



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

« 09 »

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерительная массового расхода и массы пара
в ООО «Линде Газ Липецк»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 0911/3-311229-2023

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную массового расхода и массы пара в ООО «Линде Газ Липецк» (далее – ИС), заводской № 8, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Метрологические характеристики средств измерений (далее – СИ), входящих в состав ИС, подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Метрологические характеристики ИС определяются на месте эксплуатации расчетным методом.

1.3 Если очередной срок поверки СИ из состава ИС наступает до очередного срока поверки ИС или появилась необходимость периодической или внеочередной поверки СИ, то поверяют только данное СИ, при этом внеочередную поверку ИС не проводят.

1.4 При условии, что СИ, входящие в состав ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению, ИС прослеживается к:

– Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020) в соответствии с Государственной поверочной схемой для СИ разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2021 года № 1904 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па»;

– Государственному первичному эталону единицы давления – паскаля (ГЭТ 23-2010) в соответствии с Государственной поверочной схемой для СИ избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 года № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

– Государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К (ГЭТ 35-2021) и Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ 34-2020) в соответствии с Государственной поверочной схемой для СИ температуры, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 года № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

1.5 В результате поверки ИС должны быть подтверждены метрологические характеристики ИС, приведенные в таблице 1, и метрологические характеристики измерительных каналов (далее – ИК) ИС, приведенные в таблице 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ИС

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массового расхода пара, кг/ч	от 3841,69 до 34030,40
Диапазон измерений массы пара за час, кг	от 3841,69 до 34030,40
Пределы допускаемой относительной погрешности ИС при измерении массового расхода и массы пара, %	$\pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности ИС при вычислении массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005, %	$\pm 0,9$

Таблица 2 – Метрологические характеристики ИК ИС

Наименование ИК	Состав ИК		Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности ИК в условиях эксплуатации
	Первичный ИП	СОИ		
ИК перепада давления	2051CD	SUMMIT 8800	от 0 до 20 кПа	$\gamma=\pm 0,19 \%$
ИК избыточного давления	2051TG	SUMMIT 8800	от 0 до 1600 кПа	$\gamma=\pm 0,35 \%$
ИК температуры	MHW	MCR-2	SUMMIT 8800	от -38 до +300 °C
¹⁾ Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ИК температуры рассчитаны для верхнего предела диапазона измерений. Примечание – Приняты следующие сокращения и обозначения: ИП – измерительный преобразователь; СОИ – система обработки информации; 2051CD – преобразователь давления измерительный 2051 модели 2051CD (регистрационный номер 74232-19 в ФИФОЕИ); SUMMIT 8800 – контроллер измерительно-вычислительный SUMMIT 8800 (регистрационный номер 65347-16 в ФИФОЕИ); 2051TG – преобразователь давления измерительный 2051 модели 2051TG (регистрационный номер 74232-19 в ФИФОЕИ); MHW – термопреобразователь сопротивления серии М, исполнение MHW (регистрационный номер 70195-18 в ФИФОЕИ); MCR-2 – преобразователь измерительный MINI MCR-2 модификации MINI MCR-2-RTD-UI-PT (регистрационный номер 63447-16); γ – пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности, %; Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, в единицах измеряемой величины.				

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – 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 средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений ИК перепада давления	Да	Да	10.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений ИК избыточного давления	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений ИК температуры	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности ИС при вычислении массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005	Да	Нет	10.4
Определение относительной погрешности ИС при измерении массового расхода и массы пара	Да	Да	10.5
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечание – При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку ИС прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха в месте установки СОИ ИС от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки ИС применяют средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 8, 9, 10	СИ температуры окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С СИ относительной влажности окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % СИ атмосферного давления: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8	Средство воспроизведения силы постоянного тока: диапазон воспроизведения от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,01$ мА Средство воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления типа Pt100 по ГОСТ 6651–2009 в диапазоне измеряемых температур от минус 40 до плюс 300 °С, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения $\pm 0,20$ °С	Калибратор многофункциональный МСх-R, модификация МС5-R-IS (регистрационный номер 22237-08 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)

5.2 Допускается применение СИ с метрологическими и техническими характеристиками, удовлетворяющих требованиям, изложенным в таблице 4.

5.3 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.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИС, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность ИС;
- отсутствие механических повреждений СИ ИС, препятствующих применению ИС;
- четкость надписей и обозначений на СИ ИС.

