

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И  
МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»  
Государственный научный метрологический центр  
ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по развитию  
ФГУП «ВНИИР»

  
А.С. Тайбинский

М.П.  
«20»  2019 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

СЧЕТЧИКИ-РАСХОДОМЕРЫ МАССОВЫЕ КОРИОЛИСОВЫЕ  
ROTAMASS

Методика поверки

МП 0958-1-2019

Начальник отдела НИО-1

  
Р.А. Корнеев

Тел. отдела: 272-12-02

г. Казань  
2019 г.

Настоящая методика распространяется на счетчики-расходомеры массовые кориолисовые ROTAMASS (далее – СРМ) фирмы «Rota Yokogawa GmbH & Co.KG» (Германия), предназначенные для измерений массового расхода и массы жидкости и газа в потоке, и устанавливает методику и последовательность их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 4 года.

## **1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (пункт 6.1);
- подтверждение соответствия программного обеспечения (пункт 6.2);
- опробование (пункт 6.3);
- определение метрологических характеристик (пункт. 6.4).

## **2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– вторичный эталон в соответствии с частью 1 приказа № 256 «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» от 07.02.2018 (далее – эталон) в диапазоне расходов, соответствующем диапазону расхода поверяемого СРМ.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

2.3 Эталон, используемый в качестве средства поверки, должен быть аттестован в установленном порядке.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

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

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации СРМ и прошедшие инструктаж по технике безопасности на объекте.

3.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы и площадки, соответствующие требованиям безопасности.

3.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки и снятия показаний с СРМ.

3.5 При появлении течи жидкости и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

## 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

### 4.1 Окружающая среда с параметрами:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7

### 4.2 Измеряемая среда – вода питьевая по СанПиН 2.1.4.1074-2001 с параметрами:

- температура, °С от плюс 15 до плюс 25
- давление, МПа, не менее 0,1

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

### 5.1 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 2 – 4 настоящей инструкции;
- монтаж СРМ на эталон в соответствии с их эксплуатационными документами;
- проверка правильности монтажа СРМ и эталона, их электрических цепей и заземления в соответствии с их эксплуатационными документами;
- проверка герметичности фланцевых соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением (систему считают герметичной, если при рабочем давлении эталона в течение 5 минут не наблюдается течи и капель поверочной жидкости, а также отсутствует падение давления по контрольному манометру);
- проверяют стабильность установки нуля СРМ, согласно руководства по эксплуатации СРМ;
- проводят проверку установленных коэффициентов метр-фактора  $MF_M$  и коэффициента Sensor Coefficient SK20 установленных в СРМ. При первичной поверке значения метр-фактора  $MF_M$  должно быть установлено равным 1 или равным значению, полученному при градуировке СРМ, значение коэффициента Sensor Coefficient SK20 должно соответствовать значению, установленному изготовителем. При периодической поверке значения коэффициента коррекции  $MF_M$  и коэффициента Sensor Coefficient SK20 должны соответствовать значениям, установленным при предыдущей поверке.

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

Визуальным осмотром проверяют отсутствие механических повреждений, влияющие на работоспособность СРМ, проверяют соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационных документов СРМ.

Результаты проверки считают положительными, если отсутствуют механические повреждения СРМ, влияющие на работоспособность СРМ, комплектность и маркировка соответствуют требованиям эксплуатационных документов СРМ.

### 6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Включают СРМ. После включения СРМ выполнит самодиагностическую проверку целостности данных, затем на дисплей кратковременно отобразится номер версии программного обеспечения.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения СРМ (номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения) соответствуют идентификационным данным, указанным в паспорте СРМ.

### 6.3 Опробование

При опробовании определяют работоспособность СРМ.

Опробование СРМ проводят путем увеличения или уменьшения расхода жидкости, воспроизводимого эталоном в пределах диапазона измерений СРМ.

Результат опробования СРМ считают положительным, если при увеличении или уменьшении расхода показания расхода жидкости СРМ изменяются соответствующим образом (увеличиваются или уменьшаются).

