

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

МИ 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 ¹⁾ | 6.3.1.1 | | |
| -- с помощью поверочной установки | 6.3.1.2 | | |
| - основной погрешности по каналам ввода аналоговых сигналов ²⁾ | 6.3.2 | + | + |
| Проверка идентификационных признаков программного обеспечения | 6.4 | + | + |
| Примечание | | | |
| ¹⁾ Имитационный метод может применяться для поверки счетчиков с пределом относительной погрешности определения расхода газа 0,5% и более. | | | |
| ²⁾ 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 контролируются значения давления и температуры измеряемой среды.

Счетчик считается прошедшим поверку, если для каждой пары присоединительных патрубков 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:
 $0,05Q_{\max} \leq Q < Q_{\max} \pm 0,5\%$
 $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max} \pm 0,7\%$
- 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 $Q_{\max, \text{исп}}$ на основании письменного заявления владельца расходомера-счетчика.

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j :

Q_{\max} (или $Q_{\max, \text{исп}}$), $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$ и Q_{\min} . В качестве Q_{\max} (или $Q_{\max, \text{исп}}$) допускается выбирать значение Q_j 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 $V_{\text{исп}}$, приводят к условиям измерений эталонными преобразователями $V_{\text{и}}$ 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 ³ /ч | м ³ | м ³ | % | % |
| 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

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

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

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

Рассчитывают доверительные границы ε случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле

$$\varepsilon = t_{n0,95} S_{Vj}, \quad (5)$$

где $t_{n0,95}$ – 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 ($S_j = \max S_{ij}$).

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^{*)} 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 |
|--------------------------|---------------------------|---|----------------------------|---|
| м ³ /ч | м ³ | м ³ | % | % |
| Q_j | V_{1e} | V_{1k} | fpk_1 | fpk_{Q_j} |
| | V_{2e} | V_{2k} | fpk_2 | |
| | ... | ... | ... | |
| | V_{ne} | V_{nk} | fpk_n | |

Определяют границы неисключенной систематической погрешности по формуле

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

где Θ_l – граница l -й составляющей неисключенной систематической погрешности установки;

Θ_{cal} — неисключенная систематическая погрешность калибровки, определяется как максимальное абсолютное значение среднеарифметической девиации с учетом калибровки ($\Theta_{cal} = \max_{Q_i} |fpk_{Q_i}|$).

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисключенных систематических погрешностей по формуле

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

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 δ 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 проверяемой 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

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

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

Абсолютную погрешность, определяют по формуле

$$\gamma_T = T_e - T_{c.m} \quad (13)$$

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 АF и прочитать данные о:

— контрольная сумма структуры файла конфигурации (поле АF-43*);

— версия программного обеспечения счетчика (поле АF-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)