

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ  
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РАСХОДОМЕТРИИ (ЦИ СИ ФГУП «ВНИИР»)

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» –  
Первый заместитель директора по научной работе –  
Заместитель директора по качеству  
ФГУП «ВНИИР»



В.А. Фафурин

2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

**СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ USZ 08**  
с изменением №1

Методика поверки

МП 51422-12

з.р. 51422-12

Казань  
2015

РАЗРАБОТАНА

ФГУП ВНИИР  
ЗАО «РМГ РУС»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП ВНИИР 25.04.2012

Изменение № 1  
УТВЕРЖДЕНО

ФГУП ВНИИР 16.08.2015

Настоящая инструкция распространяется на счетчики газа ультразвуковые USZ 08 (далее – счетчики), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Основная область применения счетчиков – коммерческий и технологический учет природного газа, пропана, бутана и других газов при рабочих условиях.

Интервал между поверками – 4 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Таблица 1

| Наименование операции  | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при |                       |
|--|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|  |                               | первичной поверке       | периодической поверке |
| 1  | 2                             | 3                       | 4                     |
| Внешний осмотр   | 6.1                           | +                       | +                     |
| Опробование  | 6.2                           | +                       | +                     |
| Определение метрологических характеристик счетчика (далее – МХ):   | 6.3                           |                         |                       |
| - относительной погрешности измерения объемного расхода газа   | 6.3.1                         | +                       | +                     |
| -- имитационным методом <sup>1)</sup>  | 6.3.1.1                       |                         |                       |
| -- с помощью поверочной установки  | 6.3.1.2                       |                         |                       |
| - основной погрешности по каналам ввода аналоговых сигналов <sup>2)</sup>  | 6.3.2                         | +                       | +                     |
| Проверка идентификационных признаков программного обеспечения  | 6.4                           | +                       | +                     |
| <b>Примечание</b>  |                               |                         |                       |
| <sup>1)</sup> Имитационный метод может применяться для поверки счетчиков с пределом относительной погрешности определения расхода газа 0,5% и более. |                               |                         |                       |
| <sup>2)</sup> В случае использования данных каналов  |                               |                         |                       |

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- частотомер ЧЗ-63, диапазон измеряемых частот от 0,01 Гц до 20 МГц, по ДЛИ 2.721.007 ТУ;
- термометр сопротивления типа ТСН, пределы измерений от минус 40 °С до 80 °С, предел допускаемой погрешности 0,1%;
- эталонный манометр МО с верхним пределом измерений 25 МПа, класс точности 0,16 по ГОСТ 6521;
- термометр ртутный, диапазон измерений от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С по ГОСТ 28498-90;
- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106,7 кПа, цена деления шкалы 100 Па по ТУ25-11.15135;
- психрометр ВИТ-1, диапазон измерений относительной влажности от 30% до 80%, цена деления термометров 0,5 °С по ТУ 25-11.1645;
- поверочная расходоизмерительная установка, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределом основной относительной погрешности (относительной расширенной неопределенностью)  $\pm 0,23\%$  (или средним квадратическим отклонением

результатов измерений не более 0,05% при 11 независимых измерениях, и неисключенной систематической погрешности не превышающей 0,1%);

- калибратор многофункциональный ASC300-R, генерирование постоянного тока в диапазоне от 0 до 24 мА, погрешность  $\pm(0,015\%$  от показания  $\pm 2\text{мкА}$ ), имитация сигналов от термометров сопротивления Pt100 в диапазоне от минус 200 до плюс 300, абсолютная погрешность  $\pm 0,03^\circ\text{C}$ .

2.2 Программное обеспечение RMGView, устанавливаемое на персональный компьютер, предназначено для конфигурирования, параметризации и диагностики счетчика. Для проведения проверки технического состояния счетчика и его поверки используется режим расширенного доступа в RMGView, защищенный специальным паролем.

2.3. Допускается использование других средств измерений, если они по своим характеристикам не хуже указанных в п. 2.1.