7.2 Результаты поверки по пункту 7 считают положительными, если:

- состав СИ и комплектность ИС соответствуют описанию типа ИС;
- отсутствуют механические повреждения СИ ИС, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения на СИ ИС четкие и соответствуют их технической документации.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При опробовании проводят проверку общей работоспособности ИС (без определения метрологических характеристик):

– проверяют соответствие текущих измеряемых ИС значений перепада давлений на сужающем устройстве, температуры, избыточного давления, массового расхода данным, отраженным в описании типа ИС;

– проверяют наличие сообщений об ошибках на дисплее контроллера измерительно-вычислительного SUMMIT 8800 (далее – контроллер SUMMIT 8800).

8.2 Проводят проверку показаний ИК в следующей последовательности:

- отключить первичный ИП от линии связи ИК;
- вместо первичного ИП подключить калибратор;

– поочередно установить пять значений выходного сигнала, равномерно распределенных в диапазоне измерений ИК: 0; 25; 50; 75; 100 % от диапазона измерений. Тип выходного сигнала выбирается в зависимости от типа выходного сигнала первичного ИП;

– зафиксировать показания ИК;

– повторить вышеперечисленные операции для всех ИК ИС.

8.3 Результаты поверки по пункту 8 считают положительными, если:

– текущие измеряемые ИС значения перепада давлений на сужающем устройстве, температуры, избыточного давления, массового расхода соответствуют данным, отраженным в описании типа ИС;

– на дисплее контроллера SUMMIT 8800 сообщения об ошибках отсутствуют;

– при изменении значений выходного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются показания ИК.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводят сравнением номера версии и цифрового идентификатора ПО ИС с номером версии и цифровым идентификатором ПО, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа ИС и отраженными в описании типа ИС.

9.2 Проверку номера версии и цифрового идентификатора ПО ИС проводят в следующей последовательности:

– перейти в подменю «System Information» главного меню контроллера SUMMIT 8800;

– зафиксировать номер версии (FW Version) и цифровой идентификатор (FW Checksum) ПО контроллера SUMMIT 8800, отображаемые в разделе «Main Program»;

– сравнить номер версии и цифровой идентификатор ПО ИС с номером версии и цифровым идентификатором ПО ИС, отраженными в описании типа ИС.

9.3 Результаты поверки по пункту 9 считают положительными, если номер версии и цифровой идентификатор ПО ИС совпадают с указанными в описании типа ИС.

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

10.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений ИК перепада давления

10.1.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ в ФИФОЕИ, входящих в состав ИК перепада давления, в соответствии с описанием типа ИС.

10.1.2 Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИК перепада давления γ_{dp} , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma_{dp} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{ППdp}^2 + \gamma_{ППldp}^2 + \gamma_I^2}, \quad (10.1)$$

где $\gamma_{ППdp}$ – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности первичного измерительного преобразователя перепада давления, %;

$\gamma_{ППldp}$ – пределы допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности первичного измерительного преобразователя перепада давления, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, %;

γ_I – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера SUMMIT 8800 при измерении сигналов постоянного тока от 4 до 20 мА, %.

10.1.3 Результаты поверки по пункту 10.1 считают положительными, если:

– СИ, входящие в состав ИК перепада давления в соответствии с описанием типа ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению;

– рассчитанные по формуле (10.1) пределы допускаемой приведенной к диапазону

измерений погрешности ИК перепада давления не превышают $\pm 0,19$ %.

10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений ИК избыточного давления

10.2.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ в ФИФОЕИ, входящих в состав ИК избыточного давления, в соответствии с описанием типа ИС.

10.2.2 Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИК избыточного давления γ_p , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma_p = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{\text{ПП}}^2 + \gamma_{\text{ППд}}^2 + \gamma_I^2}, \quad (10.2)$$

где $\gamma_{\text{ПП}}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности первичного измерительного преобразователя избыточного давления, %;

$\gamma_{\text{ППд}}$ – пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности первичного измерительного преобразователя избыточного давления, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, %.

10.2.3 Результаты поверки по пункту 10.2 считают положительными, если:

– СИ, входящие в состав ИК избыточного давления в соответствии с описанием типа ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению;

– рассчитанные по формуле (10.2) пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИК избыточного давления не превышают $\pm 0,35$ %.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений ИК температуры

10.3.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ в ФИФОЕИ, входящих в состав ИК температуры, в соответствии с описанием типа ИС.

