

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
(ФГУП «ВНИИМС»)**



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП "ВНИИМС"

Н.В. Иванникова

" 17 " 10 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**РОТАМЕТРЫ СЕРИИ ТМ, ТМС, ТМО, ТМГ, ТМН**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 208-037-2019

г. Москва

2019 г.

## Содержание

Введение	3
1. Операции поверки	3
2. Средства поверки	3
3. Требования безопасности	4
4. Условия поверки	4
5. Подготовка к поверке	4
6. Проведение поверки	5
7. Оформление результатов поверки	7
8. Приложение 1	8

## Введение

Настоящая методика распространяется на ротаметры серии TM, TMS, TMO, TMG, TMN фирмы «Officine Orobiche S.r.l», Италия, (далее - ротаметры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

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 1.

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

Межповерочный интервал – 2 года.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п. 6.1);
- опробование (п. 6.2);
- определение метрологических характеристик (п. 6.3).

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки и вспомогательное оборудование:

- установка поверочная 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 07.02.2018 г. №256 (часть 1), диапазон воспроизведения объемного расхода воды от 0,001 до 130,0 м<sup>3</sup>/ч, пределы допускаемой относительной погрешности измерений не более ±0,5 %;

- установка поверочная 1 разряда по ГОСТ Р 8.618-2014, диапазон воспроизведения объемного расхода воздуха от 0,01 до 1200,0 м<sup>3</sup>/ч, пределы допускаемой относительной погрешности измерений не более ±0,5 %.

- миллиамперметр постоянного тока для измерений в диапазонах от 4 до 20 мА, класс точности 0,05, ГОСТ 8711-78;

- манометр образцовый класса точности 0,15, диапазон – в соответствии с давлением в системе поверочной установки;

- термометр лабораторный ТЛ-4 диапазон от 0 до 55 °С, цена деления 0,1 °С;

2.2 Все средства измерений должны быть поверены аккредитованными юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3. Допускается применение других аналогичных устройств, не приведенных в п. 2.1, но обеспечивающих определение метрологических характеристик ротаметров с погрешностью не превышающей погрешности при использовании вышеперечисленного оборудования;

### 3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки ротаметров соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда, действующими на поверочной установке;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации;
- правилами пожарной безопасности, действующими на предприятии.

3.2. Монтаж и демонтаж ротаметра производят при отключенном питании.

3.3. Монтаж электрических соединений производят в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и "Правилами устройства электроустановок".

3.4. К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II, в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", и изучившие эксплуатационную документацию, и настоящий документ.

### 4 Условия поверки

При проведении поверки выполняют следующие условия:

4.1 Поверку ротаметров проводят во всех значениях расхода (но не менее чем в пяти точках) поверочной среды (вода, воздух), соответствующих оцифрованным отметкам его шкалы.

Измеренные значения расхода регистрируют по показаниям шкалы и/или по данным аналогового выходного сигнала.

4.2 Параметры рабочей (среды, используемой при поверке) среды

4.2.1 Параметры рабочей среды - вода.

- температура рабочей среды, °С (20±5)

4.2.2 Параметры рабочей среды - воздух.

- температура рабочей среды, °С 20

- давление рабочей среды, кПа 101,325

4.3 Параметры окружающей среды:

- температура окружающего воздуха, °С (25±10)

- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80

- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7

Напряжение питания, В 12-30

Вибрация, источники внешних магнитных или электрических полей должны отсутствовать.

4.4 Изменения температур поверочной среды и окружающего воздуха за время поверки не должны превышать ±1,0 °С.

4.5 При поверке ротаметров, если в качестве среды-заменителя используется воздух, температуру и давление поверочной среды измеряют с погрешностью ±0,5 °С и 0,05 кПа.

### 5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверку наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке, используемых средств поверки;

- проверку наличия эксплуатационной документации (ЭД) на поверяемый ротаметр;
- проверку соблюдения условий разделов 3 и 4 настоящей инструкции.

5.2 Подготовка ротаметра к поверке предусматривает следующие операции:

- проверка отсутствия отложений и грязи на внутренней поверхности измерительного конуса и на поверхности поплавка. При необходимости провести их очистку.
- монтаж ротаметра в измерительную линию поверочной установки в рабочем положении (вертикальное, горизонтальное, направление потока рабочей среды) согласно указаниям, ЭД на ротаметр конкретного типа. Длины прямых участков должны соответствовать данным ЭД.
- проверка герметичности мест соединения фланцев под давлением рабочей среды: отсутствие утечек и капель воды, изменения давления воздуха в трубопроводе установки после выдержки не менее 5 минут.
- подключение к источнику питания ротаметров с электрическим выходным сигналом, предельные выключатели согласно указаниям ЭД.
- подключение к аналоговому выходу эталонное сопротивление, миллиамперметр или милливольтметр согласно положениям ЭД.
- определяют исходные данные для протоколов поверки по расходу поверочной среды, используя сертификат калибровки завода-изготовителя или данные эксплуатационного паспорта.
- выдержка ротаметров в выключенном состоянии не менее 30 минут.

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- отсутствие механических повреждений на ротаметре, препятствующих его применению;
  - соответствие паспортных данных ротаметра требованиям ЭД;
  - соответствие комплектности ротаметра, указанной в документации;
- Ротаметр, не прошедший внешний осмотр к поверке не допускают.