### 6.4 Определение метрологических характеристик

При определении метрологических характеристик СРМ при измерении массы жидкости при применении частотно-импульсно выхода проводят определение основной относительной погрешности СРМ путем сравнения показаний СРМ и эталона. При определении метрологических характеристик СРМ при преобразовании частотно-импульсного сигнала в аналоговый токовый проводят определение основной относительной погрешности СРМ путем сравнения показаний СРМ при измерении массы жидкости, определенные с применением частотно-импульсно выхода и показаний СРМ при измерении массы жидкости, определенные с применением аналогового токового выхода.

При соблюдении условия что пределы относительной погрешности эталона меньше пределов относительной погрешности расходомера не менее чем в три раза определение метрологических характеристик СРМ проводят по пункту 6.4.1, при соблюдении условия, что пределы относительной погрешности эталона меньше пределов относительной погрешности СРМ не менее чем в два раза определение метрологических характеристик СРМ проводят по пункту 6.4.2.

6.4.1 Определение метрологических характеристик СРМ при измерении массового расхода и массы жидкости в потоке при соблюдении условия, что пределы относительной погрешности эталона меньше пределов относительной погрешности СРМ не менее чем в три раза.

Относительную погрешность СРМ при измерении массы определяют на не менее трех значениях массового расхода жидкости: наибольшем (далее –  $Q_{\text{наиб}}$ ),  $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$  и наименьшем (далее –  $Q_{\text{наим}}$ ). Значения  $Q_{\text{наим}}$  и  $Q_{\text{наиб}}$  определяют в соответствии с паспортом СРМ. Значения массового расхода устанавливают с допуском не более  $-5\%$  от  $Q_{\text{наиб}}$ ,  $\pm 5\%$  от  $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$  и  $+5\%$  от  $Q_{\text{наим}}$ . При каждом значении массового расхода проводят не менее трех измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 60 секунд или набор из не менее 10000 импульсов от СРМ.

Основную относительную погрешность СРМ по частотно-импульсному выходу  $\delta_{ij}$ , в процентах, вычисляют по формуле:

$$\delta_{ij} = \frac{M_{ij} - M_{эij}}{M_{эij}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $M$  – значение массы жидкости, по показаниям СРМ с применением частотно-импульсного выхода, кг (вычисляют по формуле (2));  
 $M_{э}$  – значение массы жидкости, воспроизведенная эталоном, кг;  
 $i, j$  – индексы точки расхода и измерения соответственно.

При применении частотно-импульсного выхода массу по показаниям СРМ вычисляют по формуле:

$$M_{ij} = N_{ij} \cdot q, \quad (2)$$

где  $N_i$  – количество импульсов, сгенерированных СРМ за время измерений, имп;  
 $q$  – цена импульса СРМ при измерении массы, кг/имп (определяют в соответствии с паспортом СРМ).

Основную относительную погрешность СРМ при преобразовании частотно-импульсного сигнала в аналоговый токовый  $\delta_{Tij}$ , в процентах, вычисляют по формуле:

$$\delta_{Tij} = \frac{M_{ij} - M_{Tij}}{M_{Tij}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где  $M_T$  – значение массы жидкости, по показаниям СРМ с применением аналогового выхода, кг (вычисляют по формуле (4)).

При применении токового аналогового токового выхода массу по показаниям СРМ вычисляют по формуле:

$$M_{Tij} = \frac{\left( Q_{наим} + (Q_{наиб} - Q_{наим}) \cdot \left( \frac{I_{изм\ ij} - I_{наим}}{I_{наиб} - I_{наим}} \right) \right) \cdot t_{ij}}{3600}, \quad (4)$$

где  $I_{изм}$  – среднее значение силы тока генерируемое СРМ за время измерений, мА;  
 $I_{наим}$  – наименьшее значение силы тока согласно паспорта СРМ, мА (принимают равным 4 мА);  
 $I_{наиб}$  – наибольшее значение силы тока согласно паспорта СРМ, мА (принимают равным 20 мА);  
 $t$  – время измерения, с.