2.4. Все средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- эксплуатационной документацией на поверяемые счетчики и средства поверки;
- правилами безопасности труда, действующими на предприятии.

3.2. К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II, прошедшие инструктаж по технике безопасности, и изучившие руководства по эксплуатации счетчика и средств поверки.

3.3. Монтаж и демонтаж счетчика должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии и при отключенном напряжении питания, а также в соответствии с техникой безопасности и эксплуатационной документацией на счетчик. Конструкция соединительных элементов счетчика и поверочной установки должна обеспечивать надежность крепления счетчика и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

3.4. Заземление средств поверки должно осуществляться согласно требованиям ГОСТ 12.2.007.10-87.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

|  |                |
|--|----------------|
| Температура окружающей среды, $^\circ\text{C}^*)$                                    | 20 $\pm$ 5     |
| Относительная влажность воздуха, %, не более   | 95             |
| Атмосферное давление, кПа  | от 84 до 106,7 |
| Изменение температуры окружающей среды за время поверки, $^\circ\text{C}$ , не более | 2              |

**Примечание** – \*) При поверке счетчика имитационным методом без снятия счетчика с измерительной линии допускается определение относительной погрешности измерения объемного расхода газа счетчиком при температуре окружающей среды от минус 25  $^\circ\text{C}$  до плюс 55  $^\circ\text{C}$ .

### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют выполнение условий, изложенных в разделах 2, 3, 4;
- подготавливают к работе поверяемый счетчик и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре проверяют:

- наличие свидетельства о предыдущей поверке (в случае периодической поверки);
- соответствие комплектности поверяемого счетчика его технической документации;
- отсутствие механических повреждений счетчика и других дефектов, препятствующих его функционированию в соответствии с эксплуатационной документацией;
- соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации;

### 6.2 Опробование.

6.2.1 Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого счетчика и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее – ПК) и установленной на ПК программы управления и диагностики RMGView либо непосредственно при помощи встроенного интерфейса дисплея счетчика. Убедиться в отсутствии мигающих сигналов индикаторов Alarm и Warning. При необходимости проводится квитирование сообщений в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.2.1.1 При поверке счетчиков проливным методом убеждаются в изменении показаний счетчика при изменении расхода газа в поверочной установке.

Счетчик считают выдержавшим проверку, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) показаний счетчика.

### 6.3 Определение метрологических характеристик.

#### 6.3.1. Определение относительной погрешности измерения расхода газа.

##### 6.3.1.1 Определение метрологических характеристик имитационным методом.

**Примечание** – Имитационный метод может применяться для поверки счетчиков с пределом относительной погрешности определения расхода газа 0,5% и более.

Имитационный метод поверки счетчика может проводиться без снятия с измерительной линии. Данный метод может быть применен только в том случае, если отрезок трубопровода с вмонтированным счетчиком газа, может быть полностью перекрыт и в измерительном корпусе полностью отсутствует поток газа.

В случае снятия счетчика с измерительной линии для проведения поверки имитационным методом счетчик помещается в контрольное помещение, закрывается с обеих сторон фланцами и выдерживается не менее 3 часов при стабильной температуре окружающей среды.

Счетчик не должен подвергаться воздействию солнечных лучей, так как это может вызвать внутри него конвекционные потоки.

Поверяемым счетчиком проводят измерения скорости звука и скорости газа. Измерения проводятся в течение 3 минут с усреднением полученных результатов. На все время проведения измерений контролируется значения давления и температуры измеряемой среды.

Счетчик считается прошедшим поверку, если для каждой пары приемопередатчиков полученное значение скорости газа не превышает 0,012 м/с (0,03 м/с, при проведении поверки без демонтажа счетчика), а значение средней скорости звука отличается от расчетной величины не более чем на 0,3%. Значение скорости звука, полученное по каждому измерительному лучу, должно отличаться от теоретической скорости звука не более чем 0,3 м/с. Расчет теоретической скорости звука необходимо проводить на основании усредненных данных о температуре, давлении и компонентном составе

измеряемой среды по алгоритмам на основе данных, аттестованных в качестве стандартных справочных данных категорий СТД или СД (для природного газа рекомендуется использовать формулу (31) ГОСТ 30319.1), а так же с помощью программно-вычислительных комплексов, аттестованных в установленном порядке.

