указанным в эксплуатационной документации М32962.01-АТХ1-ЭСЦ-ДСП.Ф «Система

автоматического контроля выбросов, установленная на дымовой трубе пылегазоулавливающей установки дуговой сталеплавильной печи №1 электросталеплавильного цеха ПАО «ММК». Формуляр».

Считается, что проверка прошла успешно, если комплектность системы соответствует требованиям формуляра, механические повреждения компонентов, входящих в состав системы, отсутствуют, линии связи, разъемы и соединительные клеммные колодки не имеют повреждений, деталей с ослабленным или отсутствующим креплением и соответствуют эксплуатационной документации на систему.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Проверка документации

Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- руководство по эксплуатации;
- формуляр;
- описание типа на систему;
- сведения о поверке ПИП, входящих в состав системы, и свидетельство о предыдущей поверке системы (при периодической и внеочередной поверке);

8.2 Подготовительные работы

Перед началом поверки поверитель должен изучить руководства по эксплуатации на систему, эталоны и другие технические средства, используемые при поверке, настоящую методику и правила техники безопасности.

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проводят организационно-технические мероприятия по доступу поверителей и персонала объекта к местам установки ПИП в составе системы;
- проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и руководствами по эксплуатации применяемого оборудования;
- средства поверки выдерживают в условиях и в течение времени, установленных в нормативных документах на средства поверки;
- все средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены, подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение - после всех отсоединений.

8.3 Контроль условий поверки

Перед проведением поверки следует проверить соответствие условий поверки требованиям, изложенным в п. 3 настоящей Методики.

8.4 Опробование

Перед опробованием системы в целом необходимо выполнить проверку функционирования её компонентов.

Проверяют правильность функционирования системы в соответствии с ее эксплуатационной документацией с помощью тестового программного обеспечения.

Непосредственно перед выполнением экспериментальных исследований необходимо подготовить систему и средства измерений к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.5 Проверка отсутствия ошибок информационного обмена

На систему распечатывают значения результатов измерений, зарегистрированные за полные предшествующие дню проверки сутки по всем ИК. Проверяют наличие данных,

соответствующих каждому интервалу времени. Пропуск данных не допускается за исключением случаев, когда этот пропуск был обусловлен отключением ИК или устранным отказом какого-либо компонента системы.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1. Идентификационные данные программного обеспечения (ПО) средств измерений (СИ), входящих в состав системы, приведены в описаниях типа на данные СИ и подтверждаются в процессе поверки данных СИ.

Проверка идентификационного наименования и номера версии осуществляется для метрологически значимой части ПО в составе системы, приведенной в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	WinCC RT Professional
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 16.0
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-

9.2 Для проверки идентификационного наименования и номера версии ПО необходимо запустить инструмент управления лицензиями (Automation Licence Manager), для этого в папке C:\Program Files(x86)\Siemens\Automation Licence Manager\almapp найти и запустить файл almgui64x.exe. В открывшемся окне будут отображены идентификационное наименование и номер версии ПО.

Результат проверки считается положительным, если идентификационное наименование и номер версии программы соответствуют указанным в таблице 3.

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

10.1 Определение приведенной погрешности измерения абсолютного давления

Определение проводится в следующем порядке:

1) Для ПИП в составе ИК осуществляется на основании проверки сведений о поверке ПИП, образующего данный ИК системы.

Результат проверки считается положительным, если ПИП, образующий данный ИК системы, обладает действующим статусом поверки и сведения о ней содержатся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ).

2) Для преобразовательно-вычислительной части (ПВЧ):

- в клеммной коробке отключить ПИП и подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала (Рис.1) согласно таблице внешних соединений для системы;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим моделирования ПИП от 4 до 20 мА и последовательно задать ряд значений: 4, 8, 12, 16 и 20 мА.

