

Государственная система обеспечения единства измерений

Ротаметры Officine Orobiche

Методика поверки

МП 208-012-2022

г. Москва
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	6
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	7
Приложение А	8

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на ротаметры Officine Orobiche (далее – ротаметры), предназначенные для измерений объемного расхода различных жидкостей и газов, и устанавливает объем, методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость ротаметров к:

- Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019, в соответствии с ГПС для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, согласно Приказу Росстандарта от 07.02.2018 г. № 256, для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде.

- Государственному первичному эталону единицы объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017, в соответствии с ГПС для средств измерения объемного и массового расхода газов, согласно Приказу Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется прямой метод измерений объемного расхода.

1.4 Шкалы ротаметров градуированы в единицах расхода, измеряемой рабочей среды с учетом всех влияющих параметров (плотности, вязкости, а для газов также давления и температуры). Поверка ротаметров производится на средах-заменителях.

Средами - заменителями являются:

- для измерения расхода жидкости - вода,

- для измерения расхода газа - воздух или вода (в случаях, когда возможен перерасчет шкалы).

Перерасчет шкалы ротаметра на среду-заменитель производится по формулам, приведенным в приложении А.

Если данные по паре «конус-поплавок» отсутствуют, то необходимо обратиться с запросом к изготовителю «Officine Orobiche S.r.l.», Италия, для получения необходимой информации.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки ротаметров выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта/раздела методики поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Раздел 8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	Раздел 9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 10	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки ротаметров должны быть соблюдены следующие условия:
 Параметры рабочей среды - вода:

- температура рабочей среды: от +15 до +25 °С.

Параметры рабочей среды - воздух:

- температура рабочей среды: 20 °С;

- давление рабочей среды: 101,325 кПа.

Параметры окружающей среды:

- температура окружающего воздуха: от 15 до 35 °С;

- относительная влажность окружающего воздуха: от 30 % до 80 %;

- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа

Изменения температур поверочной среды и окружающего воздуха за время поверки не должны превышать $\pm 1,0$ °С.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки ротаметров допускают поверителей, изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на ротаметры, эксплуатационную документацию на средства поверки и вспомогательные технические средства, а также прошедших инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
9.1 9.2	Установка поверочная 3 разряда согласно ГСП (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 г. № 256 с диапазоном воспроизведения объемного расхода соответствующим диапазону измерений поверяемого ротаметра. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода $\pm 0,5$ %	Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18;
9.1 9.2	Установка поверочная 1 разряда по ГОСТ Р 8.618-2014 с диапазоном воспроизведения объемного расхода воздуха соответствующим диапазону измерений поверяемого ротаметра, пределы допускаемой относительной погрешности измерений не более $\pm 0,5$ %.	Установка поверочная счетчиков газа рег. № 43974-10
9.2	Средство измерений силы постоянного тока, диапазон измерений от 4 до 20 мА, класс точности 0,05	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) рег. № 52489-13

Примечания:

1. Допускается применение других аналогичных средств измерений, не приведенных в разделе 5, но обеспечивающих определение метрологических характеристик ротаметров с требуемой точностью;
2. Все средства измерений должны быть поверены, эталоны аттестованы.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При использовании средств измерений с электропитанием необходимо соблюдать общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, "Правила эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей".

6.2 Монтаж и демонтаж электрических цепей средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие ротаметров следующим требованиям:

- внешний вид, комплектность и маркировка должны соответствовать описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность ротаметра;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей, маркировки и на стрелочном индикаторе ротаметра.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверяют отсутствие отложений и грязи на внутренней поверхности измерительного конуса и на поверхности поплавка. При необходимости проводят их очистку;
- монтируют ротаметр в измерительную линию поверочной установки в рабочем положении в соответствии с направлением потока рабочей среды;
- проверяют герметичность мест соединения ротаметра с установкой под давлением рабочей среды;
- подключают к источнику питания ротаметры с электрическим выходным сигналом;
- подключают аналоговый выход ротаметра к средству измерений силы тока.

8.2 При опробовании проверяют общее функционирование ротаметра: изменяя значение расхода через ротаметр, одновременно наблюдают за изменением показаний стрелочного индикатора.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения объемного расхода.

9.1.1 Регулируя значение объемного расхода рабочей среды по показаниям шкалы ротаметра, устанавливают расходы, соответствующим оцифрованным отметкам шкалы. Выбирают минимум 5 точек в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max}$ до Q_{\max} . Измерение повторяют дважды: при прямом и обратном ходе поплавка.

На каждой точке расхода регистрируют значения:

- расхода по поверочной установке (Q_y);
- расхода по показаниям шкалы ротаметра (Q_p).

9.1.2 Вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность измерения объемного расхода (по шкале ротаметра), % при прямом и обратном ходе поплавка по формуле:

$$\gamma_Q = \left(\frac{Q_p - Q_y}{Q_{\max} - Q_{\min}} \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

где Q_p – значение объемного расхода, измеренное ротаметром, $\text{дм}^3/\text{ч}$
 Q_y – значение объемного расхода, измеренное поверочной установкой, $\text{дм}^3/\text{ч}$

9.2 Определение приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал.

