

«МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОРЕСУРСОВ»
(ЗАО КИП «МЦЭ»)

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»

А.В. Федоров

2025 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Ротаметры-расходомеры поплавковые с металлической трубкой PGR

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МЦКЛ.0372.МП

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на ротаметры-расходомеры поплавковые с металлической трубкой PGR (далее – ротаметры) ранее выпущенные и вновь выпускаемые, а также устанавливает методы и средства их поверки.

1.2 Ротаметры предназначены для измерения массового расхода газообразных хлора, фреона, транспортируемых по напорным трубопроводам и преобразования измеренных значений в унифицированный токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА.

1.3 Методика поверки устанавливает методы и средства первичной (после выпуска из производства, перед вводом в эксплуатацию) и периодической (в процессе эксплуатации, после ремонта) поверок.

1.4 В результате поверки, в зависимости от модификации ротаметров, должны быть подтверждены требования к метрологическим характеристикам ротаметров, приведённых в таблице 1 в пределах диапазона массового расхода газа от 2 до 20 кг/ч.

Таблица 1 – Требования к метрологическим характеристикам ротаметров

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведенной погрешности (к верхнему пределу диапазона измерений) по аналоговому и цифровому индикатору, %	± 15
Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования массового расхода в значение выходного унифицированного аналогового сигнала постоянного тока, %	± 1

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц объёмного расхода в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 118-2017.

1.6 При определении метрологических характеристик ротаметров применяется метод непосредственного сравнения результатов измерений ротаметром со значениями объёмного расхода, определённого эталоном.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций первичной и периодической поверок

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

- поверочные среды – вода, воздух с параметрами:
- температура поверочной среды, °C от 20 до 30
- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7
- изменение температуры поверочной среды в процессе одного измерения, °C не более ± 2

3.2 Внешние электрические и магнитные поля (кроме естественного), а также вибрация, тряска и удары, влияющие на работу ротаметра, должны отсутствовать.

3.3 Длина прямого участка перед ротаметром должна быть не менее 75 мм, а после ротаметра, не менее 250 мм.

3.4 Режим движения потока поверочной среды должен быть стационарным. Изменение среднего значения расхода рабочей среды в процессе поверки не должно превышать $\pm 1,5$ % установленного значения.

3.5 Способ монтажа ротаметра вертикальный, с уклоном не более 3 градуса.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические характеристики средств поверки

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Измеритель атмосферного давления (барометр) с диапазоном измерений от 960 до 1067 гПа (от 720 до 800 мм. рт. ст.) с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 гПа ($\pm 1,9$ мм. рт. ст.) Термометр с диапазоном измерений, соответствующим диапазону температуры окружающей среды при проведении поверки и пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры во всем диапазоне измерений $\pm 0,5$ °C Измеритель влажности воздуха, с диапазоном измерений от 0 % до 98 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ %	Измеритель-регистратор параметров микроклимата ТКА-ПКЛ(26)-Д, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – регистрационный номер) 76454-19 (далее – термогигрометр).

Продолжение таблицы 3

1	2	3
10 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 1 или 2 разряда: поверочные установки и расходомеры (счетчики) объема газа в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133, с диапазоном измерений объёмного расхода газа, соответствующим диапазону испытуемого ротаметра, с соотношением доверительных границ относительной погрешности не более 1/2,5 или не более 1/2 при избыточном давлении.	Установка поверочная ЭМИС-МЕТРА 7200, рег. № 67211-17 Установка поверочная счетчиков газа, рег. № 43974-10 Счетчик газа Принц, рег. № 53858-13 Счетчик газа Принц, рег. № 70181-18 Расходомер-счетчик вихревой ЭМИС-ВИХРЬ 200, рег. № 86309-22 Преобразователь расхода вихревой ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200), рег. № 42775-14
	Измеритель температуры совместно с термопреобразователем сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (класс допуска АА) и суммарной относительной погрешностью не более $\pm 0,3\%$	Измеритель температуры МИТ 8.05 рег. № 19736-11 совместно с термопреобразователем сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (класс допуска АА)
	Преобразователи давления с относительной погрешностью не более $\pm 0,25\%$	Датчики абсолютного давления ЭМИС-БАР рег. № 72888-18 Датчик перепада давления ЭМИС-БАР рег. № 72888-18
	Миллиамперметр, диапазон от 0 до 20 мА, пределами относительной погрешности измерений $\pm 0,3\%$	Мультиметр цифровой Agilent 34401A рег. № 33921-07,
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

4.2 Метрологический запас по точности между эталоном расхода и ротаметром необходимо соблюдать с учетом пересчета приведенной погрешности ротаметра в относительную.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в:

- «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- эксплуатационной документации на ротаметры;
- эксплуатационной документации на средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

5.2 Надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения безопасной эксплуатации средств поверки, должны быть четкими.

5.3 Доступ к средствам измерений и обслуживаемым при поверке элементам оборудования должен быть свободным. При необходимости должны быть предусмотрены лестницы и площадки или переходы с ограничениями, соответствующие требованиям безопасности.

5.4 Рабочее давление применяемых средств поверки, указанное в эксплуатационной документации, должно соответствовать условиям поверки.

