

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
Западно-Сибирского филиала
ФГУП «ВНИИФТРИ»



/В.Ю. Кондаков /

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Системы информационно-измерительные
в составе АСУТП
ферросплавной электропечи АО «КФ»

Методика поверки

МП-376-РА.RU.310556-2021

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на каналы измерительные Системы информационно-измерительные в составе АСУТП ферросплавной электропечи АО «КФ» (далее – ИИС), предназначенной для измерения предназначены для измерений параметров технологического процесса плавления ферросплавов в рудоплавильных печах АО «КФ»:

- температуры расплава в печи, поверхностей конструктивных частей печи, входящего воздуха и отходящих из печи газов, масла трансформатора, воды и гидравлической жидкости в гидравлических системах печи (гидроприжим, гидроперепуск, охлаждения и перемещения электрода);
- расхода воды и давления воды и гидравлической жидкости в гидравлических системах печи;
- силы и напряжения переменного тока на присоединении подстанции, питающих ферросплавную электропечь.

1.2 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства поверки при первичной и периодической поверке АИИС КУЭ.

1.3 Измерительные каналы (ИК) ИИС представляет собой многофункциональную трехуровневую систему с централизованным управлением и распределенной функцией измерений.

Первый уровень ИИС состоит из первичных измерительных преобразователей – измерительных компонентов системы, в том числе:

- преобразователей температуры, основанных на различных физических принципах;
- расходомеров;
- датчиков давления;
- трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.

Второй уровень образован логическим программируемым контроллером PLC Modicon с модулями ввода аналоговых сигналов – комплексный компонент системы и устройством универсальным измерительным параметров электрических цепей SENTRON PAC4200.

Третий уровень предназначен для отображения измерительной информации и состоит из панели оператора Magelis, установленной на пульте плавильщика, и автоматизированного рабочего места (АРМ) старшего мастера на базе персонального компьютера, с программным обеспечением Monitor Pro.

1.4 Измерительные, комплексные и связующие компоненты образуют измерительные каналы. Перечень измерительных каналов приведен в описании типа ИИС. Допускается проведение поверки ИИС в части отдельных ИК, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.5 Перед проведением поверки следует ознакомиться с эксплуатационной документацией на измерительные компоненты ИИС; документами, указанными в разделе 6 настоящей методики поверки, регламентирующими требования безопасности.

1.6 После замены измерительных компонентов на однотипные проводится первичная поверка ИИС в части ИК в которых была произведена замена.

1.7 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость результатов измерения к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления гэт14-2014, государственному первичному эталону единицы электрического напряжения гэт13-01, государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока гэт4-91.

1.8 Метрологические характеристики ИК ИИС определяют расчетно-экспериментальным способом (согласно МИ 2439-97). При покомпонентном способе проверку метрологических характеристик СИ, входящих в состав ИИС, выполняют экспериментально в соответствии с утвержденными методиками поверки на каждый тип СИ.

1.9 Настоящая методика не распространяется на измерительные компоненты ИК (трансформаторы тока, напряжения, модули аналогового ввода и др.), поверка которых осуществляется по методикам поверки, указанным в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.10 Первичная поверка ИИС проводится при вводе в эксплуатацию или после ремонта. При вводе в эксплуатацию отдельных ИК операции поверки проводят только для этих ИК.

1.11 Периодическая поверка ИИС проводится в процессе эксплуатации не реже одного раза в 3 года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 В случае если проводят поверку ИК в связи с заменой измерительных компонентов ИК на однотипные, то операции поверки проводят только для измерительных каналов, в состав которых входят данные измерительные компоненты.

2.2 Содержание и последовательность выполнения работ по проверке измерительных каналов и ИИС в целом должны соответствовать указаниям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	номер пункта	Вид поверки			
		Первичная	Периодическая	Первичная, после замены	
				ТТ или ТН	устройства
Внешний осмотр:					
Проверка состава ИК	7.1	Да	Да	Нет	Нет
Проверка схем включения измерительных компонентов	7.2	Да	Да	Нет	Нет
Проверка отсутствия повреждений измерительных компонентов	7.3	Да	Да	Нет	Нет
Опробование	8.4	Да	Да	Да	Да
Подтверждение соответствия ПО	9	Да	Да	Нет	Нет
Проверка метрологических характеристик:					
Проверка погрешности измерительных каналов температуры, давления, расхода	10.1.2	Да	Да	Нет	Да
Проверка мощности нагрузки на вторичные обмотки ТТ	10.1.3	Да	Да	Нет	Нет
Проверка мощности нагрузки на вторичные обмотки ТН	10.1.4	Да	Нет	Нет	Нет
Проверка потерь напряжения в цепи «ТН-устройство»	10.1.5	Да	Да	Нет	Нет
Примечание: «Да» - операция выполняется, «Нет» - операция не выполняется.					

