

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию
ФГУП «ВНИИР»



А.С. Тайбинский

2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

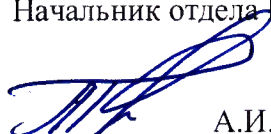
Государственная система обеспечения единства измерений

Счетчики газа ультразвуковые USZ 08

Методика поверки

МП 0170-13-2014
с изменением № 1

Начальник отдела НИО-13


А.И. Горчев
Тел. (843)272-11-24

Казань
2017

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Изменение № 1 утверждено ФГУП «ВНИИР» 08 декабря 2017 г.

Настоящая инструкция распространяется на единичную партию счетчиков газа ультразвуковых USZ 08 (заводские номера 2613784, 2613785, 2613786, 2613787, 2613788, 2613789, 2613790, 2613791) (далее – счетчики), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Основная область применения счетчиков – измерение объема и объемного расхода природного газа при рабочих условиях на объекте ЛПУМГ «Портовая» ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург».

Интервал между поверками – 4 года.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Определение метрологических характеристик счетчика (далее – МХ):	7.3		
- относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях с помощью поверочной установки	7.3.1	+	+ ¹⁾
- относительной погрешности измерения объема газа на основе статистического анализа эксплуатационных параметров последовательно установленных преобразователей расхода газа	7.3.2	-	+
- контроль относительной погрешности счетчика при определении объемного расхода газа в рабочих условиях по дублирующим счетчикам-расходамерам Flowsic 600 фирмы «SICK MAIHAK GmbH» ²⁾	7.3.3	+	+
- контроль относительной погрешности счетчика при проведении калибровки нулевого уровня ²⁾	7.3.4	+	+

Продолжение Таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Проверка идентификационных признаков программного обеспечения (далее - ПО) счетчика	7.4	+	+
Оформление результатов поверки	8	+	+
Примечания: ¹⁾ Допускается проведение операций согласно п.7.3.2. ²⁾ Операции по пунктам 7.3.3 и 7.3.4 проводят не реже 1 раза в 12 месяцев.			

Таблица 1 (Измененная редакция, Изм. № 1)

2 Средства поверки

2.1. При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- поверочная расходоизмерительная установка (эталонный преобразователь расхода), 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 $0,1\%$);
- термометр сопротивления типа ТСП, пределы измерений от минус $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $55\text{ }^{\circ}\text{C}$, цена деления $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ по ГОСТ 28498-90;
- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до $106,7\text{ кПа}$, цена деления шкалы 100 Па по ТУ25-11.15135;
- психрометр ВИТ-1, диапазон измерений относительной влажности от 30% до 80% , цена деления термометров $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ по ТУ 25-11.1645.

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 применять другие типы средств измерений, с характеристиками, не уступающими указанных в п. 2.1.

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

3 Обозначения и сокращения

3.1 Условные обозначения

Основные условные обозначения, применяемые в настоящих рекомендациях, приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Условные обозначения величин

Обозначение	Наименование величины	Единица величины
m	Количество значений в массиве экспериментальных данных y	1
n	Количество значений в массиве экспериментальных данных x	1
S	Среднее квадратическое отклонение	1
t	Значение статистики для массива экспериментальных данных	1
U	Инверсия	1
V	Объем газа	м ³
v	Нормированная случайная величина	1
x	Относительное отклонение результатов измерений объема газа в начале интервала	%
y	Относительное отклонение результатов измерений объема газа в конце интервала	%
z	Упорядоченные значения массивов экспериментальных данных	%
τ	Критическое значение параметра	1
δ	Относительная погрешность счетчика газа ультразвукового	%
Примечание – Остальные обозначения указаны непосредственно в тексте.		

Индексы, входящие в условные обозначения величин, обозначают следующее:

max – наибольшее значение величины;

min – наименьшее значение величины;

к – контрольный преобразователь расхода газа;

о – основной преобразователь расхода газа;

с – стандартные условия;

« $\bar{}$ » (знак над обозначением величины) – среднее значение величины или значение, рассчитанное по средним значениям величин;

« $\sim$ » (знак над обозначением величины) – значение, относящееся к результатам измерений, проведенным в конце межповерочного интервала.