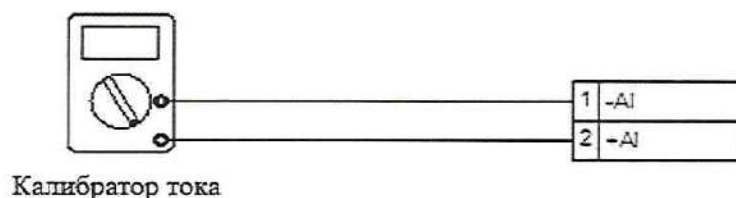


Рисунок 1

После задания каждого значения проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному давлению.

Соответствие «Абсолютное давление – сила тока» для ИК измерений давления приведено в таблице 4.

Таблица 4

Значение абсолютного давления, кПа	Значение силы тока, соответствующее значению абсолютного давления, мА
80,0	4,0
90,0	8,0
100,0	12,0
110,0	16,0
120,0	20,0

Значение приведенной погрешности измерений абсолютного давления для блока ПВЧ определяется по формуле:

$$\gamma_{ПВЧ} = \frac{P_{изм} - P_{уст}}{P_{max} - P_{min}} \cdot 100 \%$$

где

$P_{изм}$ – i -е значение давления, соответствующее значению силы тока, измеренному ПВЧ проверяемого ИК системы, и отображаемое на АРМ оператора;

$P_{уст}$ – i -е значение давления, соответствующее силе тока, задаваемой с калибратора тока;

P_{max} , P_{min} – максимальное и минимальное значение диапазона измерений давления соответственно.

Блок ПВЧ, входящий в состав системы, считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений абсолютного давления для блока ПВЧ $\gamma_{ПВЧ}$ не превышает $\pm 0,5 \%$.

3) Измерительный канал давления системы считают выдержавшим проверку, если $\gamma_{ИК} = \pm \sqrt{\gamma_{ПВЧ}^2 + \gamma_{ПИП}^2}$ не превышает $\pm 0,6 \%$,

где $\gamma_{ПИП}$ – предел допускаемой погрешности ПИП в составе ИК согласно его описанию типа.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение проводится в следующем порядке:

1) Для ПИП в составе ИК осуществляется на основании проверки сведений о поверке ПИП, образующего данный ИК системы.

Результат проверки считается положительным, если ПИП, образующий данный ИК

системы, обладает действующим статусом поверки и сведения о ней содержатся в ФИФ ОЕИ.

2) Для ПВЧ:

- в клеммной коробке отключить ПИП и подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала (Рис.1) согласно таблице внешних соединений для системы;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим моделирования ПИП от 4 до 20 мА и последовательно задать ряд значений: 4, 8, 12, 16 и 20 мА.

После задания каждого значения проконтролировать результат измерений следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренной температуре.

Соответствие «Температура – сила тока» для ИК измерений температуры приведено в таблице 5.

Таблица 5

Значение температуры, °С	Значение силы тока, соответствующее значению температуры, мА
-50	4,0
0	8,0
50	12,0
100	16,0
150	20,0

Значение абсолютной погрешности измерений температуры для блока ПВЧ определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{ПВЧ}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{уст}}$$

где

$T_{\text{изм}}$ – i-е значение температуры, соответствующее значению силы тока, измеренному ПВЧ проверяемого ИК системы, и отображаемое на АРМ оператора;

$T_{\text{уст}}$ – i-е значение температуры, соответствующее силе тока, задаваемой с калибратора тока.

Блок ПВЧ, входящий в состав системы, считают выдержавшим проверку, если значение абсолютной погрешности измеренных значений температуры $\Delta_{\text{ПВЧ}}$ не превышает $\pm 0,5$ °С.

3) Измерительный канал температуры системы считают выдержавшим проверку, если $\Delta_{\text{ИК}} = \pm \sqrt{\Delta_{\text{ПВЧ}}^2 + \Delta_{\text{ПИП}}^2}$ не превышает $\pm 1,2$ °С,

где $\Delta_{\text{ПИП}}$ - предел допускаемой погрешности ПИП в составе ИК согласно его описанию типа.

10.3 Определение относительной погрешности измерения массовой концентрации пыли при рабочих условиях.

Определение относительной погрешности ИК массовой концентрации пыли при рабочих условиях осуществляется на основании проверки сведений о поверке ПИП, образующих данные ИК системы.