### 6.2 Опробование

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

Результат опробования считают положительным, если при изменении расхода соответствующим образом изменяются показания ротаметра.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

#### 6.3.1 Определение погрешности ротаметра при измерении расхода

Регулируя значение расхода рабочей среды по показаниям шкалы ротаметра, устанавливают расходы, соответствующим оцифрованным отметкам шкалы. Выбираем 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 ( $Q_v$ );
- расхода по показаниям шкалы ротаметра ( $Q_p$ );
- тока (показания миллиамперметра) ( $I_p$ ).

6.3.2 Результаты измерений обрабатываются следующим образом.

6.3.2.1 Вычисляют приведенную погрешность (по шкале ротаметра), % при измерениях расхода по показаниям шкалы каждого измерения при прямом и обратном ходе поплавка:

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

где

$Q_p, Q_y$  - значения расхода поверочной среды по показаниям шкалы ротаметра и установки, соответственно ( $\text{дм}^3/\text{ч}, \text{Nm}^3/\text{ч}$ );

Ротаметры прошли проверку если пределы допускаемой приведенной погрешности (по шкале ротаметра) в диапазоне расходов от  $0,1 Q_{\max}$  до  $Q_{\max}$  соответствуют значениям таблицы 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение характеристики			
	TM, TMO	TMS	TMG	TMN
Пределы допускаемой приведенной погрешности (по шкале ротаметра), %	$\pm 2,5$	$\pm 5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$

6.3.2.2 Результаты измерений расхода по аналоговому выходному сигналу обрабатываются следующим образом.

Рассчитать значение выходного тока  $I_p$ , мА, по формуле:

$$I_p = I_{\min} + \frac{(I_{\max} - I_{\min}) \cdot Q_p}{Q_{\max}}, \quad (2)$$

где

$I_{\min}$  – минимальное значение выходного тока 4 мА;

$I_{\max}$  - максимальное значение выходного тока 20 мА;

$Q_p$  - значение расхода по шкале ротаметра  $\text{дм}^3/\text{ч}$  ( $\text{Nm}^3/\text{ч}$ );

$Q_{\max}$  - максимальное значение расхода по шкале ротаметра  $\text{дм}^3/\text{ч}$  ( $\text{Nm}^3/\text{ч}$ );

Рассчитать приведенную погрешность преобразования расхода в значения постоянного тока  $\gamma_{\text{э}}$ , %, по формуле

$$\gamma_{\text{э}} = \frac{I_{\text{и}} - I_p}{16} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $I_{\text{и}}$  - измеренное значение тока, мА;

$I_p$  - значение тока, рассчитанное по формуле (2), мА;

$Q_p, Q_y$  – значения расхода поверочной среды по показаниям аналогового сигнала и установки,  $\text{м}^3/\text{ч}, \text{Nm}^3/\text{ч}$

Значения погрешностей не должны превышать нормированные в ЭД значения (смотри таблицу 2).

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики			
	ТМ, ТМО	TMS	TMG	TMN
Пределы допускаемой приведенной погрешности при преобразовании расхода в значения постоянного тока, %	±2,5	±5	±1,5	±1,5

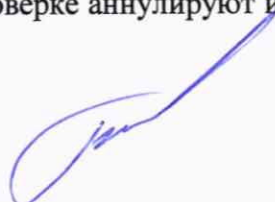
## 7 Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки оформляют протоколом в произвольной форме.

7.2. При положительных результатах поверки ротаметров оформляют свидетельство о поверке в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

7.3. При отрицательных результатах поверки ротаметр к применению не допускается, выдают извещение о непригодности к применению в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 с указанием причин и изъятием их из обращения, свидетельство о поверке аннулируют или делают соответствующую запись в паспорте ротаметра.

Начальник отдела  
ФГУП «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

Ведущий инженер  
ФГУП «ВНИИМС»



Д.П. Ломакин

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Расчет и построение шкал ротаметров для реальных рабочих сред производится по специальной методике в соответствии с немецкими Правилами VDE / VDI 3513. Массовый расход согласно этим правилам:

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

где:

$M$  - массовый расход,

$\alpha$  - коэффициент расхода,

$\rho$  - плотность измеряемой среды,

$D_s$  - диаметр поплавка,

$g$  - ускорение свободного падения,

$M_s$  - масса поплавка,

$\rho_s$  - плотность материала поплавка

Коэффициент расхода  $\alpha$  есть функция  $\delta$  и числа Руппеля  $R_U$ :

$$\alpha = f(\delta; R_U)$$

Число Руппеля определяет влияние вязкости:

$$R_U = \frac{\eta}{\sqrt{g \cdot M_s \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}}$$

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

где:

$D_k$  - диаметр конуса;

$D_s$  - диаметр поплавка.

Это функция для каждого типоразмера и формы поплавка ротаметров фирмы "KROHNE" строго индивидуальна. Полученные экспериментально значения  $\delta$  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:

$$R_{U1} 10^3 = \frac{0,319\eta}{\sqrt{M_s \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}}$$

#### 2-ой шаг



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

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

### 3-ий шаг

Для заданного типоразмера ротаметра и формы поплавка по диаграмме или таблице определяются значения  $\delta$  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)

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

### 5-ый шаг

По диаграмме или таблице определяют коэффициенты расхода  $\alpha_2$  для второй среды при значениях  $\delta$ , полученных в 3-ем шаге.

По значениям  $\alpha_2$  рассчитывают значения расхода второй среды ( $M_{10\%}$ ;  $M_{20\%}$ ;  $M_{30\%}$ ...  $M_{100\%}$ ) по выражению:

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

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

Остальные величины, входящие в формулы расчета, выражены: **D<sub>s</sub>** - **mm**, **M<sub>s</sub>** - **g**,  $\rho$  - **g/cm<sup>3</sup>**.