#### **6.3.1.1, абзац 6 (Измененная редакция, Изм. № 1)**

##### **Примечания**

1. В случае не выполнения указанных требований рекомендуется применять для проведения поверки однокомпонентный газ (например, азот технический 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293-74 «Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия») при давлении не ниже 0,2 МПа.

##### **1. (Измененная редакция, Изм. № 1)**

2. При проведении поверки имитационным методом рекомендуется использовать программный модуль «Dry Calibration», входящий в состав сопроводительного программного обеспечения RMGView содержащий в себе протокол проведения имитационной поверки и обеспечивающий автоматизированное выполнение операций процедуры Precession Adjustment. Данные в протокол имитационной поверки «Dry Calibration» могут введены как в ручном так и в автоматическом режимах.

Пределы относительной погрешности при имитационном методе поверки

- при имитационном методе поверки (в том числе для первичной поверки) для DN 200 и более:  
 $0,05Q_{\max} < Q < Q_{\max} \pm 0,5\%$   
 $Q_{\min} < Q < 0,05Q_{\max} \pm 0,7\%$
- при имитационном методе поверки (в том числе для первичной поверки) для типоразмеров менее DN 200:  
 $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max} \pm 1,0\%$   
 $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max} \pm 1,4\%$

#### **6.3.1.1, абзац 9 (Введен дополнительно, Изм. № 1)**

6.3.1.2 Определение метрологических характеристик счетчика проливным методом с помощью поверочной установки.

Допускается проводить поверку для ограниченного диапазона объемного расхода газа  $Q_{\max, \text{ср}}$  на основании письменного заявления владельца расходомера-счетчика.

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода  $Q_i$ :

$Q_{\max}$  (или  $Q_{\max, \text{ср}}$ ),  $0,7Q_{\max}$ ,  $0,5Q_{\max}$ ,  $0,3Q_{\max}$ ,  $0,1Q_{\max}$  и  $Q_{\min}$ . В качестве  $Q_{\max}$  (или  $Q_{\max, \text{ср}}$ ) допускается выбирать значение  $Q_i$  в диапазоне  $(0,7...1,0)Q_{\max}$ , но не менее максимально возможного расхода воспроизводимого поверочной установкой. (Измененная редакция, Изм. № 1)

Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания поверяемого расхода  $\pm 0,025Q_{\max}$ , в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать  $\pm 0,01Q_{\max}$ .

На каждом значении расхода проводят не менее пяти измерений. Значения объема, полученные по показаниям счетчика  $V_{\text{сч}}$ , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями  $V_n$  по формуле:

$$V_{ic} = V_{icn} \frac{P_e T_i z_i}{P_i T_e z_e}, \quad (1)$$

где  $V_{icn}$  – показания счетчика;  
 $P_e$  – давление газа на участке эталонных преобразователей;  
 $P_i$  – давление газа на участке поверяемых счетчиков;  
 $T_e$  – температура газа на участке эталонных преобразователей;  
 $T_i$  – температура газа на участке поверяемых счетчиков;  
 $z_i$  – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемых счетчиков;  
 $z_e$  – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Полученные значения и значения по показаниям установки фиксируют и оформляют в виде таблицы 2.

Таблица 2

| Среднее значение расхода | Объем (эталонное значение) | Объем (показания счетчика) | Девияция | Среднеарифметическая девиация |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|
| м <sup>3</sup> /ч        | м <sup>3</sup>             | м <sup>3</sup>             | %        | %                             |
| $Q_j$                    | $V_{1e}$                   | $V_{1c}$                   | $fp_1$   | $fp_{Qj}$                     |
|                          | $V_{2e}$                   | $V_{2c}$                   | $fp_2$   |                               |
|                          | ...                        | ...                        | ...      |                               |
|                          | $V_{ne}$                   | $V_{nc}$                   | $fp_n$   |                               |

