

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную массового расхода (массы) воды цеха №01 ЗБ ОАО «ТАИФ-НК» (далее – ИС), заводской № 58304, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Для ИС установлена поэлементная поверка. Метрологические характеристики средств измерений (далее – СИ) согласно пункту 9.1 подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ). Метрологические характеристики ИС определяются на месте эксплуатации по пункту 9.2 и 9.3 с помощью средств поверки и по пункту 9.4 расчетным методом.

1.3 Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых СИ, входящих в состав ИС, к следующим государственным первичным эталонам:

– Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023), утвержденному Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

– Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91), утвержденному Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

– Государственному первичному специальному эталону единицы массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости (ГЭТ 63-2019), утвержденному Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях массового и объемного расходов жидкости».

1.4 В результате поверки ИС подтверждаются метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ИС

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массового расхода воды, т/ч	от 392,422 до 1416,110
Пределы допускаемой приведенной погрешности ИС при преобразовании контроллера измерительного ROC/FloBoss модификации ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра, %	$\pm 0,15$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИС при измерении сигналов термопары ХК (L) по ГОСТ Р 8.585–2001 (в диапазоне измерений температур от плюс 8 до плюс 30 °С), °С	$\pm 1,03$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы воды, %	$\pm 2,0$

1.5 Проведение поверки отдельных измерительных каналов (далее – ИК) и (или) отдельных автономных блоков из состава ИС, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не допускается.

2 Перечень операций поверки СИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

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 СИ	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование СИ	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения СИ	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик ИС	Да	Да	9.1
Определение приведенной погрешности ИС при преобразовании контроллером измерительным ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности ИС при измерении сигналов термопары ХК (L) по ГОСТ Р 8.585–2001 (в диапазоне измерений температур от 8 до 30 °С)	Да	Да	9.3
Определение относительной погрешности ИС при измерении массового расхода (массы) воды	Да	Да	9.4
Оформление результатов поверки	Да	Да	10
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку ИС прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки СИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха в месте установки контроллера измерительного ROC 809, преобразователя измерительного тока и напряжения с гальванической развязкой (барьера искрозащиты) серии К модуль KFD2-STC4-Ex2 и преобразователя измерительного для термопар и термопреобразователей сопротивления с гальванической развязкой (барьера искрозащиты) серии К модуль KFD2-UT-Ex1, °С

от +15 до +25

– относительная влажность, %

от 30 до 85

– атмосферное давление, кПа

от 84,0 до 106,7

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки ИС применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
6, 7, 8, 9	СИ температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 15 до плюс 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С СИ относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 0 до 95 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % СИ атмосферного давления: диапазон измерений от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6 модификации ИВА-6А-КП-Д (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
9.2	Средство воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ± 8 мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ
9.3	Средство воспроизведения сигналов термопар типа «L» по ГОСТ Р 8.585–2001: измерение и воспроизведение сигналов термоэлектрических преобразователей типа ХК(L) в диапазоне температур от минус 200 до плюс 800 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения и воспроизведения $\pm (0,00052 \cdot T + 0,07$ °С) в диапазоне температур от минус 200 до 0 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения и воспроизведения $\pm 0,07$ °С в диапазоне температур от 0 до плюс 380 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения и воспроизведения $\pm (0,00008 \cdot T + 0,04$ °С) в диапазоне температур от плюс 380 до плюс 800 °С	МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанные в таблице.		

4.2 Применяемые СИ должны быть утвержденного типа, а также поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки СИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИС, приведенных в их эксплуатационных документах, инструкций по охране труда, действующих на объекте, правил технической эксплуатации электроустановок потребителей.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации ИС и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр СИ

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность ИС;
- отсутствие механических повреждений ИС, препятствующих его применению;
- четкость надписей и обозначений;
- наличие и целостность пломб;
- наличие протокола контроля (паспорта) сужающего устройства – диафрагмы (далее – СУ);
- наличие акта измерений внутреннего диаметра измерительного трубопровода (далее – ИТ).

6.2 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- состав СИ и комплектность ИС соответствуют описанию типа и паспорту ИС;
- отсутствуют механические повреждения ИС, препятствующие его применению;
- надписи и обозначения четкие;
- СИ, входящие в состав ИС, опломбированы в соответствии с описаниями типа и (или) эксплуатационными документами данных СИ.