Раздел 3 (Измененная редакция, Изм. № 1)

4 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей

4.1. При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

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

4.2. 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.

4.3. 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.

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

5 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Температура окружающей среды, °С*	20±5
Относительная влажность воздуха, %, не более	95
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
Изменение температуры окружающей среды за время поверки, °С, не более	2

Примечание – * при проведении контроля метрологических характеристик счетчиков допускается температура окружающей среды от минус 25 °С до плюс 55 °С.

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют выполнение условий, изложенных в разделах 2, 4, 5 настоящей инструкции;
- подготавливают к работе поверяемый счетчик и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- контролируют отсутствие предупреждений и сигнализации о сбоях и коммуникационных ошибках на показывающих устройствах (дисплее, мониторе);
- во время эксплуатации счетчика накапливают и хранят массив статистических данных, используемых при проведении поверки счетчика на месте эксплуатации на основе статистического анализа (см. 7.3.2).

Раздел 6 (Измененная редакция, Изм. № 1)

7 Проведение поверки

7.1 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.

7.2 Опробование.

7.2.1 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.

7.2.1.1 При поверке счетчиков с помощью поверочной установки 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.

7.3 Определение метрологических характеристик счетчика.

7.3.1. Определение относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях с помощью поверочной установки.

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : $Q_{\max}$, $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$ и $0,1Q_{\max}$. 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.

На каждом значении расхода проводят не менее пяти измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям счетчика Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле:

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

где Q_{icn} – значение объемного расхода по показаниям поверяемых счетчиков, м³/ч;

P_e – давление газа на участке эталонных преобразователей, МПа;

P_i – давление газа на участке поверяемых счетчиков, МПа;

T_e – температура газа на участке эталонных преобразователей, К;

T_i – температура газа на участке поверяемых счетчиков, К;

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.

Примечание - :Допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему среды.

Полученные значения и значения по показаниям установки фиксируют и оформляют в виде таблицы 3.

Таблица 3

Среднее значение расхода	Расход (эталонное значение)	Расход (показания счетчика)	Девияция	Среднеарифметическая девиация
м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч	%	%
Q_j	Q_{1e}	Q_{1c}	fp_1	fp_{Q_j}
	Q_{2e}	Q_{2c}	fp_2	
	...	...		
	Q_{ne}	Q_{nc}	fp_n	

Значения девиации fp_i рассчитывают в процентах по формуле

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

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 ($n \geq 5$),
 Qj – 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

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

Рассчитывают доверительные границы ε случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле

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

где $t_{n0,95}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степенью свободы n , (определяют по ГОСТ Р 50779.21-2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение);
 S_Q – максимальное среднеквадратическое отклонение среднего результата измерений ($S_Q = \max_j S_{Qj}$).

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

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

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 4.

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

Таблица 4

Среднее значение расхода $m^3/ч$	Расход, (эталонное значение) $m^3/ч$	Расход, (скорректированные показания счетчика) $m^3/ч$	Скоррект. девиация %	Среднеарифметическая скорректированная девиация %
Q_j	Q_{1e}	Q_{1k}	fpk_1	fpk_{Qj}
	Q_{2e}	Q_{2k}	fpk_2	
	...	...	...	
	Q_{ne}	Q_{nk}	fpk_n	

Определяют границы неисклученной 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 Θ_l – граница l -й составляющей неисклученной систематической погрешности установки;

Θ_{cal} – неисклученная систематическая погрешность калибровки, определяется как максимальное абсолютное значение среднеарифметической девиации с учетом калибровки ($\Theta_{cal} = \max_{Q_j} |fpk_{Qj}|$).

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисклученных систематических погрешностей по формуле

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

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность по формуле

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

Определяют относительную погрешность результата измерений по формуле

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

Счетчик считается прошедшим поверку, если относительная погрешности результата измерений δ не превышает 0,3%.

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

7.3.1 (Измененная редакция, Изм. № 1)

7.3.2 Определение относительной погрешности измерения объема газа на основе статистического анализа эксплуатационных параметров последовательно установленных преобразователей расхода газа.