СРМ считают прошедшим проверку, если значения основной относительной погрешности СРМ при измерении массы жидкости при применении частотно-импульсного выхода не превышают пределов допускаемой относительной погрешности СРМ, рассчитанных по формуле (5), а также, если значения основной относительной погрешности СРМ при преобразовании частотно-импульсного сигнала в аналоговый токовый не превышают пределов  $\pm 0,05 \%$ .

$$\delta_{пред} = \pm \left( 0,1 + \frac{Z_s}{Q_m} \cdot 100 \right), \quad (5)$$

где  $Z_s$  – значение стабильности нуля СРМ (Zero stability), кг/ч (определяют в соответствии с паспортом СРМ);  
 $Q_m$  – значение массового расхода, кг/ч.

6.4.2 Определение метрологических характеристик СРМ при измерении массового расхода и массы жидкости в потоке при соблюдении условия, что пределы относительной погрешности эталона меньше пределов относительной погрешности СРМ не менее чем в два раза.

Определение метрологических характеристик СРМ при измерении массового расхода и массы жидкости в потоке проводят при применении частотно-импульсного и аналогового токового выхода.

Относительную погрешность СРМ при измерении массы определяют на не менее трех значениях массового расхода жидкости:  $Q_{наим}$ ,  $0,5 \cdot Q_{наиб}$  и  $Q_{наиб}$ . Значения массового расхода устанавливают с допуском не более  $+ 5 \%$  от  $Q_{наим}$ ,  $\pm 5 \%$  от  $0,5 \cdot Q_{наиб}$  и  $- 5 \%$  от  $Q_{наиб}$ . При каждом значении расхода проводят не менее 7 измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 60 с или набор из не менее 10000 импульсов.

При каждом измерении регистрируют:

- массу жидкости по показаниям эталона, кг;
- количество импульсов, генерируемых СРМ, имп;

- среднее значение силы тока, генерируемое СРМ за время измерений, мА;
- массу жидкости по показаниям СРМ, кг.

Определение относительной погрешности СРМ при измерении массы жидкости с применением частотно-импульсного выхода проводят по формулам (6) – (12) настоящей инструкции.

Основную относительную погрешность СРМ при преобразовании частотно-импульсного сигнала в аналоговый токовый  $\delta_{Tij}$ , в процентах, определяют по формуле (3) настоящей инструкции

Для каждого измерения вычисляют значения:

- коэффициента коррекции СРМ  $MF_{Mij}$ .

$$MF_{Mij} = \frac{M_{эij}}{M_{ij}} \quad (6)$$

Для каждой точки расхода вычисляют:

– среднее арифметическое значение коэффициента коррекции СРМ  $MF_{Mj}$  по формуле:

$$MF_{Mj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MF_{Mij}, \quad (7)$$

где  $n$  – количество измерений в  $j$ -ой точке расхода.

Для каждой точки расхода проводят исключение измерений, не удовлетворяющих критерию Граббса. Вычисляют среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерений в  $j$ -ой точке диапазона измерений  $S_{0j}$  по формуле:

$$S_{0j} = \sqrt{\frac{1}{n_j - 1} \cdot \sum_{i=1}^n (MF_{ij} - MF_{Mj})^2} \quad (8)$$

Вычисляют критерий Граббса  $G_1$  и  $G_2$  по формулам:

$$G_1 = \left| \frac{MF_{Mjmax} - MF_{Mj}}{S_{0j}} \right| \quad (9)$$

$$G_2 = \left| \frac{MF_{Mj} - MF_{Mjmin}}{S_{0j}} \right| \quad (10)$$

Производят сравнение определенных  $G_1$  и  $G_2$  со значением коэффициента  $G_T$ , определенным в соответствии с таблицей 1. Если  $G_1 > G_T$ , то  $MF_{Mjmax}$  исключают как маловероятное значение. Если  $G_2 > G_T$ , то  $MF_{Mjmin}$  исключают как маловероятное значение.