7 Подготовка к поверке и опробование СИ

7.1 Проводят проверку контроллеров измерительных ROC/FloBoss (далее – ROC 809) и отсутствие сообщений об ошибках на мониторе рабочей станции оператора.

7.2 Средства поверки и ИС выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов.

7.3 Средства поверки и ИС подготавливают к работе в соответствии с их эксплуатационными документами. Приводят ИС в рабочее состояние в соответствии с эксплуатационными документами.

7.4 При опробовании проверяют функционирование задействованных ИК перепада давления и избыточного давления, температуры.

7.4.1 Отключают первичный измерительный преобразователь (далее – ПИП) перепада давления и избыточного давления, и к линии связи, на вход преобразователя измерительного тока и напряжения с гальванической развязкой (барьер искрозащиты) KFD2-STC4-Ex2 подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов силы постоянного тока. С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока, имитирующий сигналы от первичных преобразователей перепада давления и избыточного давления.

7.4.2 Отключают ПИП температуры, и к линии связи на вход преобразователя измерительного для термопар и термопреобразователей сопротивления с гальванической развязкой (барьер искрозащиты) KFD2-UT-Ex1 подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопар. С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал термопары, имитирующий сигналы от первичного преобразователя температуры.

7.5 Проверяют соответствие значения внутреннего диаметра ИТ при 20 °С, введенного в память ROC 809, со значением, указанным в акте измерения внутреннего диаметра ИТ.

Проверяют соответствие значения диаметра отверстия СУ при температуре 20 °С, введенного в память ROC 809, со значением, указанным в протоколе контроля (паспорта) СУ.

7.6 Результаты опробования считают положительными, если:

- на дисплее рабочего места оператора отсутствуют сообщения об ошибках;
- при увеличении/уменьшении с помощью калибратора значений входного сигнала соответствующим образом изменяются значения давления, температуры и массового расхода;
- значение внутреннего диаметра ИТ при 20 °С, введенное в память ROC 809, соответствует значению, указанному в акте измерения внутреннего диаметра ИТ;

– значение диаметра отверстия сужающего устройства при температуре 20 °С, введенное в память ROC 809, соответствует значению, указанному в протоколе контроля (паспорта) СУ.

8 Проверка программного обеспечения СИ

8.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) ИС проводят путем сравнения идентификационного наименования и номера версии ПО ИС с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа ИС.

8.2 Проверяют возможность несанкционированного доступа к ПО ИС и наличие авторизации (введение пароля), возможность обхода авторизации, проводят проверку реакции ПО ИС на неоднократный ввод неправильного пароля.

8.3 Результаты проверки соответствия ПО считают положительными, если идентификационное наименование и номер версии ПО ИС совпадают с исходными, указанными в описании типа на ИС, а также исключается возможность несанкционированного доступа к ПО ИС, обеспечивается авторизация.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

9.1 Определение метрологических характеристик ИС

9.1.1 Проверяют наличие в ФИФОЕИ сведений о поверке СИ, входящих в состав ИС.

9.1.2 Результаты поверки по пункту 9.1 считают положительными, если СИ, входящие в состав ИС, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

9.2 Определение приведенной погрешности ИС при преобразовании контроллером измерительным ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра

9.2.1 Отключают ПИП ИК и к соответствующему каналу, включая линии связи, подключают калибратор, установленный в режим имитации сигналов силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве реперных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

9.2.3 С монитора автоматизированного рабочего места (далее – АРМ) оператора или дисплея ИС считывают значение входного сигнала и в каждой реперной точке вычисляют приведенную погрешность γ_i , %, по формуле

$$\gamma_i = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{эт}}$ – показание калибратора в i -ой реперной точке, мА;

$I_{\text{изм}}$ – значение тока, соответствующее показанию измеряемого параметра ИС в i -ой реперной точке, мА, вычисляемое по формуле (при линейной функции преобразования)

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + 4, \quad (2)$$

где X_{max} , X_{min} – максимальное и минимальное значения измеряемого параметра, соответствующие максимальному и минимальному значениям границы диапазона входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), мА;

$X_{\text{изм}}$ – значение входного сигнала, мА.

