

СОГЛАСОВАНО

Директор ФБУ «Томский ЦСМ»

Н.В. Мурсалимова

« 26 » 10 2022 г.



**ГСИ. Система измерительная автоматизированной системы управления
технологическим процессом коксовой батареи № 5 ОАО «Алтай-Кокс»
Методика поверки**

МП 476-2022

Томск
2022

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную автоматизированной системы управления технологическим процессом коксовой батареи № 5 ОАО «Алтай-Кокс» (далее - ИС) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверки.

АРМ	– автоматизированное рабочее место;
ИС	– система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом коксовой батареи № 5 ОАО «Алтай-Кокс», зав. № 1;
МХ	– метрологические характеристики;
ПИП	– первичные измерительные преобразователи;
ИК	– измерительный канал;
ПЛК	– Контроллеры программируемые логические PLC Modicon;
ПО	– программное обеспечение;
СИ	– средство измерений;
ФИФОЕИ	– Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Поверяемая ИС соответствует требованиям по обеспечению прослеживаемости к:

- государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 1.10.2018 № 2091;

- государственному первичному эталону единицы давления паскаля ГЭТ 23-2010 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

- государственному первичному эталону единицы давления для разности давлений ГЭТ 95-2020 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904;

- государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры ГОСТ 8.558-2009.

Определение метрологических характеристик измерительных каналов проводят покомпонентным (поэлементным) или комплектным способом.

ИС подвергают покомпонентной поверке согласно ГОСТ Р 8.596-2002. СИ, входящие в состав ИС, поверяют согласно утвержденным методикам поверки с интервалом, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки СИ наступает до очередного срока поверки ИС, поверяется только этот компонент и поверка ИС не проводится.

В случае непригодности СИ входящих в ИС, допускается их замена на аналогичные утвержденных типов с метрологическими характеристиками не хуже, чем у приведенных в описании типа ИС. Замена оформляется актом.

На основании письменного заявления владельца ИС допускается проводить поверку ИС отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава ИС для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 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	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	11

Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Требования к климатическим условиям

Условия поверки должны соответствовать рабочим условиям эксплуатации ИС, приведенным в эксплуатационной документации, и не выходить за нормированные условия применения средств поверки.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка ИС должна выполняться специалистами, имеющими группу допуска по электробезопасности не ниже второй, удостоверение на право работы на электроустановках до 1000 В, прошедшими инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности, изучившими эксплуатационную документацию на ИС.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2. Допускается применять другие средства поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому СИ.

Все применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений должны быть поверены и иметь действующий срок поверки.

Таблица 2 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки, вспомогательное оборудование	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 Подготовка к поверке и опробование	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 5 до плюс 30 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,3$ °С	Термогигрометр ИВА-6А-Д, рег. № 46434-11
	Средства измерений относительной влажности в диапазоне измерений от 0 до 90 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ± 2 %	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки, вспомогательное оборудование	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 Подготовка к поверке и опробование	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 70 до 110 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 2,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6А-Д, рег. № 46434-11
10 Определение метрологических характеристик	Средство воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 22 мА, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm (0,00025 \cdot X + 3)$ мкА	Калибратор электрических сигналов СА, рег. № 19612-08
	Средство воспроизведения сопротивления по постоянному току в диапазоне измерений от 0 до 550 Ом, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\Delta = \pm (0,0002 \cdot X + 0,1)$ Ом	
	Средство воспроизведения сигналов термопар в диапазоне температуры от минус 200 до 900 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\Delta = \pm (0,0002 \cdot X + 0,5)$ °С	
Примечание – В таблице приняты следующие обозначения и сокращения: X - измеренное значение или воспроизводимая величина, деленная на 100 %		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в эксплуатационной документации на ИС и применяемые средства поверки, а также соблюдать инструкции по технике безопасности и пожарной безопасности, действующие в АО «Алтай-Кокс».

7 Внешний осмотр средства измерений

Внешний вид ИС и комплектность проверяют путем визуального осмотра.

При осмотре должно быть установлено соответствие ИС нижеследующим требованиям:

- комплектность ИС должна соответствовать перечню СИ и оборудования, приведенному в паспорте;
- на элементах ИС не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на элементах ИС должны быть четкими и соответствовать эксплуатационной документации;
- должны отсутствовать следы коррозии, отсоединившиеся или слабо закрепленные элементы схемы.