5.5 При появлении течи поверочной среды, а также при появлении других неисправностей в работе ротаметров и средств поверки, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверку прекращают. Для продолжения поверки необходимо руководствоваться эксплуатационными документами на поверяемые ротаметры и средства поверки по устранению возникших неисправностей.

6 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

6.1 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучивших эксплуатационную документацию на ротаметр.

7 Внешний осмотр средств измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида описанию типа и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений и дефектов (трещин в проточной части, загрязнений поплавка и т.п.), ухудшающих внешний вид ротаметра и препятствующих его применению;
- соответствие комплектности ротаметра требованиям эксплуатационных документов на этот ротаметр;
- цифры и отметки шкалы должны быть четкими;
- маркировка ротаметров должна соответствовать сведениям указанным в эксплуатационной документации.

7.2 При выявлении несоответствий, поверку прекращают и переходят к пункту 10.3.

7.3 Результаты внешнего осмотра регистрируют в протоколе поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1. Ротаметр принимается на поверку:

- очищенным от загрязнений и консервационных смазок;
- с эксплуатационной документацией, установленной при утверждении типа средств измерений и входящей в комплектацию ротаметра;

– с методикой поверки (при наличии ее в комплектности ротаметра);

8.1.2. При подготовке к поверке ротаметра выполняют следующие операции:

- ротаметр и средства поверки выдерживают до начала проведения поверки в помещении, где проводят поверку;
- выполняют измерения температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления и проверяют соответствие условий проведения поверки требованиям, приведенным в п.3.1.
- подготавливают к работе поверочную установку и средства измерений в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- ротаметр устанавливают на поверочную установку в соответствии с порядком действий, указанным в руководстве по эксплуатации поверочной установки или

специальную оснастку в случае применения эталонного расходомера (счетчика) газа совместно с преобразователями давления и температуры по схеме, приведённой в приложении А и подготавливают ротаметр к работе в соответствии с указаниями, изложенными в эксплуатационной документации;

- при наличии у ротаметра токового выхода, его подключают либо к поверочной установке (при наличии соответствующих входов) либо к миллиамперметру в соответствии с требованиями эксплуатационных документов;

- проверяют герметичность мест соединений. Проверку герметичности соединений контролируют визуально по отсутствию видимых утечек воды и капель жидкости. Утечки воздуха проверяют мыльным раствором или по спаду давления в технологической линии;

- проверяют вертикальность установки ротаметра (для вертикального типа);
- проверяют отсутствие заедания поплавка ротаметров путем перемещения поплавка.

8.2 Опробование

8.2.1. Для проверки нормальной работы ротаметра через него пропускают поток поверочной среды (воздуха), изменяя расход в прямом и обратном направлении.

8.2.2. При изменении расхода поплавков ротаметра и стрелка шкалы ротаметров должны двигаться спокойно, без скачков и заеданий.

8.2.3. Проверяется соответствие показаний ротаметра по аналоговому выходному сигналу, стрелочному индикатору с оцифрованными отметкам шкалы и цифровому индикатору на ЖК-дисплее.

8.2.4. При невыполнении требований п.8.1.2, 8.2.2 и 8.2.3 поверку прекращают и переходят к п.11.3.

8.2.5. Результаты подготовки к поверке и опробования регистрируют в протоколе.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение приведенной погрешности (к верхнему пределу диапазона измерений) по аналоговому и цифровому индикатору

9.1.1. Поверку ротаметров, выполняют на газовых поверочных установках или с помощью эталонного расходомера (счетчика) газа совместно с преобразователями давления и температуры.

9.1.2. Поверку ротаметров, проводят при трех значениях расхода: $(1,0 - 1,2)Q_{min}$, $(0,35 - 0,5)Q_{max}$, $(0,55 - 1,0)Q_{max}$ по оцифрованным отметкам шкалы и по показаниям, отображаемым на ЖК-дисплее.

9.1.3. Действительное значение расхода определяют дважды (при прямом и обратном ходах поплавка).

9.1.4. В протоколе регистрируют:

- результаты измерений расхода измеряемой среды ротаметром по стрелочному индикатору и ЖК-дисплею;

- результаты измерений расхода измеряемой среды поверочной установкой;

- результаты измерений температуры и давления перед ротаметром.

9.1.5. Для подтверждения соответствия ротаметров метрологическим требованиям определяют приведённую к верхнему пределу (20 кг/ч) погрешность измерений массового расхода по формуле.

$$\gamma = \left| \frac{G_{изм} - G_{эг}}{20} \right| \cdot 100, \quad (1)$$

где $G_{эг}$ - расход, измеренный по эталону и приведенный к условиям градуировки, как указано в п.10.9.2, кг/ч

$G_{изм}$ - расход, соответствующий оцифрованным отметкам шкалы (или показаниям,

отображаемым на ЖК-дисплее или по аналоговому выходному сигналу постоянного тока 4-20 мА, где 4 мА соответствует нулевому значению расхода, а 20 мА – максимальному значению расхода) поверяемого ротаметра, кг/ч;

20 - расход, соответствующий верхнему пределу измерений поверяемого ротаметра, кг/ч.