7.3.2.1 В объеме, предусмотренном эксплуатационной документацией, выполняют проверку функционирования счетчиков газа ультразвуковых Flowsic 600 и USZ 08.

Проверка функционирования счетчика включает следующие операции контроля:

- качества сигнала;
- отношения сигнал-шум;
- уровня сигнала;
- скорости звука по каждому акустическому каналу.

7.3.2.2 В случае получения отрицательных результатов при проведении проверки функционирования, поверку прекращают и уведомляют владельца счетчика о необходимости устранения обнаруженных нарушений.

7.3.2.3 Формирование массива статистических данных с целью последующей обработки осуществляют путем регистрации результатов измерений объема, прошедшего через счетчики газа ультразвуковые Flowsic 600 и USZ 08.

7.3.2.4 Массив статистических данных должен включать в себя результаты измерений часовых объемов газа в начале и в конце межповерочного интервала при расходах выше переходного расхода и, дополнительно, при расходах ниже переходного расхода, если счетчики газа ультразвуковые Flowsic 600 и USZ 08 эксплуатируются при расходах как выше, так и ниже переходного расхода.

Количество часовых периодов в начале и в конце межповерочного интервала должно быть не менее восьми и не более тридцати. Выбор часовых периодов рекомендуется осуществлять на интервале времени не более двух суток.

Часовые объемы газа при рабочих условиях за каждый период измерений не должны отличаться более чем на 10 % от их среднего значения. Средние значения часовых объемов газа при рабочих условиях в начале и в конце межповерочного интервала не должны отличаться более чем на 10 %.

7.3.2.5 Форма представления статистических данных, подвергаемых обработке, приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Статистические данные, подвергаемые обработке

Значения в начале интервала			Значения в конце интервала		
Часовые объемы газа, м ³		Относительные отклонения часовых объемов газа, %	Часовые объемы газа, м ³		Относительные отклонения часовых объемов газа, %
Flowsic 600	USZ 08		Flowsic 600	USZ 08	
$V_{1,0}$	$V_{1,д}$	x_1	$\tilde{V}_{1,0}$	$\tilde{V}_{1,д}$	y_1

Продолжение таблицы 5

Значения в начале интервала			Значения в конце интервала		
Часовые объемы газа, м ³		Относительные отклонения часовых объемов газа, %	Часовые объемы газа, м ³		Относительные отклонения часовых объемов газа, %
Flowsic 600	USZ 08		Flowsic 600	USZ 08	
$V_{2,0}$	$V_{2,д}$	x_2	$\tilde{V}_{2,0}$	$\tilde{V}_{2,д}$	y_2
...	...	...	...	...	...
$V_{n,0}$	$V_{n,д}$	x_n	$\tilde{V}_{m,0}$	$\tilde{V}_{m,д}$	y_m

Значения относительных отклонений результатов измерений в начале и в конце межповерочного интервала рассчитывают по формулам:

$$x_i = \frac{V_{i,0} - V_{i,д}}{V_{i,д}} \cdot 100; \quad (12)$$

$$y_i = \frac{\tilde{V}_{i,0} - \tilde{V}_{i,д}}{\tilde{V}_{i,д}} \cdot 100. \quad (13)$$

Этапы обработки результатов измерений приведены в Приложении А.

7.3.2.6 Обнаружение и исключение грубых погрешностей в массивах $(x_1, \dots, x_n)$ и $(y_1, \dots, y_m)$ проводят в следующей последовательности:

- вычисляют значения следующих статистик:

$$t_{x1} = \frac{z_n - z_{n-1}}{z_n - z_1}; t_{x2} = \frac{z_n - z_{n-1}}{z_n - z_2}; \quad (14)$$

$$t_{y1} = \frac{\tilde{z}_m - \tilde{z}_{m-1}}{\tilde{z}_m - \tilde{z}_1}; t_{y2} = \frac{\tilde{z}_m - \tilde{z}_{m-1}}{\tilde{z}_m - \tilde{z}_2}; \quad (15)$$

где $(z_1, \dots, z_n)$ – упорядоченные значения массива $(x_1, \dots, x_n)$;

$(\tilde{z}_1, \dots, \tilde{z}_m)$ – упорядоченные значения массива $(y_1, \dots, y_m)$,