Значения девиации  $fp_i$  рассчитывают в процентах по формуле

$$fp_i = \left( \frac{V_{ic}}{V_{ic}} - 1 \right) 100 \quad (2)$$

Значение среднеарифметической девиации рассчитывают по формуле

$$fp_{Qj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n fp_i, \quad (3)$$

где  $n$  – число экспериментов проведенных в данной точке по расходу ( $n \geq 5$ ),  
 $Q_j$  – нижний индекс обозначает текущую точку по расходу и принимает значения  $Q_{\max}$ ,  $0,7Q_{\max}$ ,  $0,5Q_{\max}$ ,  $0,3Q_{\max}$ ,  $0,1Q_{\max}$ .

Рассчитывают отклонение среднего результата измерений объема в процентах для всех точек по расходу по формуле

$$S_{V_j} = \frac{100}{1 \sum_{i=1}^n V_{ic}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( V_{ic} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ic} \right)^2}{n(n-1)}}. \quad (4)$$

Рассчитывают доверительные границы  $\varepsilon$  случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле

$$\varepsilon = t_{n,0.95} S_{V_j}, \quad (5)$$

где  $t_{n,0.95}$  – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степенью свободы  $n$ , (определяют согласно ГОСТ Р 8.736-2011);

$S_j$  – максимальное среднеквадратическое отклонение среднего результата измерений ( $S_j = \max S_{j_i}$ ).

После заполнения таблицы 2 для всех точек по расходу определяют средневзвешенную девиацию WME по формуле:

$$WME = \frac{\sum_{j=1}^m k_j \cdot fp_{Q_j}}{\sum_{j=1}^m k_j}, \quad (6)$$

где  $k_j = \begin{cases} \frac{Q_j}{Q_{\max}}, \text{ при } Q_j < 0,7Q_{\max} \\ 1,4 - \frac{Q_j}{Q_{\max}}, \text{ при } Q_j > 0,7Q_{\max} \end{cases}$

$j$  – индекс поверочного расхода ( $j = 1 \dots m$ );

$m$  – число точек по расходу ( $m = 5$ ).

Вычисляют корректировочный коэффициент AF<sup>\*</sup>) по формуле

$$AF = \frac{1}{1 + \frac{WME}{100}} \quad (7)$$

Корректируют показания счетчика по рассчитанному корректировочному коэффициенту AF (умножением на AF), результаты оформляют в виде таблицы 3.

**Примечание** – \*) В соответствии с документацией фирмы допускается использование полиномиальных корректировочных коэффициентов, определенных для каждого значения расхода.

Таблица 3

| Среднее значение расхода | Объем, эталонное значение | Объем, скорректированные показания счетчика | Скорректированная девиация | Среднеарифметическая скорректированная девиация |
|--------------------------|---------------------------|---|----------------------------|---|
| $m^3/ч$                  | $m^3$                     | $m^3$                                       | %                          | %   |
| $Q_j$                    | $V_{1c}$                  | $V_{1k}$                                    | $fpk_1$                    | $fpk_{Q_j}$                                     |
|                          | $V_{2c}$                  | $V_{2k}$                                    | $fpk_2$                    |   |
|                          | ...                       | ...   | ...                        |   |
|                          | $V_{nc}$                  | $V_{nk}$                                    | $fpk_n$                    |   |

Определяют границы неисключенной систематической погрешности по формуле

$$\Theta = \begin{cases} \pm \left( \sum_{l=1}^N |\Theta_l| + |\Theta_{cal}| \right), \text{ при } N < 3 \\ \pm 1,1 \sqrt{\sum_{l=1}^N \Theta_l^2 + \Theta_{cal}^2}, \text{ иначе} \end{cases}, \quad (8)$$

где  $\Theta_l$  – граница  $l$ -й составляющей неисключенной систематической погрешности установки;



$\Theta_{cul}$  — неисключенная систематическая погрешность калибровки, определяется как максимальное абсолютное значение среднеарифметической девиации с учетом калибровки ( $\Theta_{cul} = \max |f p k_{Q_i}|$ ).