9.1.6. Результаты расчёта приведённой погрешности регистрируют в протоколе.

9.1.7. Результаты поверки считают положительными при выполнении условия:

$$\gamma \leq \gamma_A, \quad (2)$$

где γ_A - предел допускаемой основной погрешности, указанный в паспорте на ротаметр.

9.1.8. Приведение эталонного расхода к параметрам измеряемой среды, указанным на шкале ротаметра в единицах массового расхода, производится по градуировочной характеристике (в паспорте на ротаметр) или по формуле.

$$G_{\text{эгр}} = Q_S \cdot \rho_{SN}^{\text{III}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_S \cdot P_P^{\text{III}} \cdot T \cdot T_{SN}}{\rho_{SN}^{\text{III}} \cdot P \cdot T_S \cdot T_P^{\text{III}}}} \quad (3)$$

где $Q_{\text{эгр}}$ – эталонный расход газа, приведенный к шкале ротаметра, м³/ч;

Q_S – эталонный расход газа при стандартных условиях, ст.м³/ч (см. формулу 4);

ρ_S – плотность газа проходящего через эталон при стандартных условиях, кг/ст.м³;

ρ_{SN}^{III} – плотность газа на шкале ротаметра при стандартных, кг/ст.м³ или нормальных условиях, кг/н.м³;

P_S – давление газа при стандартных условиях (0,1013 МПа);

P – абсолютное давление газа перед ротаметром, МПа;

T – температура газа перед ротаметром, К;

T_S – температура газа при стандартных условиях (293,15 К).

T_P^{III} – температура среды на шкале, К;

P_P^{III} – абсолютное рабочее давление на шкале, МПа;

T_{SN} – температура газа при стандартных (293,15 К) или нормальных условиях (273,15 К) (одинаковые условия с ρ_{SN}^{III}).

9.1.9. В случае применения эталонного расходомера (счетчика) газа совместно с преобразователями давления и температуры в качестве эталона, а также если результаты измерений расхода эталоном не приведены к стандартным условиям, то Q_S вычисляют по формуле:

$$Q_S = Q_P \cdot \frac{T_S \cdot P_P}{T_P \cdot P_S} \quad (4)$$

где Q_P – эталонный расход при рабочих условиях, м³/ч;

P_P – абсолютное давление газа на эталоне, МПа;

T_P – температура газа на эталоне, К;

T_S – температура газа при стандартных условиях (293,15 К).

9.1.10. Допускается выполнять измерение температуры на эталоне T_P и перед ротаметром T одним датчиком.

9.1.11. Допускается выполнять измерение давления газа на эталоне P_P и перед ротаметром P с помощью датчика абсолютного давления и перепада давления $\Delta P = P_P - P$.

9.1.12. Приведенная погрешность (к верхнему пределу диапазона измерений) по аналоговому и цифровому индикатору не должна превышать $\pm 15\%$.

9.1.13. Результаты определения приведенной погрешности (к верхнему пределу диапазона измерений) по аналоговому и цифровому индикатору регистрируют в

протоколе.

9.2 Определение приведенной погрешности преобразования массового расхода в значение выходного унифицированного аналогового сигнала постоянного тока

9.2.1. Определение приведенной погрешности преобразования расхода в значение выходного унифицированного аналогового сигнала постоянного тока выполняют следующим образом:

- устанавливают поплавков ротаметра в положение, соответствующее расходу рабочей среды по показаниям шкалы ротаметра в точках диапазона указанных в п.4.5.3.
- в каждой точке расхода снимают показания силы тока с миллиамперметра, подключенного к аналоговому выходу ротаметра.
- расчётное значение силы тока в i -й точке диапазона, мА, определяют по формуле

$$I_{pi} = 4 + \left(\frac{G_i}{G_B} \cdot 16 \right), \quad (5)$$

где G_i – значение массового расхода, по шкале испытуемого ротаметра в i -й точке измерений, кг/ч;

G_B – значение массового расхода, соответствующее верхнему фактическому диапазону измерений по шкале ротаметра или указанное в паспорте испытуемого прибора, $G_B = 20$ кг/ч.

9.2.2. Приведенную погрешность преобразования расхода в значение выходного унифицированного аналогового сигнала постоянного тока, %, вычисляют по формуле

$$\gamma_{li} = \frac{I_i - I_{pi}}{16} \cdot 100, \quad (6)$$

где I_i – измеренное значение тока в i -й точке диапазона, мА.

9.2.3. Приведенная погрешность преобразования расхода в значение выходного унифицированного аналогового сигнала постоянного тока не должна превышать $\pm 1\%$.

9.2.4. Результаты определения приведенной погрешности преобразования расхода в значение выходного унифицированного аналогового сигнала постоянного тока регистрируют в протоколе.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

10.2 По заявлению владельца ротаметра или лица, представившего его на поверку, в паспорт ротаметра вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки и (или) выдается свидетельство о поверке ротаметра.

10.3 При отрицательных результатах поверки, ротаметр к эксплуатации не допускается, сведения об отрицательных результатах поверки размещаются в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема подключения ротаметра к эталонному расходомеру