при этом $x_{\min} = z_1 < z_2 < \dots < z_n = x_{\max}$ и $y_{\min} = \tilde{z}_1 < \tilde{z}_2 < \dots < \tilde{z}_m = y_{\max}$;

- по таблице 6 рассчитывают критические значения параметров $\tau_{x1,n}$, $\tau_{x2,n}$, в зависимости от значения n и критические значения параметров $\tau_{y1,m}$, $\tau_{y2,m}$, в зависимости от значения m ;

Таблица 6 – Критические значения параметров

n, m	$\tau_{x1,n}, \tau_{y1,m}$	$\tau_{x2,n}, \tau_{y2,m}$	n, m	$\tau_{x1,n}, \tau_{y1,m}$	$\tau_{x2,n}, \tau_{y2,m}$
5	0,642	0,807	18	0,313	0,349
6	0,560	0,689	19	0,306	0,341
7	0,507	0,610	20	0,300	0,334
8	0,468	0,554	21	0,295	0,327
9	0,437	0,512	22	0,290	0,320
10	0,412	0,477	23	0,285	0,314
11	0,392	0,450	24	0,281	0,309
12	0,376	0,428	25	0,277	0,304
13	0,361	0,410	26	0,273	0,299
14	0,349	0,395	27	0,269	0,295
15	0,338	0,381	28	0,266	0,291
16	0,329	0,369	29	0,263	0,287
17	0,320	0,359	30	0,260	0,283

- проверяют выполнение условий

$$t_{x1} > \tau_{x1,n}; t_{x2} > \tau_{x2,n}; \quad (16)$$

$$t_{y1} > \tau_{y1,m}; t_{y2} > \tau_{y2,m}; \quad (17)$$

Если для $i = 1, 2$ выполняется условие $t_{xi} > \tau_{xi,n}$, то при определении значения z_n допущена грубая ошибка и это значение исключают из массива.

Если для $i = 1, 2$ выполняется условие $t_{yi} > \tau_{yi,m}$, то при определении значения $\tilde{z}_m$ допущена грубая ошибка и это значение исключают из массива.

С целью определения, является ли наименьшее значение в массиве грубой погрешностью, используют формулы (14) – (17), принимая при этом $(z_1, \dots, z_n)$ упорядоченными по возрастанию значениями массива $(-x_1, \dots, -x_n)$, а $(\tilde{z}_1, \dots, \tilde{z}_m)$ – упорядоченными по возрастанию значениями массива $(-y_1, \dots, -y_m)$. По результатам определения принимают решение об исключении значения из массива, в случае если оно является грубой погрешностью.

Массивы после исключения грубых погрешностей должны содержать не менее восьми значений.

Средние значения для массивов экспериментальных данных $(x_1, \dots, x_n)$ и $(y_1, \dots, y_m)$ после исключения грубых погрешностей рассчитывают по формулам:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (18)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i. \quad (19)$$

Среднее квадратическое отклонение для массивов экспериментальных данных $(x_1, \dots, x_n)$ и $(y_1, \dots, y_m)$ после исключения грубых погрешностей рассчитывают по формулам:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \quad (20)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}. \quad (21)$$

7.3.2.7 Проверку нормальности распределения вероятностей для массивов $(x_1, \dots, x_n)$ и $(y_1, \dots, y_m)$ выполняют по ГОСТ Р ИСО 5479, применяя многосторонний критерий при уровне значимости 0,05.

7.3.2.8 В случае, если распределение вероятностей является нормальным, выполняют проверку равенства дисперсий методом Фишера по ГОСТ Р 50779.21 (раздел 7, таблица 7.3) при уровне значимости 0,05 для двустороннего случая.

7.3.2.9 В случае, если дисперсии являются равными, изменение систематической погрешности считается значимым, если выполняется неравенство

$$\frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{(n-1) \cdot S_x^2 + (m-1) \cdot S_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot m \cdot (m+n-2)}{n+m}} > t_{0,975,f}, \quad (22)$$

где $t_{0,975,f}$ – квантиль распределения Стьюдента, определяемый по ГОСТ Р 50779.21, соответствующий уровню значимости 0,05 и числу степеней свободы $f = m + n - 2$.