При обнаружении видимых дефектов проводят их устранение, при невозможности устранить дефект принимают решение о целесообразности проведения дальнейшей поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 На поверку ИС представляют следующие документы:

- инструкция пользователя;
- паспорт;
- эксплуатационная документация на средства измерений, входящие в состав ИС;

- действующие документы, подтверждающие поверку всех СИ, входящих в состав ИС. Документы на поверку СИ в соответствии с утвержденными методиками поверки и внесенными в описание типа на СИ.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют соблюдение условий поверки, установленных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки, приведенные в таблице 2, в соответствии с распространяющейся на них эксплуатационной документацией;
- изучают документацию, приведенную в 8.1.

Результаты проверки положительные, если документация в наличии, средства поверки имеют документально подтвержденную пригодность для использования в операциях поверки, все средства измерений ИС имеют действующие свидетельства и (или) знаки поверки.

8.3 Опробование

8.3.1 Непосредственно перед выполнением экспериментальных исследований необходимо подготовить ИС и СИ к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.3.2 Перед опробованием ИС в целом необходимо выполнить проверку функционирования её компонентов.

8.3.2.1 При проверке функционирования измерительных и комплексных компонентов ИС проверяют работоспособность индикаторов, отсутствие кодов ошибок или предупреждений об ошибках, авариях.

8.3.2.2 При опробовании линий связи проверяют:

- наличие сигнализации о включении в сеть технических средств ИС;
- поступление информации по линиям связи;
- наличие сигнализации об обрыве линий.

8.3.2.3 При опробовании ИС проводят первичное тестирование ИС средствами программного обеспечения АРМ оператора (опрос первичных измерительных преобразователей, ПЛК, установление связи с компонентами и оборудованием ИС и т.д.).

8.3.2.4 АРМ оператора должны быть включены. Исправность клавиатуры и манипулятора мышь оценивают, выполнив переключение между экранными формами ИС. Проверяют отображение на АРМ оператора главной мнемосхемы и возможность вызова через нее остальных экранов.

8.3.2.5 При проверке функционирования ИС с АРМ оператора проверяют выполнение следующих функций:

- измерение и отображение значений параметров технологического процесса;
- измерение и отображение текущих значений даты и времени.

8.3.3 Проверка функционирования ИС с АРМ оператора

На АРМ оператора проверяют наличие экранных форм согласно инструкции пользователя. Проверяют отображение текущих значений технологических параметров и информации о ходе технологического процесса, текущих значений даты и времени, возможность отображения в реальном масштабе времени технологических параметров в виде исторического тренда.

Результат проверки положительный, если по всем ИК ИС (перечень ИК приведён в описании типа) на экранных формах отображаются текущие значения параметров технологического процесса в установленных единицах, даты и времени, и результаты измерений находятся в заданных диапазонах.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Проверку идентификационных данных ПО ИС проводят в процессе функционирования. Прикладное ПО ИС включает программное обеспечение, функционирующее на АРМ оператора, и программное обеспечение ПЛК, являющееся метрологически значимой частью ПО ИС. С АРМ оператора получают доступ к встроенному ПО ИС. Проверяют следующие идентификационные данные метрологически значимой части ПО ИС (ПО ПЛК).

9.2 К идентификационным данным ПО ПЛК относятся:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии ПО;
- значения цифровых идентификаторов метрологически значимой части ПО ПЛК.

Идентификационные данные ПО ПЛК приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Concept
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 2.6 XL
Цифровой идентификатор ПО	-

Результаты проверки положительные, если наименование, номер версии и значения цифровых идентификаторов метрологически значимой части ПО ПЛК соответствуют данным, указанным в таблице 3 настоящей МП.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик

Метрологические характеристики ИК ИС определяют расчётно-экспериментальным способом (согласно МИ 2439-97). Определение метрологических характеристик измерительных и комплексных компонентов ИК ИС (ПИП, модулей ввода аналоговых сигналов ПЛК) выполняют экспериментально в соответствии с утверждёнными методиками поверки на каждый тип СИ. МХ ИК рассчитывают по МХ компонентов ИС в соответствии с методикой, приведённой в 10.1.3 настоящей МП.

10.1.1 Определение метрологических характеристик компонентов ИК ИС

Метрологические характеристики измерительных и комплексных компонентов ИС принимают равными значениям, приведённым в эксплуатационной документации (паспорт, формуляр и др.) СИ при наличии на них действующей поверки.

Значения основной и дополнительной погрешности компонента ИК ИС берут из описания типа ИС.

10.1.2 Исходные допущения для определения погрешности ИК ИС

Погрешности компонентов ИС относятся к инструментальным погрешностям. Факторы, определяющие погрешность, независимы. Погрешности компонентов ИС – не коррелированы между собой. Законы распределения погрешностей компонентов ИС – равномерные.

10.1.3 Методика расчёта метрологических характеристик ИК ИС

10.1.3.1 Погрешности ИК температуры. Погрешности ИК расхода нормированы в относительной форме. Погрешности ИК давления нормированы в приведённой форме.