Результат проверки считается положительным, если ПИП, образующие ИК массовой концентрации пыли при рабочих условиях, обладают действующим статусом поверки и сведения о ней содержатся в ФИФ ОЕИ.

10.4 Определение относительной погрешности измерения объемного расхода газового потока при рабочих условиях.

Определение относительной погрешности ИК объемного расхода газового потока при рабочих условиях осуществляется на основании проверки сведений о поверке ПИП, образующих данные ИК системы.

Результат проверки считается положительным, если ПИП, образующие ИК объемного расхода газового потока при рабочих условиях, обладают действующим статусом поверки и сведения о ней содержатся в ФИФ ОЕИ.

10.5 Определение погрешности ИК объемного расхода газового потока при нормальных условиях и ИК массовых выбросов пыли.

Погрешность измерений для данных измерительных каналов определяется расчетным методом, на основании данных о пределах допускаемых погрешностей

- для ИК объемного расхода газового потока при нормальных условиях: ИК объемного расхода газового потока при рабочих условиях, ИК абсолютного давления, ИК температуры;

- для ИК массовых выбросов пыли: ИК объемного расхода газового потока при рабочих условиях, ИК массовой концентрации пыли при рабочих условиях.

Расчет характеристик приведенной погрешности измерений параметров для измерительных каналов выполняют по формуле

$$\gamma_{ИК} = \pm \sqrt{\gamma_{ПИП}^2 + \gamma_{ПВЧ}^2},$$

где

$\gamma_{ПВЧ}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности блока ПВЧ в составе системы;

$\gamma_{ПИП}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности ПИП, %.

Расчет характеристик абсолютной погрешности измерений параметров для измерительных каналов выполняют по формуле

$$\Delta_{ИК} = \pm \sqrt{\Delta_{ПИП}^2 + \Delta_{ПВЧ}^2},$$

где

$\Delta_{ПВЧ}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности блока ПВЧ в составе системы;

$\Delta_{ПИП}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности ПИП.

Перевод абсолютной погрешности измерения ПИП в приведенную осуществляется по следующей формуле:

$$\gamma_{ИК} = \frac{\Delta_{ПИП}}{x_{max} - x_{min}} \cdot 100\%,$$

где

x_{max} , x_{min} – наибольшее и наименьшее значение измеряемой величины соответственно.

Расчет характеристик относительной погрешности измерительных каналов для косвенных измерений параметров выбросов выполняются по формуле

$$\delta_{\text{ИК}} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_{\text{ИК}_i}^2}$$

где

$\delta_{\text{ИК}_i}$ - пределы допускаемой относительной погрешности i -го измерительного канала, используемого для расчета значений параметров выбросов, %.

Перевод абсолютной погрешности измерения ИК в относительную осуществляется по формуле

$$\delta_{\text{ИК}} = \frac{\Delta_{\text{ИК}}}{x_{\text{изм}}} \cdot 100\%,$$

где

$x_{\text{изм}}$ – значение измеряемой величины в точке измерения.

Для перевода приведенной погрешности измерения ИК в относительную необходимо определить значение абсолютной погрешности по формуле

$$\Delta_{\text{ИК}} = \frac{\gamma_{\text{ИК}} \cdot (x_{\text{max}} - x_{\text{min}})}{100\%},$$

Результат проверки считается положительным, если погрешность ИК объемного расхода газового потока при нормальных условиях не превышает $\pm 5,1$ %, погрешность ИК массовых выбросов пыли не превышает ± 21 %.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России № 2906 от 28.08.2020 г.

11.3 При положительных результатах поверки, по заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке. Конструкция системы не предусматривает возможность пломбировки, а также нанесения на нее знака поверки.

11.4 При отрицательных результатах поверки средство измерений признают непригодным к применению и, по заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего его на поверку, выписывается извещение о непригодности с указанием причин.

11.5 В случае, если по заявлению эксплуатирующей организации была проведена поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава системы, в протоколах отображается объем проведенной поверки. Оформление результатов поверки проводится по п.п. 11.1-11.4.