7.3.2.10 В случае, если дисперсии не являются равными, изменение систематической погрешности считается значимым, если выполняется неравенство

$$\frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n} + \frac{S_y^2}{m}}} > t_{0,975,\hat{f}}, \quad (23)$$

где $t_{0,975,\hat{f}}$ – квантиль распределения Стьюдента, определяемый по ГОСТ Р 50779.21, соответствующий уровню значимости 0,05 и числу степеней свободы $\hat{f}$, принимаемому равным целой части числа, рассчитываемого по формуле

$$\frac{(m-1) \cdot (n-1) \cdot \left(\frac{S_x^2}{n} + \frac{S_y^2}{m} \right)^2}{(m-1) \cdot \left(\frac{S_x^2}{n} \right)^2 + (n-1) \cdot \left(\frac{S_y^2}{m} \right)^2}. \quad (24)$$

7.3.2.11 В случае, если изменение систематической погрешности не является значимым, оформляют свидетельство о проверке.

7.3.2.12 В случае, если распределение вероятностей не является нормальным, проверку значимости изменения систематической погрешности выполняют с помощью критерия Вилькоксона в следующей последовательности:

– объединяют значения данных в массивах $(x_1, \dots, x_n)$ и $(y_1, \dots, y_m)$ в общий вариационный ряд с отметкой принадлежности каждого члена ряда к соответствующему массиву;

– производят ранжирование членов ряда (меньшие значения получают меньшие ранги), одинаковым значениям общего вариационного ряда присваивают одинаковые ранги, равные среднему арифметическому;

– рассчитывают сумму рангов R_x для членов ряда, принадлежащих массиву $(x_1, \dots, x_n)$ и сумму рангов R_y для членов ряда, принадлежащих массиву $(y_1, \dots, y_m)$;

Примечание – В качестве проверки правильности вычислений используют соотношение $R_x + R_y = 0,5 \cdot (n + m) \cdot (n + m + 1)$.

– рассчитывают инверсии по формулам

$$U_x = n \cdot m + 0,5 \cdot n \cdot (n + 1) - R_x; \quad (25)$$

$$U_y = n \cdot m + 0,5 \cdot m \cdot (m + 1) - R_y; \quad (26)$$

Примечание – В качестве проверки правильности вычислений используют соотношение $U_x + U_y = n \cdot m$.

– определяют статистику критерия по формуле

$$U = \min(U_x, U_y); \quad (27)$$

– рассчитывают нормированную случайную величину v по следующим формулам:

а) при отсутствии повторяющихся значений в ряду

$$v = \frac{|U - 0,5 \cdot n \cdot m| - 0,5}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot n \cdot m \cdot (n + m + 1)}}; \quad (28)$$

б) при наличии повторяющихся значений в ряду

$$v = \frac{|U - 0,5 \cdot n \cdot m| - 0,5}{\sqrt{\frac{n \cdot m}{12 \cdot (n + m) \cdot (n + m - 1)} \left[(n + m)^3 - (n + m) - \sum_{k=1}^l (t_k^3 - t_k) \right]}}, \quad (29)$$

где l – число групп с одинаковыми значениями;

t_k – число одинаковых значений в группе.

– проверяют выполнение неравенства

$$v > 1,96. \quad (30)$$

Изменение систематической погрешности считают значимым, если выполняется неравенство (30). В случае, если изменение систематической погрешности не является значимым, оформляют свидетельство о поверке.

7.3.2.13 В случае, если изменение систематической погрешности является значимым, проверяют соблюдение условия

$$|\bar{x} - \bar{y}| > \delta_0, \quad (31)$$

где δ_0 – относительная погрешность счетчика газа ультразвукового, %.

При соблюдении условия (31) счетчик газа подлежит поверке с применением поверочной установки (п.7.3.1), в противном случае оформляют свидетельство о поверке.

7.3.2 (Измененная редакция, Изм. № 1)

7.3.3 Контроль относительной погрешности счетчика при определении объемного расхода газа в рабочих условиях по дублирующим счетчикам-расходомерам Flowsic 600 фирмы «SICK MAIHAK GmbH».