10.1.3.2 Абсолютную погрешность ИК $\Delta_{\text{ИК_осн}}$, определяют, исходя из состава ИК ИС, по формуле

$$\Delta_{\text{ИК_осн}} = \Delta_{\text{ПИП}} + \Delta_{\text{ПЛК}} + \Delta_{\text{ЛС}}, \quad (1)$$

где $\Delta_{\text{ПИП}}$ – абсолютная погрешность ПИП;

$\Delta_{\text{ПЛК}}$ – абсолютная погрешность модуля ввода аналоговых сигналов ПЛК;

$\Delta_{\text{ЛС}}$ – абсолютная погрешность линии связи.

Примечание – Погрешность линии связи определяется потерями в линиях связи. Между измерительными и комплексными компонентами линии связи (ЛС) построены из кабелей контрольных и/или кабелей управления. Параметры линий связи удовлетворяют требованиям ГОСТ 18404.0 и ГОСТ 26411. Длина линий связи небольшая, входное сопротивление ПЛК велико, поэтому потери в ЛС пренебрежимо малы. Информационный обмен между комплексными и вычислительными компонентами осуществляется посредством промышленной информационной сети по интерфейсу RS – 485, класс достоверности II и относится к S1 классу организации передачи (в соответствии с ГОСТ Р МЭК 870-5-1). Принимаем погрешность линии связи во всех ИК равной нулю.

Для расчёта погрешности измерительного канала по формуле (1) погрешность компонента ИК ИС переводят в абсолютную форму Δ , единица величины, для случая её представления в приведённой форме γ , %, по формуле

$$\Delta = \gamma \cdot \frac{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}{100}, \quad (2)$$

где $X_{\text{В}}$ и $X_{\text{Н}}$ – верхний и нижний пределы измерений компонента ИК ИС, единица величины.

Для модулей ввода аналоговых сигналов ПЛК, погрешность которых нормирована в приведённой форме, необходимо определить значение силы тока, соответствующее номинальному значению. Расчёт значения силы тока $I_{\text{НОМ}i}$, мА, соответствующее номинальному значению измеряемой величины $X_{\text{НОМ}i}$, единица величины, проводят:

а) для диапазона входного сигнала модуля ПЛК (0–5) мА по формуле

$$I_{\text{НОМ}i} = \frac{D_{\text{сигнала}} \cdot X_{\text{НОМ}i}}{D_{\text{ПИП}}}, \quad (3)$$

где $D_{\text{сигнала}}$ – разница между верхним и нижним пределами диапазона измерений входного сигнала модуля ПЛК, мА;

$D_{\text{ПИП}}$ – разница между верхним и нижним пределами диапазона измерений преобразователей (в тех же единицах, что и $X_{\text{НОМ}i}$);

б) для диапазона входного сигнала модуля ПЛК (4–20) мА по формуле

$$I_{\text{НОМ}i} = \frac{D_{\text{сигнала}} \cdot X_{\text{НОМ}i}}{D_{\text{ПИП}}} + 4, \quad (4)$$

Примечание – Числовые значения пределов диапазонов измерений преобразователей приведены в эксплуатационной документации (паспорт) на средства измерений. Значение напряжения постоянного тока на выходе преобразователей термоэлектрических – в соответствии с ГОСТ Р 8.585.

10.1.3.3 Относительную погрешность ИК $\delta_{\text{ИК_осн}}$, %, определяют, исходя из состава ИК ИС (в соответствии с РМГ 62), по формуле

$$\delta_{\text{ИК_осн}} = K \cdot \sqrt{\delta_{\text{ПИП}}^2 + \delta_{\text{ПЛК}}^2 + \delta_{\text{алг}}^2 + \delta_{\text{ЛС}}^2}, \quad (5)$$

где $K = 1, 2$;

$\delta_{\text{ПИП}}$ – относительная погрешность ПИП, %;

$\delta_{\text{ПЛК}}$ – относительная погрешность модуля ввода аналоговых сигналов ПЛК, %;

$\delta_{\text{алг}}$ – относительная погрешность алгоритма (при наличии), %;

$\delta_{\text{ЛС}}$ – относительная погрешность линии связи, %.

Для расчёта погрешности ИК ИС по формуле (5) погрешность компонента ИК ИС переводят в относительную форму δ , %, для случая её представления в абсолютной или приведённой формах по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{ном}}} \cdot 100 = \gamma \cdot \frac{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}{X_{\text{ном}}}, \quad (6)$$

где Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности компонента ИК ИС, единица величины;

γ – пределы допускаемой приведённой погрешности компонента ИК ИС, нормированной для диапазона измерений;

$X_{\text{В}}$ и $X_{\text{Н}}$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений компонента ИК ИС (в тех же единицах, что и $X_{\text{ном}}$);

Примечание – Если приведённая погрешность γ нормирована для верхнего предела диапазона измерений, то $X_{\text{Н}}=0$.