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Условия поверки должны соответствовать:

- температура окружающего воздуха – от 10 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха – от 30 до 90 %;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки ИИС допускают поверителей, изучивших настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию.

4.2 Измерение вторичной нагрузки измерительных трансформаторов тока, входящих в состав ИИС, осуществляется персоналом, имеющим стаж работы по данному виду измерений не менее года, изучившим методику измерений, регламентирующую проведение измерений мощности нагрузки трансформаторов тока. Измерение проводят не менее двух специалистов, один из которых должен иметь удостоверение, подтверждающее право работы на установках свыше 1000 В с группой по электробезопасности не ниже IV, второй – удостоверение, подтверждающее право работы на установках свыше 1000 В с группой по электробезопасности не ниже III.

4.3 Измерение вторичной нагрузки измерительных трансформаторов напряжения, входящих в состав ИИС, осуществляется персоналом, имеющим стаж работы по данному виду измерений не менее года, изучившим методику измерений, регламентирующую проведение измерений мощности нагрузки трансформаторов напряжения. Измерение проводят не менее двух специалистов, один из которых должен иметь удостоверение, подтверждающее право работы на установках свыше 1000 В с группой по электробезопасности не ниже IV, второй – удостоверение, подтверждающее право работы на установках свыше 1000 В с группой по электробезопасности не ниже III.

4.4 Измерение потерь напряжения в линии соединения устройства с измерительным трансформатором напряжения, входящих в состав ИИС, осуществляется персоналом, имеющим стаж работы по данному виду измерений не менее года, изучившим методику измерений, регламентирующую проведение измерений падения напряжения в линии соединения счетчика с трансформатором напряжения. Измерение проводят не менее двух специалистов, один из которых должен иметь удостоверение, подтверждающее право работы на установках свыше 1000 В с группой по электробезопасности не ниже IV, второй – удостоверение, подтверждающее право работы на установках свыше 1000 В с группой по электробезопасности не ниже III.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7	Для поверки измерительных компонентов, входящих в состав ИИС применяются средства поверки, указанные в методиках поверки, утвержденных при утверждении типа измерительных компонентов.
8.4	Не применяются

10.1.2	Калибратор электрических сигналов CA150 (Рег. № 53468-13), Диапазон воспроизведения сигналов термоэлектрических преобразователей от 0 до 1372 °С; ПГ $\pm(0,02 \cdot 10^{-2} \cdot T_k + 0,5)$ °С. Диапазон воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления от минус 50 до 200 °С; ПГ $\pm(0,025 \cdot 10^{-2} \cdot T_k + 0,3)$ °С. Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА; ПГ $\pm(0,025 \cdot 10^{-2} \cdot I_k + 0,003)$ мА
10.1.2, 10.1.4, 10.1.5	В соответствии с «Методикой выполнения измерений параметров вторичных цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения», аттестованной ФГУП «СНИИМ» 24 апреля 2014 г. (регистрационный № ФР.1.34.2014.17814)
<p>Примечания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Допускается использовать другие средства поверки, с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений. 2. Все средства измерений и эталоны, применяемые при поверке, должны быть поверены (аттестованы) в установленном порядке. 	

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении поверки следует выполнять требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2 Для исключения влияния на процесс управления ферросплавной электропечью допускается выполнять операции поверки только во время остановки технологического процесса ферросплавной электропечи, например во время планово-профилактических работ.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешним осмотром проверяют укомплектованность ИК измерительными компонентами, проверяют соответствие типов фактически использованных измерительных компонентов типам средств измерений, использование которых предусмотрено формуляром. Проверяют, имеются ли на все измерительные компоненты свидетельства о поверке или действующие результаты поверки, оформленные иным образом.

7.2 Внешним осмотром проверяют схемы подключения трансформаторов тока и напряжения к устройствам измерительным параметров электрических цепей SENTRON PAC4200, схемы подключения первичных преобразователей давления, температуры, расхода к модулям аналогового ввода на соответствие схемам подключения, указанным в эксплуатационной документации на ИИС.

7.3 Визуально проверяют отсутствие повреждений доступных частей измерительных компонентов, таких как устройства, модули аналогового ввода, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения и других, указанных в формуляре ИИС.