Контроль достоверности результатов измерений счетчиками объемного расхода газа в рабочих условиях проводят путем сличения с показаниями дублирующих счетчиков-расходомеров Flowsic 600 фирмы «SICK MAIHAK GmbH», установленных на тех же измерительных линиях.

Данная процедура производится с периодичностью не реже 1 раза в 12 месяцев, на протяжении 1 недели для каждой пары счетчиков (контролируемый и контрольный), в соответствии с графиком проведения контроля метрологических характеристик.

Контроль относительной погрешности проводится при давлении от 10 до 25 МПа на рабочей среде, при условии гидравлически полностью сформированного потока (воспроизводимый профиль скоростей в котором отсутствуют явные признаки завихрения и/или асимметрии).

Определяют относительную погрешность результата измерений, в процентах, по формуле

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_e}{Q_e} 100 \quad (32)$$

где Q_{ic} - показания среднечасовых объемных расходов контролируемого счетчика при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_e – показания среднечасовых объемных расходов контрольного (дублирующего) счетчика при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Результаты считаются достоверными, если относительная погрешность контролируемого счетчика не превышает 0,6 %.

7.3.3 (Измененная редакция, Изм. № 1)

7.3.4 Контроль относительной погрешности счетчиков при проведении калибровки нулевого уровня.

Контроль относительной погрешности счетчиков при проведении калибровки нулевого уровня может проводиться без снятия счетчика 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 калибровки нулевого уровня счетчик помещается в контрольное помещение, закрывается с обеих сторон фланцами и находится 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.

Калибруемым счетчиком проводят измерения скорости звука и скорости газа. Измерения проводятся в течение 3 минут с усреднением полученных результатов.

Счетчик считается прошедшим калибровку, если для каждой пары приемопередатчиков полученное значение скорости газа не превышает 0,03 м/с, 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 по алгоритмам на основе данных, аттестованных в качестве стандартных справочных данных категорий СТД или СД, допускается рассчитывать теоретическую скорость звука при помощи калькулятора скорости звука входящего в состав программного комплекса RMGView.

Примечание— Рекомендуется применять для проведения калибровки 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. Если значение скорости звука, полученное по каждому измерительному лучу, отличается от расчетной скорости звука более чем 1 м/с, допускается проведение процедуры «Precession Adjustment» (корректировка задержки срабатывания пар приемопередатчиков) в соответствии с руководством, изложенным в технической документации.

7.3.4 (Измененная редакция, Изм. № 1)

7.3.5 Операции пунктов 7.3.3 и 7.3.4 проводят не реже 1 раза в 12 месяцев.

7.3.5 (Измененная редакция, Изм. № 1)

7.4 Проверка идентификационных признаков программного обеспечения счетчика.

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 подключить программу диагностики RMGView;
- в) в меню счетчика (на дисплее самого счетчика или в RMGView) найти подраздел AF и прочитать данные:
 - контрольная сумма структуры файла конфигурации (поле AF-43);
 - версия программного обеспечения счетчика (поле AF-44).

Идентификационные признаки должны соответствовать указанным в описании типа

7.4 (Измененная редакция, Изм. № 1)

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки заносят в протокол согласно приложениям Б и В.

8.2. Форма представления результатов измерений согласно МИ 1317-2004 «ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров»