9.2.4 Если показания ИС можно просмотреть только в единицах технологического параметра (например, давление, температура, расход и т.д.), то при линейной функции преобразования значение тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{imax}} - X_{\text{imin}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{imin}}) + 4, \quad (3)$$

где X_{imax} – максимальное значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений;
 X_{imin} – минимальное значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений;
 $X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений. Считывают с дисплея ИС или с монитора АРМ оператора.

9.2.5 Результаты поверки по пункту 9.2 считают положительными, если рассчитанная по формуле (9.1) приведенная погрешность ИС при преобразовании ROC 809 входного токового сигнала (от 4 до 20 мА) в цифровое значение измеряемого параметра не выходит за пределы $\pm 0,15\%$.

9.3 Определение абсолютной погрешности ИС при измерении сигналов термопары ХК (L) по ГОСТ Р 8.585–2001 (в диапазоне измерений температур от 8 до 30 °С)

9.3.1 Отключают ПИП температуры, на вход преобразователя измерительного для термопар и термопреобразователей сопротивления с гальванической развязкой (барьер искрозащиты) KFD2-UT-Ex1 подключают калибратор и задают сигнал термопар по ГОСТ Р 8.585–2001.

Примечание – В случае определения основной абсолютной погрешности измерений сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 с помощью термометра измеряют температуру окружающей среды вблизи барьера искрозащиты и вводят это значение в калибратор как температуру холодного спая термопары.

9.3.2 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал термопар по ГОСТ Р 8.585–2001. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений.

9.3.3 В каждой контрольной точке рассчитывают абсолютную погрешность Δ_T , °С, по формуле

$$\Delta_{TC} = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{изм}}$ – значение температуры, соответствующее показанию ИС, °С;
 $T_{\text{эт}}$ – значение температуры, заданное калибратором, °С.

9.3.4 Результаты поверки по пункту 9.3 считают положительными, если рассчитанная по формуле (4) абсолютная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 1,03$ °С.

9.4 Определение относительной погрешности ИС при измерении массового расхода (массы) воды

9.4.1 Проводят расчет относительной расширенной неопределенности ИС при измерении (при коэффициенте охвата 2) массового расхода и массы воды в диапазоне измерений массового расхода воды от 392,422 до 1416,110 т/ч в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 ручным способом или при помощи программного комплекса «Расходомер ИСО» по ГОСТ 8.586.5–2005.

9.4.2 Относительную расширенную неопределенность ИС при измерении массового расхода и массы воды рассчитывают ручным способом по ГОСТ 8.586.5–2005 или с применением программного комплекса «Расходомер-ИСО» по ГОСТ 8.586.5–2005.

9.4.3 Расчет относительной расширенной неопределенности ИС при измерении массового расхода и массы воды, производится с использованием данных о физических свойствах воды и при сочетании входных параметров избыточного давления (от 0,4 до 0,8 МПа), перепада давления (от 3,875 до 50,000 кПа) и температуры (от 8 до 30 °С).

9.4.4 Расчет относительной расширенной неопределенности ИС при измерении массового расхода и массы воды, проводят с учетом составляющих неопределенности измерения, обусловленных методом измерения, условиями соответствия монтажа диафрагмы на

трубопроводе ГОСТ 8.586.2–2005; неопределенности внутреннего диаметра измерительного трубопровода; неопределенности диаметра отверстия сужающего устройства (стандартной диафрагмы); неопределенности измерения плотности среды при стандартных условиях; неопределенности результата измерения перепада давления, давления, температуры; неопределенности вычисления расхода.

9.4.5 Относительную расширенную неопределенность измерений (при коэффициенте охвата 2) массы воды принимают равной относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) массового расхода воды.

9.4.6 Численное значение относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) соответствует границам относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95.

9.4.7 Результаты поверки по пункту 9.4 считают положительными, если относительная погрешность измерений массового расхода и массы воды в диапазоне от 392,422 до 1416,110 т/ч не выходит за пределы $\pm 2\%$.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

10.2 По заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке ИС, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению ИС.

10.3 Пломбирование ИС не предусмотрено.