9.2.1 Регулируя значение объемного расхода рабочей среды по показаниям шкалы ротаметра, устанавливают расходы, соответствующим оцифрованным отметкам шкалы. Выбирают минимум 5 точек в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max}$ до Q_{\max} . На каждом выбранном расходе снимают показания силы тока с амперметра, подключенного к аналоговому выходу ротаметра I_n , мА

Расчетное значение силы тока I_p , мА, определяется по формуле:

$$I_p = 4 + \left(\frac{Q_p}{Q_{\max}} \cdot 16 \right) \quad (2)$$

где Q_p – значение расхода по шкале ротаметра $\text{дм}^3/\text{ч}$;
 Q_{\max} – максимальное значение расхода по шкале ротаметра $\text{дм}^3/\text{ч}$.

Приведенная к диапазону токового выхода погрешность преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал, γ_T , %, вычисляется по формуле:

$$\gamma_T = \frac{I_n - I_p}{16} \cdot 100\% \quad (3)$$

где I_n – измеренное значение тока, мА;
 I_p – расчетное значение выходного тока, мА

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Ротаметр соответствует предъявляемым к нему метрологическим требованиям при выполнении следующих условий:

- внешний вид, комплектность и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений;
- отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность ротаметра;
- отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей, маркировки и на стрелочном индикаторе ротаметра
- при увеличении и уменьшении расхода, показания ротаметра изменялись соответствующим образом;
- приведенная к диапазону измерений погрешность измерения объемного расхода не превышает значений, указанных в таблице 3;
- приведенная к диапазону токового выхода погрешность преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал не превышает значений, указанных в таблице 4.

Таблица 3 - Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерения объемного расхода

Наименование характеристики	Значение			
	TMS 100	TMO 250	TMG 250	TMN 250
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерения объемного расхода, %	±5	±2,5	±1,5	±1,5

Таблица 4 - Пределы допускаемой приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал

Наименование характеристики	Значение			
	TMS 100	TMO 250	TMG 250	TMN 250
Пределы допускаемой приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал, %	-	±2,5	±1,5	±1,5

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки ротаметра передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.3 При положительных результатах поверки ротаметра по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя в паспорте ротаметра в разделе «Сведения о поверке».

11.4 При отрицательных результатах поверки, ротаметр к эксплуатации не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер
отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»





Б.А. Иполитов

Д.П. Ломакин

Приложение А

Массовый расход рассчитывается в соответствии с формулой А.1:

$$M = \alpha \cdot D_s \sqrt{g \cdot M_s \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)} \quad \text{А.1}$$

где:

M - массовый расход,
 α - коэффициент расхода,
 ρ - плотность измеряемой среды,
 D_s - диаметр поплавка,
 g - ускорение свободного падения,
 M_s - масса поплавка,
 ρ_s - плотность материала поплавка

Коэффициент расхода α есть функция δ и числа Руппеля R_u :

$$\alpha = f(\delta; R_u) \quad \text{А.2}$$

Число Руппеля определяет влияние вязкости:

$$R_u = \frac{\eta}{\sqrt{g \cdot M_s \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}} \quad \text{А.3}$$

Величина $\delta = \frac{D_k}{D_s}$ определяет высоту подъема поплавка от нулевой отметки конуса.

где:

D_k - диаметр конуса;
 D_s - диаметр поплавка.

Полученные экспериментально значения δ сведены в таблицы и могут быть отражены графически в виде диаграмм в координатах $R_u - \alpha$.

Перерасчет шкалы на вторую измеряемую среду

1-ый шаг

Рассчитывается число Руппеля R_{u1} для первой измеряемой среды:

$$R_{u1} 10^3 = \frac{0,319\eta}{\sqrt{M_s \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}} \quad \text{А.4}$$

2-ой шаг

Рассчитываются коэффициенты расхода для первой среды для 10 точек: $\alpha_{10\%}$; $\alpha_{20\%}$; $\alpha_{30\%}$... $\alpha_{100\%}$ по формуле:

$$\alpha_1 = \frac{0,0887M_1}{D_s \sqrt{M_s \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right) \rho_1}} \quad \text{A.5}$$

3-ий шаг

Для заданного типоразмера ротаметра и формы поплавка по диаграмме или таблице определяются значения δ для тех же точек: $\delta_{10\%}$; $\delta_{20\%}$; $\delta_{30\%}$... $\delta_{100\%}$.

4-ый шаг

Рассчитывается число Руппеля R_{U2} для второй жидкости (например, для воды-поверочной измеряемой среды)

$$R_{U2} 10^3 = \frac{0,319\eta_2}{\sqrt{M_s \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right) \rho_2}} \quad \text{A.6}$$

5-ый шаг

По диаграмме или таблице определяют коэффициенты расхода α_2 для второй среды при значениях δ , полученных в 3-ем шаге.

По значениям α_2 рассчитывают значения расхода второй среды ($M_{10\%}$; $M_{20\%}$; $M_{30\%}$... $M_{100\%}$) по выражению:

$$\alpha_2 = \frac{0,0887}{D_s \sqrt{M_s \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right) \rho_2}} M_2 \quad \text{A.7}$$

В приведенных формулах 0,319 и 0,0887 - коэффициенты, учитывающие значения величины g , вынесенной из-под корня, а также размерностей η и M . Указанные значения справедливы для η , выраженной в сР и M - в kg/h.

Остальные величины, входящие в формулы расчета, выражены: D_s - mm, M_s - g, ρ - g/cm³.