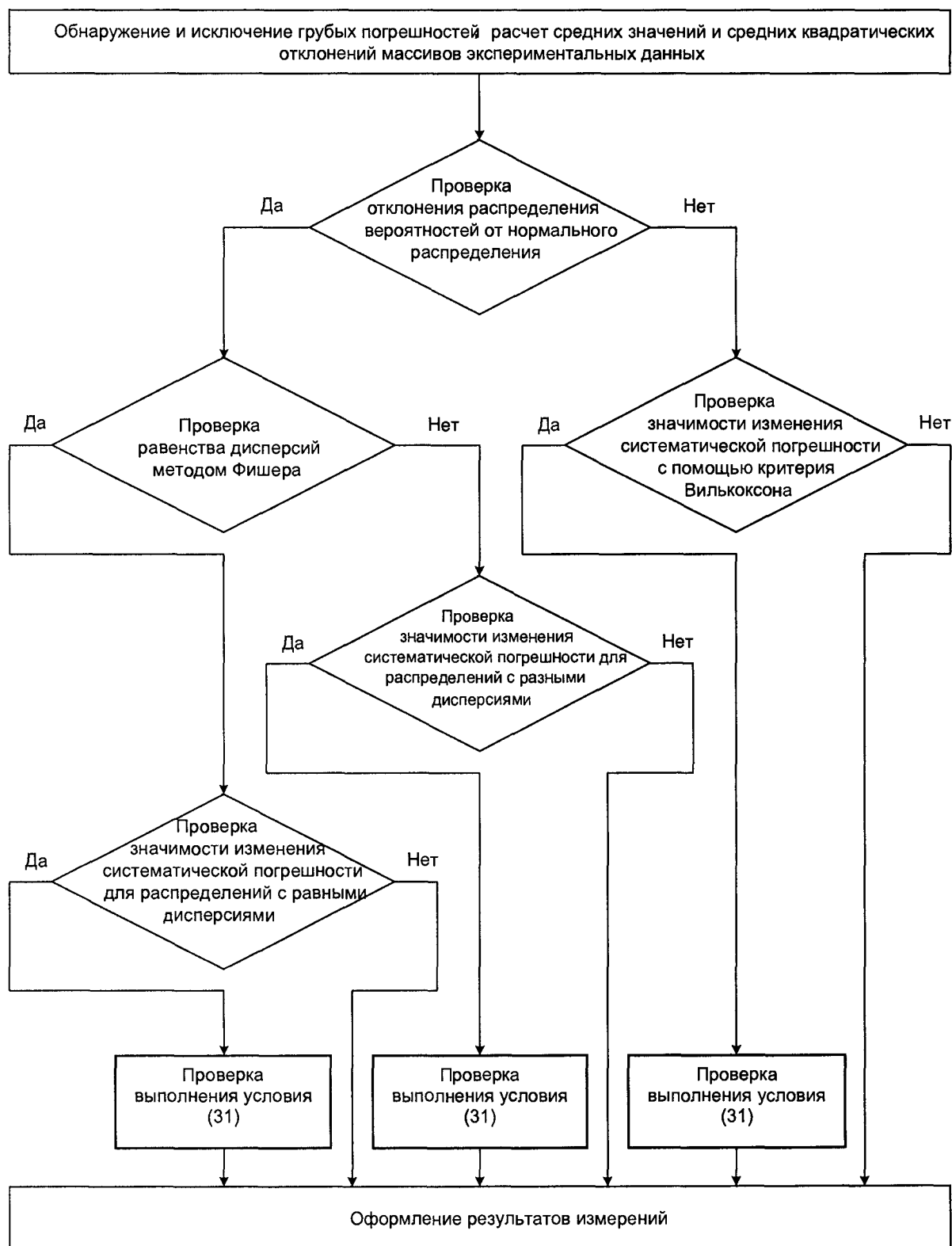
8.3 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным приказом Минпромторга РФ 2 июля 2015 года №1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.4 При отрицательных результатах поверки счетчик к применению не допускается. Владелец счетчика имеет право провести полную диагностику и устранить причины неполадки. В случае их устранения, счетчик проходит повторную поверку в соответствии с разделом 7.

В случае невозможности устранения неполадок на месте счетчик не допускают к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

Раздел 8 (Измененная редакция, Изм. № 1)

Приложение А
(обязательное)
Этапы обработки результатов измерений



Приложение Б (обязательное)

Рекомендуемая форма протокола определения относительной погрешности измерения объема газа на основе статистического анализа эксплуатационных параметров последовательно установленных преобразователей расхода газа

Дата

Серийный номер

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха
- атмосферное давление
- относительная влажность