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисключенных систематических погрешностей по формуле

$$S_{\Theta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2 + \Theta_{cul}^2}{3}}. \quad (9)$$

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_V^2 + S_{\Theta}^2}. \quad (10)$$

Определяют границу относительной погрешности результата измерений по формуле

$$\delta = S_{\Sigma} \frac{\Theta + \varepsilon}{S_{\Theta} + S_V}. \quad (11)$$

Счетчик считается прошедшим поверку, если граница погрешности  $\delta$  не превышает, %:

- при использовании поверочной установки на природном газе при избыточном давлении:
 

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ | $\pm 0,3$ |
| $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$    | $\pm 0,5$ |
- при поверке на поверочной установке на воздухе при атмосферном давлении:
 

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ | $\pm 0,5$ |
| $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$    | $\pm 0,7$ |

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

После проведения поверки в память счетчика записываются новые значения калибровочных коэффициентов.

**6.3.2 Определение основной погрешности по каналу ввода аналоговых сигналов.**

6.3.2.1 При определении основной, приведенной к верхней границе диапазона измерений, погрешности по каналу ввода аналоговых сигналов тока 4-20 мА в поверяемой точке устанавливают на входе измерительного канала значение входного сигнала  $X$ , соответствующего поверяемой точке диапазона измерений, и считывают значение выходного сигнала  $Y$  с дисплея счетчика или программы RMGView. Задается не менее пяти значений измеряемого параметра, равномерно распределенных в пределах диапазона, включая крайние точки диапазона.

Погрешность, приведенную к верхней границе диапазона измерений  $L = 20$ , в процентах, определяют по формуле

$$\gamma_i = \frac{Y - X}{L} 100. \quad (12)$$

6.3.2.1.1 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность по каналу ввода аналоговых сигналов тока 4-20 мА не превышает  $\pm 0,1$  %.

6.3.2.2 При определении основной, абсолютной погрешности по каналу ввода сигналов от термометров сопротивления, в значения температуры на вход поверяемого счетчика по четырехпроводной схеме подключают имитатор термометра сопротивления (магазин сопротивлений) и устанавливают на входе измерительного канала значение

входного сигнала  $T_c$ , соответствующего проверяемой точке диапазона измерений, и считывают значение выходного сигнала  $T_{см}$  с дисплея счетчика или программы RMGView. Задается не менее пяти значений измеряемого параметра, равномерно распределенных в пределах диапазона, включая крайние точки диапазона.

Абсолютную погрешность, определяют по формуле

$$\gamma_T = T_c - T_{см} \quad (13)$$

6.3.2.2.1 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность по каналу ввода сигналов от термометров сопротивления не превышает  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ .

6.4 Проверка идентификационных признаков программного обеспечения (далее – ПО) счетчиков.

6.4.1 Проверку идентификационных признаков ПО проводят в соответствии с руководством пользователя в следующей последовательности:

- а) включить питание счетчика;
- б) дождаться после включения окончания процедуры загрузки и самотестирования и при необходимости подключить программу диагностики RMGView;

**б) (Измененная редакция, Изм. № 1)**

в) в меню счетчика (на дисплее самого счетчика или в RMGView) найти подраздел AF и прочитать данные о:

- контрольная сумма структуры файла конфигурации (поле AF-43\*);
- версия программного обеспечения счетчика (поле AF-44\*).

**Примечание** — \*) в зависимости от версии ПО счетчика данные координаты могут изменяться.

**в) (Измененная редакция, Изм. № 1)**

6.4.2 Идентификационные данные поверяемого счетчика должны соответствовать представленным в описании типа.

**6.4.2 (Измененная редакция, Изм. № 1)**

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки заносятся в протокол произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки на счетчик наносят поверительное клеймо в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке" и делают соответствующую запись в паспорте.

7.3 При отрицательных результатах поверки счетчик не допускают к применению и выполняют процедуры, предусмотренные Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке"

**7.2, 7.3 (Измененная редакция, Изм. № 1)**