Таблица 1 – Критические значения для критерия Граббса (ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»)

$n_j$	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$G_T$	1,155	1,481	1,715	1,887	2,020	2,126	2,215	2,290	2,355

Далее вновь проводят вычисление  $MF_{Mj}$ ,  $S_{0j}$  и процедуру проверки измерений, не удовлетворяющих критерию Граббса.

Количество измерений, не удовлетворяющих критериям Граббса в каждой точке измерений должно быть не более 1. Количество измерений, удовлетворяющих критериям Граббса в каждой точке измерений должно быть не менее 6.

Вычисляют среднеквадратическое отклонение результатов измерений  $S_j$ , в процентах, по формуле:

$$S_j = \frac{1}{MF_{Mj}} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (MF_{Mij} - MF_{Mj})^2}{n-1}} \cdot 100 \quad (11)$$

Вычисляют неисключенную систематическую составляющую погрешности СРМ  $\Theta_{MF_{Mj}}$ , в процентах, по формуле:

$$\left. \begin{aligned} \Theta_{MF_M} &= \left| \frac{MF_{Mj} - MF_M}{MF_M} \right|_{\max} \cdot 100 \\ MF_M &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m MF_{Mj} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где  $m$  – количество точек расхода.

Вычисляют относительную погрешность:

$$\left. \begin{aligned} \delta_M &= K \cdot S_\Sigma \\ K &= \frac{\varepsilon + \Theta_\Sigma}{S + S_\Theta} \\ \Theta_\Sigma &= 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_\Sigma^2 + \Theta_{MF_M}^2 + \Theta_{СРМ}^2} \\ \Theta_{СРМ} &= |MF_M - 1| \cdot 100 \\ S_\Theta &= \frac{\Theta_\Sigma}{1,1 \cdot \sqrt{3}} \\ S_\Sigma &= \sqrt{S_\Theta^2 + S^2} \\ \varepsilon &= t_{0,95} \cdot \bar{S} \\ \bar{S} &= \frac{S_{j\max}}{\sqrt{n}} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где  $\Theta_\Sigma$  – неисключенные систематические составляющие погрешности эталона при измерении массы жидкости, %;  
 $\varepsilon$  – границы случайной составляющей погрешности СРМ, %;  
 $t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности  $P=0,95$  (определяют в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011).

СРМ считают прошедшим проверку, если значения основной относительной погрешности СРМ при измерении массы жидкости при применении частотно-импульсного выхода не превышают пределов допускаемой относительной погрешности СРМ, рассчитанных по формуле (5), а также, если значения основной относительной погрешности СРМ при преобразовании частотно-импульсного сигнала в аналоговый токовый не превышают пределов  $\pm 0,05$  %.

6.5 При положительных результатах проверки метрологических характеристик при измерении массы жидкости по пункту 6.4.1 или 6.4.2 настоящей инструкции СРМ признают пригодным к применению на газовых рабочих средах с метрологическими характеристиками, указанными в руководстве по эксплуатации соответственно

исполнению СРМ. По окончании поверки проводят перенастройку СРМ, в соответствии с параметрами настройки, указанными в руководстве по эксплуатации.

## **7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

7.1 Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки СРМ произвольной формы. Протокол поверки является обязательным приложением к свидетельству о поверке.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке СРМ в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СРМ, а также на пломбировочную мастику, установленную в соответствии с описанием типа.

На оборотной стороне свидетельства о поверки СРМ указывают:

- 1) диапазон измерений массового расхода жидкости и (или) газа;
- 2) пределы допускаемой относительной погрешности СРМ при измерении массового расхода и массы жидкости (газа);
- 3) значения коэффициентов  $MF_M$  и Sensor Coefficient SK20 установленных в СРМ.

7.3 При отрицательных результатах поверки СРМ к эксплуатации не допускают и выдают «Извещение о непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».