1. Внешний осмотр:
 - 1.1 Наличие свидетельства о предыдущей поверке (в случае периодической поверки): да/нет
 - 1.2 Соответствие комплектности поверяемого счетчика его технической документации: да/нет
 - 1.3 Отсутствие механических повреждений счетчика и других дефектов, препятствующих его функционированию в соответствии с эксплуатационной документацией: да/нет
 - 1.4 Соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации: да/нет
2. Опробование:
 - 2.1 Отсутствие на счетчике предупреждающих и аварийных сигналов: да/нет
3. Определение относительной погрешности измерения объема газа на основе статистического анализа эксплуатационных параметров последовательно установленных преобразователей расхода газа
 - 3.1 Проверка функционирования счетчика:

качество сигнала: _____

отношения сигнал-шум: _____

уровень сигнала: _____

скорость звука по каждому акустическому каналу:

№ луча	Скорость звука, м/с

3.2 Статистические данные, подвергаемые обработке:

Значения в начале интервала			Значения в конце интервала		
Результаты измерений объема, м ³		Относительное отклонение результатов измерений, %	Результаты измерений объема, м ³		Относительное отклонение результатов измерений, %
Flowsic 600	US Z 08		Flowsic 600	USZ 08	

3.3 Обнаружение и исключение грубых погрешностей:

Среднее значение данных, после исключения грубых погрешностей		Среднее квадратическое отклонение данных, после исключения грубых погрешностей	
$\bar{x}$	$\bar{y}$	S_x	S_y

3.4 Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения по ГОСТ Р ИСО 5479: распределение нормальное/распределение не нормальное.

3.5 Проверка значимости изменения систематической погрешности методом Фишера по ГОСТ Р 50779.21 (в случае нормального распределения)

Выборочное стандартное (среднеквадратичное) отклонение		Результат	Изменение систематической погрешности (значимое/не значимое)
S_1	S_2		

3.6 Проверка значимости изменения систематической погрешности с помощью критерия Вилькоксона (в случае не нормального распределения)

Инверсии		$U = \min(U_x, U_y)$	Нормированная случайная величина, v	Изменение систематической погрешности (значимое/не значимое)
U_x	U_y			

3.7 Проверка в случае значимого изменения систематической погрешности

Среднее значение данных, после исключения грубых погрешностей		Разность средних значений	Относительная погрешность счетчика газа ультразвукового	Результат
$\bar{x}$	$\bar{y}$	$ \bar{x} - \bar{y} $	δ	

3.8 Заключение: Счетчик газа годен/подлежит поверке с применением поверочной установки.

4 Проверка идентификационных признаков программного обеспечения счетчика:

Версия программного обеспечения	
Цифровой идентификатор (контрольная сумма)	

Заключение: Идентификационные признаки соответствуют/не соответствуют указанным в описании типа.

Поверитель

Подпись

Инициалы, фамилия

Приложение Б (Измененная редакция, Изм. № 1)

Приложение В
(обязательное)

Рекомендуемая форма протокола оформления результатов ежегодного контроля
метрологических характеристик счетчиков (п.7.3.3-7.3.4)

Дата

Серийный номер

Условия проведения КМХ:

- температура окружающего воздуха
- атмосферное давление
- относительная влажность
- компонентный состав
- расчетная скорость звука

Основные технические характеристики счетчика:

Номинальный размер (DN), мм	
Количество измерительных лучей	
Диапазон расхода, м ³ /ч	
Версия программного обеспечения	
Цифровой идентификатор (контрольная сумма)	

**Контроль достоверности результатов измерений объемного расхода газа в рабочих условиях по
дублирующему счетчику:**

Данные счетчиков						
Наименование				FlowSic 600	USZ 08	
Заводской номер						
Свидетельство о поверке		№				
		дата поверки				
		действительно до				
Результаты сличения						
Дата	Время	Расход в р.у., м³/ч		Абсолютная погрешность, м³/ч	Относительная погрешность, %	Результат сравнения
		FlowSic 600	USZ 08			

Контроль скорости звука:

Значения измерений				
№ луча	Скорость звука, м/с	Разница с расчетной, %	Допустимое относительное отклонение скорости звука, %	Результат

Контроль нулевого расхода:

Значения измерений			
№ луча	Скорость газа, м/с	Предельная абсолютная погрешность измерения скорости газа, м/с	Результат

Ответственное лицо
метрологической службы
организации

Подпись

Инициалы, фамилия

Приложение В (Измененная редакция, Изм. № 1)