$X_{\text{ном}}$ – номинальное значение измеряемой величины, для которой рассчитывают пределы относительной погрешности измерений, единица величины.

В соответствии с ГОСТ 8.508 относительную погрешность измерений вычисляют в точках $X_{\text{ном}i}$, соответствующих 5, 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений, и выбирают максимальное значение ($i = 1, \dots, 5$).

10.1.3.4 Приведённую погрешность ИК, исходя из состава ИК ИС $\gamma_{\text{ИК_осн}}$, %, определяют следующим образом:

а) переводят погрешность компонентов ИК ИС из приведённой формы в относительную по формуле (6) согласно ГОСТ 8.508 в точках $X_{\text{ном}i}$, соответствующих 5, 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений;

б) вычисляют по формуле (5) основную относительную погрешность ИК ИС для каждой i -ой точки диапазона измерений $\delta_{\text{ИК_осн}i}$, %;

в) переводят значения основной погрешности ИК ИС, соответствующие i -ым точкам диапазона, из относительной формы в приведённую по формуле

$$\gamma_{\text{ИК_осн}i} = \frac{\delta_{\text{ИК_осн}i} \cdot X_{\text{ИК_ном}i}}{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}, \quad (7)$$

где $X_{\text{В}}$ и $X_{\text{Н}}$ – верхний и нижний пределы измерений ИК ИС (в тех же единицах, что и $X_{\text{ИК_ном}i}$);

$X_{\text{ИК_ном}i}$ – номинальное значение ИК ИС, соответствующее i -ой точке диапазона измерений;

г) выбирают из пяти значений, полученных по формуле (7), максимальное и приписывают его основной приведённой погрешности ИК ИС.

Рассчитывают (фактические) значения погрешности ИК ИС.

10.2 Комплектный способ определения погрешности ИК ИС

Комплектный способ определения погрешности ИК проводят калибратором электрических сигналов при отключенных первичных измерительных преобразователях. Результаты измерений фиксируют с АРМ оператора.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Рассчитывают (фактические) значения погрешности ИК ИС в соответствии с методикой, приведённой в 10.1.3 настоящей МП, или фиксируют значения с АРМ оператора при комплектном способе.

Результаты проверки положительные, если фактические значения погрешности измерительных каналов не превышают пределы допускаемой погрешности, установленные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК расхода, не более	$\pm 4,6\%$ с датчиком давления Метран-100, $\gamma = \pm 0,5\%$; $\pm 4,8\%$ с преобразователем давления измерительным EJA110A
Пределы допускаемой приведенной погрешности ИК давления, не более	$\pm 0,8\%$ с датчиком давления Метран-100, $\gamma = \pm 0,5\%$; $\pm 0,2\%$ с датчиком давления Метран-150, $\gamma = \pm 0,075\%$; $\pm 0,2\%$ с датчиком давления Метран-150, $\gamma = \pm 0,1\%$; $\pm 0,2\%$ с датчиком давления Метран-150, $\gamma = \pm 0,15\%$; $\pm 0,4\%$ с датчиком давления Метран-150, $\gamma = \pm 0,25\%$; $\pm 0,8\%$ с датчиком давления Метран-150, $\gamma = \pm 0,5\%$; $\pm 0,6\%$ с преобразователем давления измерительным 3051, $\gamma = \pm 0,15\%$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК температуры, не более	$\pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ с термопреобразователем с унифицированным выходным сигналом Метран-270; $\pm (1,0 + 0,005 t)\text{ }^{\circ}\text{C}$ с термометром сопротивления TCM-0193; $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ с термопреобразователем с унифицированным выходным сигналом ТСМУ; $\pm 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ с термопреобразователем с унифицированным выходным сигналом ТСПУ; $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ с термопреобразователем с унифицированным выходным сигналом ТХАУ
Примечание – В таблице приняты следующие обозначения: t – измеренное значение температуры среды, $^{\circ}\text{C}$, Δ – абсолютная погрешность, $^{\circ}\text{C}$, δ – относительная погрешность, %, γ – приведенная погрешность, %	

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки ИС вносят сведения в ФИФОЕИ, может быть оформлено свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки ИС к эксплуатации не допускают, и вносят сведения в ФИФОЕИ.

12.4 Особенности конструкции ИС препятствуют нанесению на нее знака поверки. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке.