

**Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский  
научно-исследовательский институт метрологической службы»  
(ФГУП «ВНИИМС»)  
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИМС»



В. Н. Яншин

«18» ноября 2010 г.

**РЕКОМЕНДАЦИЯ**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Расходомеры-счетчики РС-СПА-М**

**Методика поверки с использованием имитационных методов**

**МИ 3291-2010**

Москва  
2010 г.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <p><b>Государственная система обеспечения единства измерений.</b></p> <p><b>Расходомеры-счетчики РС-СПА-М.</b><br/> <b>Методика поверки с использованием имитационных методов.</b></p> | <p><b>МИ _____-2010</b></p> |
|--|-----------------------------|

## 1 Область применения

Настоящая рекомендация распространяется на расходомеры-счетчики РС-СПА-М (далее – расходомеры), предназначенные для измерений количества газов, имеющие места для подключения средств измерений перепада давления, и устанавливает методику и средства первичной и периодической поверки с использованием имитационных методов.

Межповерочный интервал не более двух лет.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения;

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности;

ГОСТ 2405-88 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напорометры, тягомеры и тягонапорометры. Общие технические условия;

ГОСТ 28498-90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний;

ГОСТ Р 8.625-2006 ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

## 3 Общие положения

3.1 Расходомер-счетчик РС-СПА-М конструктивно состоит из первичного преобразователя расхода (ППР), представляющего собой струйный автогенератор (САГ) установленный на корпусе расходомера с местным сужением потока, и устройства преобразования сигнала (УПС). В зависимости

от варианта исполнения предусмотрена возможность демонтажа САГ и УПС в герметичном корпусе или без корпуса, в последнем случае при проведении поверки необходимо поместить САГ и УПС в корпус.

3.2 Расходомеры-счетчики РС-СПА-М могут изготавливаться с импульсным, токовым или частотным выходом, а также с местным отсчетом на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ).

## 4 Операции поверки

4.1 При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование;
- проверка соответствия геометрических параметров корпуса расходомера;
- определение метрологических характеристик.

4.2 Допускается проведение поверки расходомера в эксплуатационном диапазоне измерений.

## 5 Средства поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование указанные в Таблице 1.

Таблица 1

| № | Наименование  | Краткая характеристика   |
|---|---|--|
| 1 | 2   | 3  |
| 1 | Установка поверочная расходо-измерительная универсальная УПРИУ 1600РВ | Диапазон измерений от 4 до 1600 м <sup>3</sup> /ч, относительная погрешность $\pm 0,35\%$ .  |
| 2 | Многопараметрический цифровой датчик разности давлений модели EJX110A | Верхние пределы измерений: 6,3...40 кПа<br>приведенная погрешность $\pm 0,04\%$ .  |
| 3 | Термометр   | Цена деления 0,1°C по ГОСТ 28498   |
| 4 | Манометр  | Класс точности 0,4 по ГОСТ 2405  |
| 5 | Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М2                           | Диапазон измерений температуры от 20 до 60°C абсолютная погрешность при измерении температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$ , диапазон измерений относительной влажности от 0 до 99%, основная погрешность при измерении относительной влажности $\pm 2,0\%$ . |
| 6 | Преобразователь давления  | Верхние пределы измерений  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    | МИДА-ДА-13П-Ех-01                       | абсолютного давления 0,16,,,1,6 МПа, основная приведенная погрешность $\pm 0,5\%$   |
| 7  | Термопреобразователь ТПТ-1-3            | Диапазон измерений температуры от минус 200 до 300 °С, класс А по ГОСТ Р 8.625      |
| 8  | Корректор СПП 761                       | Относительная погрешность вычислений $\pm 0,02\%$                                   |
| 9  | Барометр-анероид метрологический БАММ-1 | Диапазон измерений от 80 до 106 кПа, основная относительная погрешность $\pm 0,2\%$ |
| 10 | Образцовый корпус расходомера           | $D_v=100$ мм, $d_{20}=30$ мм  |
| 11 | Корпус для установки САГ и УПС          |   |

5.1 Все средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства или отметки о поверке.

5.2 Образцовый корпус расходомера должен иметь паспорт, содержащий данные о геометрических параметрах и значении коэффициента расхода.

5.3 Допускается применение средств измерений и вспомогательного оборудования с характеристиками не хуже приведенных в Таблице 1.

## 6 Условия поверки

6.1 Во время проведения поверки в нормальных условиях, соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25°С;
- относительная влажность воздуха от 20 до 90%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- поверочная среда - воздух, газ известного состава.

6.2 Во время проведения поверки в эксплуатационных (рабочих) условиях соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 35 до 55°С;
- температура газа от минус 35 до 55°С;
- относительная влажность воздуха от 20 до 90%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- поверочная среда – газ известного состава.

## **7 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности**

7.1 Поверку расходомера проводит физическое лицо, прошедшее курсы повышения квалификации и аттестованное в качестве поверителя в установленном порядке.

7.2 К поверке расходомера допускаются лица, изучившие техническую документацию на расходомер, средства поверки и вспомогательное оборудование, прошедшие обучение и проверку знаний требований охраны труда, инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

7.3 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в ГОСТ 12.3.019.

7.4 При монтаже и демонтаже расходомера или его составных частей должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в технической документации на расходомер и поверочную установку.

## **8 Подготовка к проведению поверки**

8.1 Подготовка поверяемого расходомера и средств поверки производят в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 После монтажа расходомера и его составных частей на поверочной установке проверяют герметичность мест подсоединения расходомера и его составных частей к поверочной установке.

8.3 Проверяют характеристики средств поверки и возможность их применения при условиях проведения поверки.

8.4 Проверяют наличие Акта измерений внутреннего диаметра измерительного трубопровода.

## **9 Проведение поверки**

9.1 Внешний осмотр.

9.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

- надписи и обозначения на расходомере четко обозначены и соответствуют требованиям эксплуатационной документации;

- на расходомере отсутствуют механические повреждения, которые могли бы повлиять на его работу, и дефекты покрытий, ухудшающие его внешний вид;

- при наличии жидкокристаллического индикатора, символы не искажены, а экран адекватно реагирует на манипуляции органами управления;

9.1.2 По результатам внешнего осмотра делают отметку в протоколе поверки.

9.1.3 Расходомеры, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

## 9.2 Опробование

9.2.1 При опробовании проверяют общее функционирование и работоспособность расходомера в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.2.2 По результатам опробования делают отметку в протоколе поверки.

9.2.3 Расходомеры, забракованные при опробовании, дальнейшей поверке не подлежат.

9.3 Проверка соответствия геометрических параметров корпуса расходомера проводится одним из нижеприведенных способов (9.3.1 или 9.3.2).

9.3.1 Проверка проводится в эксплуатационных (рабочих) условиях при установившемся режиме газопотребления.

9.3.1.1 В места для подключения средств измерений перепада давления подключают эталонный датчик разности давлений, при этом значение относительной погрешности результата измерений перепада давления должно составлять не более  $\pm 0,5\%$ .

9.3.1.2 На измерительный канал №1 корректора СПГ подают выходные сигналы средств измерений расхода, давления и температуры газа. На измерительный канал №2 корректора СПГ подают выходные сигналы средств измерений перепада давления, давления и температуры газа, вводят данные о составе газа, геометрические параметры измерительного трубопровода, приведенные в Акте измерений внутреннего диаметра измерительного трубопровода, и местного сужения потока, указанные в паспорте на расходомер.

9.3.1.3 Одновременно, при помощи корректора СПГ, фиксируют пять значений расхода при стандартных условиях по каналам 1 и 2 ( $Q_{i1}$  и  $Q_{i2}$ ) и определяют средние арифметические значения по формуле:

$$Q = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Q_i \quad (1)$$

9.3.1.4 Определяют относительную разность результатов измерений по формуле:

$$\delta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} \times 100\% \quad (2)$$

9.3.1.5 Геометрические параметры корпуса расходомера считают пригодными для дальнейшей эксплуатации расходомера если значение относительной разности результатов измерений не превышает  $\pm 1,5\%$ .

9.3.1.6 Если значение относительной разности результатов измерений превышает  $\pm 1,5\%$ , то после определения метрологических характеристик по п. 9.4 проводят повторную проверку. Если после проведения повторной проверки значение относительной разности результатов измерений превышает

±1,5%, то производят демонтаж корпуса расходомера с целью определения возможных повреждений и состояния внутренней поверхности.

9.3.1.7 При поверке расходомера с местным отсчетом фиксируют значения расхода при рабочих условиях на индикаторе и вычисленные значения расхода при рабочих условиях измерительного канала 2 корректора СПГ.

9.3.2 Проверка проводится в эксплуатационных (рабочих) условиях при установившемся режиме газопотребления.

9.3.2.1 На измерительный канал №1 корректора СПГ подают выходные сигналы средств измерений перепада давления, давления и температуры газа, вводят данные о составе газа, геометрические параметры измерительного трубопровода, приведенные в Акте измерений внутреннего диаметра измерительного трубопровода, и местного сужения потока, указанные в паспорте на расходомер.

9.3.2.2 При помощи корректора СПГ, фиксируют пять значений вычисленных значений расхода и плотности при рабочих условиях и определяют средние арифметические значения по формулам:

$$Q = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Q_i \quad (3)$$

$$\rho = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \rho_i \quad (4)$$

9.3.2.3 Вычисляют коэффициент расхода по формуле

$$K = \frac{Q}{d_{20}^2} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} \quad (5)$$

9.3.2.4 Определяют относительную разность коэффициентов расхода вычисленного и указанного в паспорте расходомера по формуле:

$$\delta = \frac{K_{начн} - K}{K_{начн}} \times 100\% \quad (6)$$

9.3.2.5 Геометрические параметры корпуса расходомера считают пригодными для дальнейшей эксплуатации расходомера если значение относительной разности коэффициентов расхода не превышает ±1,5%.

9.3.2.6 Если значение относительной разности коэффициентов расхода превышает  $\pm 1,5\%$ , то после определения метрологических характеристик по п. 9.4 проводят повторную проверку. Если после проведения повторной проверки значение относительной разности коэффициентов расхода превышает  $\pm 1,5\%$ , то производят демонтаж корпуса расходомера с целью определения возможных повреждений и состояния внутренней поверхности.

9.3.2.7 При поверке расходомера с местным отсчетом фиксируют значения расхода при рабочих условиях на индикаторе и вычисленные значения плотности при рабочих условиях измерительного канала 1 корректора СПГ.

9.4 Определение метрологических характеристик. Определение относительной погрешности расходомера может выполняться одним из нижеприведенных способов (9.4.1 или 9.4.2).

9.4.1 Проводят демонтаж УПС и САГ. При необходимости УПС и САГ помещают в герметичный корпус

9.4.1.1 Поверка проводится при нормальных условиях. Проводят монтаж УПС и САГ в корпусе на эталонный корпус расходомера установленный на поверочной установке.

9.4.1.2 Определяют диапазон задаваемых расходов формулам:

$$Q_{\min \text{эм}} = Q_{\min \text{сч}} \times \frac{K_{p_{\text{эм}}} d_{20\text{эм}}^2}{K_{p_{\text{сч}}} d_{20\text{сч}}^2} \quad (7)$$

$$Q_{\max \text{эм}} = Q_{\max \text{сч}} \times \frac{K_{p_{\text{эм}}} d_{20\text{эм}}^2}{K_{p_{\text{сч}}} d_{20\text{сч}}^2} \quad (8)$$

9.4.1.3 Определение относительной погрешности производят в пяти точках, равномерно расположенным по всему диапазону измерений (или эксплуатационному диапазону) с обязательным включением  $Q_{\min}$  и  $Q_{\max}$ . На каждом поверочном расходе фиксируют не менее десяти значений расхода ( $Q_i$ ) измеренного расходомером из которых определяют среднее арифметическое значение по формуле:

$$Q_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} Q_i \quad (9)$$

9.4.1.4 Для каждого значения поверочного расхода определяют основную относительную погрешность по формуле:

$$\delta_i = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{зад}}}{Q_{\text{зад}}} \times 100\% \quad (10)$$



где:  $\delta_i$  – относительная погрешность расходомера на  $i$  поверочном расходе;

$Q_{изм}$  – значение расхода на  $i$  поверочном расходе, измеренное расходомером;

$Q_{зад}$  – значение расхода, заданное поверочной установкой.

9.4.1.5 Расходомер считают пригодными к применению если значение основной относительной погрешности не превышает  $\pm 1,5\%$ .

9.4.2 Проводят демонтаж УПС и САГ. При необходимости УПС и САГ помещают в герметичный корпус

9.4.2.1 Поверка проводится при нормальных условиях. Проводят монтаж УПС и САГ в корпусе на образцовый корпус расходомера установленный на поверочной установке или подключают датчик разности давлений. В места для подключения средств измерений перепада давления подключают эталонный датчик разности давлений, при этом относительная погрешность результата измерений перепада давления должна составлять не более  $\pm 1\%$ .

9.4.2.2 В соответствии с параметрами поверочной среды, при помощи корректора СПГ, вычисляют значение плотности в рабочих условиях.

9.4.2.3 Определяют значения перепадов давления соответствующих диапазону расхода счетчиков по формулам:

$$\Delta p_{\min} = \frac{\rho Q_{\min}^2}{2K^2 d_{20}^4} \quad \Delta p_{\max} = \frac{\rho Q_{\max}^2}{2K^2 d_{20}^4} \quad (11)$$

9.4.2.4 Поочередно, в пяти точках равномерно расположенных по всему диапазону измерений (или эксплуатационному диапазону) с обязательным включением  $\Delta p_{\min}$  и  $\Delta p_{\max}$  устанавливают значения перепада  $\Delta p_i$  и считают значения расхода при рабочих условиях на ЖКИ или корректоре СПГ.

9.4.2.5 Перепад давления может создаваться путем регулирования расходов на поверочной установке или эталонным калибратором разности давлений. В каждой поверочной точке фиксируют не менее десяти значений расхода  $Q_i$  и определяют их среднеарифметические значения по формуле (3).

9.4.2.6 Для каждой поверочной точки вычисляют значение расхода по формуле:

$$Q_{расч i} = K d_{20}^2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad (12)$$

9.4.2.7 Для каждой поверочной точки определяют основную относительную погрешность по формуле:

$$\delta_i = \frac{Q_{расч i} - Q_i}{Q_{расч}} \times 100\% \quad (13)$$

9.4.2.8 Расходомер считают пригодными к применению если значение основной относительной погрешности не превышает  $\pm 1,5\%$ .

## **10 Оформление результатов поверки**

10.1 При положительных результатах поверки расходомер считают пригодным к применению, оформляют запись в паспорте в соответствующей графе и удостоверяют нанесением оттиска поверительного клейма или выдачей свидетельства о поверке по форме установленной Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений.

10.2 Защита от несанкционированного вмешательства в расходомер осуществляется путем пломбирования винтов препятствующих доступу внутрь расходомера.

10.3 При отрицательных результатах поверки расходомер считают непригодным к применению и оформляют извещение о непригодности.

### Форма протокола поверки

1. Внешний осмотр. Соответствует/ не соответствует эксплуатационной документации.
2. Опробование. Соответствует/ не соответствует эксплуатационной документации.
3. Проверка соответствия геометрических параметров корпуса расходомера.

| Давление | Температура | Расход  | Расход  | Разность |
|----------|-------------|---------|---------|----------|
|          |             | 1       | 1       |          |
|          |             | 2       | 2       |          |
|          |             | 3       | 3       |          |
|          |             | 4       | 4       |          |
|          |             | 5       | 5       |          |
|          |             | Среднее | Среднее |          |

Вывод: параметры корпуса расходомера (не) пригодны для дальнейшей эксплуатации расходомера.

4. Определение метрологических характеристик.  $Q_{\min \text{ эт}} =$   $Q_{\max \text{ эт}} =$   
4.1

| № | $Q_{\text{изм}}$ | $Q_{\text{зад}}$ | $\delta\%$ |
|---|------------------|------------------|------------|
| 1 |                  |                  |            |
| 2 |                  |                  |            |
| 3 |                  |                  |            |
| 4 |                  |                  |            |
| 5 |                  |                  |            |
| 6 |                  |                  |            |
| 7 |                  |                  |            |

#### 4.2

| № | $\Delta P_{\text{ис}}$ | $\Delta P_i$ | $Q_i$ | $Q_{\text{расч}}$ | $\delta\%$ |
|---|------------------------|--------------|-------|-------------------|------------|
| 1 |                        |              |       |                   |            |
| 2 |                        |              |       |                   |            |
| 3 |                        |              |       |                   |            |
| 4 |                        |              |       |                   |            |
| 5 |                        |              |       |                   |            |
| 6 |                        |              |       |                   |            |
| 7 |                        |              |       |                   |            |

Вывод: расходомер (не) пригоден к применению.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

| №№<br>п/п | Номер<br>сопла | Расход воздуха при 20°C , $\varphi=60\%$ |       | Погрешность,<br>% |
|-----------|----------------|--|-------|-------------------|
|           |                | м³/ч                                     | л/сек |                   |
| 1         | СК1.02         | 5,050                                    | 1,402 | 0,25              |
| 2         | СК2.02         | 11,18                                    | 3,105 | 0,25              |
| 3         | СК3.02         | 25,80                                    | 7,166 | 0,25              |
| 4         | СК4.02         | 50,17                                    | 13,94 | 0,25              |
| 5         | СК5.02         | 102,2                                    | 28,39 | 0,25              |
| 6         | СК6.02         | 194,2                                    | 53,94 | 0,25              |
| 7         | СК7.02         | 392,5                                    | 109,0 | 0,25              |
| 8         | СК8.02         | 743,2                                    | 206,4 | 0,25              |
| 9         | СК9.02         | 752,8                                    | 209,1 | 0,25              |

Поверитель



подпись

С.В. Раинчик  
инициалы, фамилия