10.3.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК температуры Δ_T , °С, рассчитывают по формуле

$$\Delta_T = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{\text{ТС}}^2 + (\gamma_{\text{MCR}}^2 + \gamma_I^2) \cdot \left(\frac{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}}{100} \right)^2}, \quad (10.3)$$

где $\Delta_{\text{ТС}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры первичным измерительным преобразователем температуры, °С;

γ_{MCR} – пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования преобразователя измерительного MINI MCR-2 модификации MINI MCR-2-RTD-UI-PT сигналов термопреобразователей сопротивления типа Pt100, %;

t_{max} – верхний предел диапазона измерений температуры, °С;

t_{min} – нижний предел диапазона измерений температуры, °С.

10.3.3 Результаты поверки по пункту 10.3 считают положительными, если:

– СИ, входящие в состав ИК температуры в соответствии с описанием типа ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению;

– рассчитанные по формуле (10.3) пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК температуры не превышают $\pm 2,05$ °С.

10.4 Определение относительной погрешности ИС при вычислении массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005

10.4.1 Определение относительной погрешности ИС при вычислении массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 проводят сравнением результатов расчета массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 контроллером SUMMIT 8800 с результатами расчета массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» (модуль «Стандартные сужающие устройства») или другого программного комплекса.

10.4.2 Исходные данные для выполнения расчетов вводят в программный комплекс «Расходомер ИСО» в соответствии с инструкцией «Государственная система обеспечения единства измерений. Массовый расход и масса пара. Методика измерений системой

измерительной массового расхода и массы пара в ООО «Линде Газ Липецк» (позиция FIQ8686)», регистрационный номер ФР.1.29.2021.44234 в ФИФОЕИ. Текущее значение диаметра сужающего устройства вводят в программный комплекс «Расходомер ИСО» в соответствии с протоколом контроля (паспортом) сужающего устройства.

10.4.3 Расчеты выполняют не менее чем для 4-х различных комбинаций температуры, избыточного давления и перепада давления на сужающем устройстве, приведенных в таблице 5. Допускается использовать другие комбинации, при этом значения температуры, избыточного давления и перепада давления на сужающем устройстве не должны выходить за диапазоны изменений соответствующих параметров.

Таблица 5 – Наборы данных для расчета

Комбинация данных	1	2	3	4
Температура, °С	+205	+250	+250	+300
Избыточное давление, МПа	0,3	1,0	1,0	1,6
Перепад давления, кПа	1,8	10	20	10

10.4.4 Пределы допускаемой относительной погрешности ИС при вычислении массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 $\delta_{\text{выч}}$, %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{выч}} = \frac{Q_{\text{ИС}} - Q}{Q} \cdot 100, \quad (10.4)$$

где $Q_{\text{ИС}}$ – массовый расход пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005, рассчитанный контроллером SUMMIT 8800, %;

Q – массовый расход пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005, рассчитанный с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО», %.

10.4.5 Результаты поверки по пункту 10.4 считают положительными, если рассчитанные по формуле (10.4) пределы допускаемой относительной погрешности ИС при вычислении массового расхода пара в соответствии с ГОСТ 8.586.5–2005 не превышают $\pm 0,9$ %.

10.5 Определение относительной погрешности ИС при измерении массового расхода и массы пара

10.5.1 Проводят расчет относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) массового расхода пара с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» или другого программного комплекса.

10.5.2 Исходные данные для выполнения расчета вводят в программный комплекс «Расходомер ИСО» в соответствии с инструкцией «Государственная система обеспечения единства измерений. Массовый расход и масса пара. Методика измерений системой измерительной массового расхода и массы пара в ООО «Линде Газ Липецк» (позиция FIQ8686)», регистрационный номер ФР.1.29.2021.44234 в ФИФОЕИ. Текущее значение диаметра сужающего устройства вводят в программный комплекс «Расходомер ИСО» в соответствии с протоколом контроля (паспортом) сужающего устройства.

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

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

10.5.5 Результаты поверки по пункту 10.5 считают положительными, если рассчитанная относительная погрешность ИС при измерении массового расхода и массы пара не превышает $\pm 2,0$ % в диапазонах измерений массы и массового расхода пара в соответствии с описанием типа ИС.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

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

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