Результаты выполнения операции считают положительными, если состав измерительных каналов соответствует формуляру; целостность корпусов измерительных компонентов не нарушена; имеются действующие результаты поверки на каждый измерительный компонент, входящий в состав ИК; схемы подключения соответствуют эксплуатационной документацией ИИС.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Обеспечить выполнение требований безопасности.

8.2 Изучить эксплуатационную документацию на ПО конфигурирования и опроса счетчиков.

8.3 Обеспечить выполнение условий поверки.

8.4 Опробование

8.4.1 На панели оператора проверить появление мнемосхем с результатами измерений при переключении режимов отображения. На АРМ проверить отображение мнемосхем с результатами измерений.

8.4.2 На мнемосхемах убедиться в отсутствии сигналов неисправности измерительных каналов (значения поля с результатами измерений «****»).

8.4.3 На АРМ убедиться в ведении архивов с результатами измерений и журналов событий. Проверить наличие записей в журнале событий о появлении сигнализирующих событий.

Результаты проверки удовлетворительные, если на панели оператора и на АРМ отображаются мнемосхемы с результатами измерений, в архивах присутствуют результаты измерений, и сигнализирующие события.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверяют соответствие цифрового идентификатора метрологически значимой части ПО, указанному в описании типа ИИС. Проверку проводят путем расчета цифрового идентификатора. Для расчета цифрового идентификатора допускается использовать любое программное обеспечение, реализующее алгоритм, описанный в RFC 1321.

Результаты проверки удовлетворительные, если цифровой идентификатор соответствует, указанному в описании типа ИИС. Идентификационные признаки ПО приводят в протоколе поверки.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1.1 Метрологические характеристики ИК ИИС проверяются поэлементным методом. ИК обеспечивают нормированные характеристики погрешности измерений при использовании поверенных измерительных компонентов и при выполнении рабочих условий их применения, установленных в технической документации на ИИС и на эти компоненты.

10.1.2 Проверка погрешности измерительных каналов давления, температуры и расхода

10.1.2.1 Проверка погрешности комплексного компонента измерительных каналов температуры, в состав которых входят термоэлектрические преобразователи

К входным клеммам модулей ввода, соответствующим проверяемому каналу, подключить калибратор СА150 в режиме калибровки сигналов термоэлектрических преобразователей с характеристикой ХК (L) или характеристикой ХА (K), в зависимости от используемого термоэлектрического преобразователя в проверяемом канале.

Установить на калибраторе значение температуры 0 °С.

С панели оператора считать показания температуры в проверяемом канале. Данное значение является поправкой на температуру холодного спая (T_0).

Последовательно установить на калибраторе три значения температуры, соответствующих начальному, среднему и конечному значению из диапазона возможных температур, установленного технологическим процессом.

С АРМ считать показания температуры проверяемого канала.

Рассчитать погрешность по формуле:

$$\Delta_T = T_{\text{ИИС}} - T_0 - T, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

где $T_{\text{ИИС}}$ – температура, измеренная ИИС АСУТП, °С,

T_0 – поправка на температуру холодного спая, °С,

T – температура, установленная на калибраторе, °С.

Результаты проверки удовлетворительные, если погрешность рассчитанная по формуле 1 не превышает ± 1 °С.

10.1.2.2 Определение погрешности измерительных каналов температуры, в состав которых входят термопреобразователи сопротивления без первичных преобразователей.

10.1.2.2.1 К входным клеммам модулей ввода, соответствующим проверяемому каналу, подключить калибратор СА150 в режиме калибровки сигналов термопреобразователей сопротивления с НСХ 100М или Pt100, в зависимости от используемого

термопреобразователя сопротивления в проверяемом канале.
10.1.2.2.2 Установить на калибраторе значение температуры 0 °С.

10.1.2.2.3 С панели оператора считать показания температуры (T_0) в проверяемом канале. Данное значение является поправкой, на сопротивление двухпроводной линии связи, пересчитанное в значение температуры по соответствующей НСХ.

10.1.2.2.4 Последовательно установить на калибраторе три значения температуры, соответствующих начальному, среднему и конечному значению из диапазона возможных температур, установленного технологическим процессом.

10.1.2.2.5 С панели оператора считать показания температуры проверяемого канала.

10.1.2.2.6 Рассчитать погрешность по формуле:

$$\Delta_T = T_{\text{ИИС}} + T_0 - T, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

где $T_{\text{ИИС}}$ – температура, измеренная ИИС, °С,

T_0 – поправка на поправкой, на сопротивление двухпроводной линии связи, °С,

T – температура, установленная на калибраторе, °С.

Результаты проверки удовлетворительные, если погрешность ИК термопреобразователей сопротивления рассчитанная по формуле 2 не превышает 1°С.

10.1.2.3 Определение погрешности измерительных каналов давления, расхода, линейного перемещения и температуры, в состав которых входят первичные преобразователя с унифицированным токовым выходом без первичных преобразователей.

10.1.2.3.1 К входным клеммам модулей ввода, соответствующим проверяемому каналу, подключить калибратор СА150 в режиме калибровки сигналов силы постоянного тока.

10.1.2.3.2 Последовательно подать от калибратора постоянный ток равный 4, 12 и 20 мА.

10.1.2.3.3 С панели оператора считать показания физической величины в проверяемом канале.

10.1.2.3.4 Рассчитать значение задаваемой физической величины по токовым сигналам с учетом диапазонов измерений датчиков, формула 3:

$$X = \frac{(I - 4)}{16} \cdot D \quad (3)$$

где X – измеряемая физическая величина,

D – диапазон измерений физической величины,

I – ток калибратора, мА.

Рассчитать приведенную погрешность по формуле :

$$\gamma = \frac{(X_{\text{ИИС}} - X)}{D} \cdot 100\% \quad (4)$$

где $X_{\text{ИИС}}$ – результат измерений физической величины ИИС.

Результаты проверки удовлетворительные, если погрешность рассчитанная по формуле 4 не превышает $\pm 0,1\%$.

10.1.3 Проверяют мощность нагрузки на вторичные обмотки ТТ

10.1.3.3 Измерение полной мощности нагрузки на вторичную обмотку каждого ТТ осуществляют в соответствии с аттестованной методикой выполнения измерений, например, в соответствии с методикой «Методика выполнения измерений параметров вторичных цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения», (регистрационный № ФР.1.34.2014.17814).

Результаты проверки удовлетворительные, если нагрузка на вторичные обмотки трансформаторов тока лежит в пределах установленных ГОСТ 7746-2015 или описанием типа на ТТ, входящий в ИК.

10.1.4 Проверяют мощность нагрузки на вторичные обмотки ТН

10.1.4.3 Измерение полной мощности нагрузки на вторичную обмотку ТН осуществляют в соответствии с аттестованной методикой выполнения измерений, например, в соответствии с методикой «Методика выполнения измерений параметров вторичных цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения» (регистрационный № ФР.1.34.2014.17814).

Результаты проверки удовлетворительные, если нагрузка на вторичные обмотки трансформаторов напряжения лежит в пределах, установленных ГОСТ 1983-2015 или описанием типа на ТН, входящий в ИК.

10.1.5 Проверяют падение напряжения в цепи «ТН – устройство».

10.1.5.3 Измерение падения напряжения во вторичных цепях от трансформатора напряжения до счетчика проводят в соответствии с аттестованной методикой измерений, например, в соответствии с методикой «Методика выполнения измерений параметров вторичных цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения» (регистрационный № ФР.1.34.2014.17814).

Результаты проверки удовлетворительные, если измеренное значение потерь напряжения не превышает 0,25%.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 ИИС считают удовлетворяющим метрологическим требованиям, если в процессе поверки были получены удовлетворительные результаты всех проверок, предусмотренных таблицей 1 настоящей методики поверки.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Конструкция ИИС должна обеспечивать достаточную защиту от несанкционированной настройки и вмешательства, включая программное обеспечение. (Наличие механической защиты шкафов сборок модулей аналогового ввода, сборок зажимов вторичных цепей трансформаторов тока и трансформаторов напряжения в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений.) Контроллер должен находиться в помещении с ограниченным доступом.

12.2 При удовлетворительных результатах проверок предусмотренных таблицей 1 настоящей методики поверки, ИИС признается пригодной к применению и оформляется свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке. В приложении к свидетельству о поверке указывается перечень и состав измерительных каналов (с указанием их типов и заводских номеров), прошедших поверку и пригодных к применению. Протокол поверки оформляется в произвольной форме в соответствии с требованиями аккредитованного на поверку юридического лица или индивидуального предпринимателя, проводящего поверку.

12.3 В случае проведения поверки ИИС в части отдельных ИК, обязательно указывается в свидетельстве о поверке информация об объеме проведенной поверки. В приложении к свидетельству о поверке указывается перечень и состав измерительных каналов (с указанием их типов и заводских номеров), прошедших поверку и пригодных к применению.

12.4 В случае признания ИИС неудовлетворяющей метрологическим требованиям, ИИС признается непригодной к применению и оформляется извещение о непригодности с указанием причин несоответствия в соответствии с действующими нормативными правовыми документами.

12.5 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими поверку средств измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

начальник сектора

 / В.С. Крылов