

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

« 13 »

сентября

2018 г.

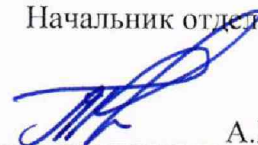
ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений
Расходомеры газа ультразвуковые марки MPU серии С

Методика поверки

МП 0842-13-2018

Начальник отдела НИО-13



А.И. Горчев

Тел. (843)272-11-24

г. Казань
2018 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»
ООО Завод «Саратовгазавтоматика»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая методика распространяется на расходомеры газа ультразвуковые марки MPU серии С (далее – расходомеры), изготавливаемые ООО Заводом «Саратовгазавтоматика» и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 4 года.

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования;
- ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия;
- ГОСТ 30319.2-2015 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода
- ГОСТ 6651-2009 Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля
- ГОСТ Р 8.618-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расходов газа;

Примечание – При применении настоящей инструкции целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей инструкцией следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование	8.2	+	+
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях	8.3	+	+
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки	8.3.1	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом ^{*)}	8.3.2	+	+
Определение абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры	8.4	+	+
Определение приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления и температуры	8.5	+	+
Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, обусловленный программной реализацией алгоритма вычисления	8.6	+	-
Примечание: В случае если владелец расходомера не использует измерительные каналы температуры и давления допускается не проводить поверку по п. 8.4, 8.5 и 8.6			

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– установка поверочная расходоизмерительная, рабочая среда: воздух, диапазон воспроизведения единиц объемного расхода газа от 0,0003 до 16000 м³/ч, СКО от 0,01 до 0,03, НСП от 0,05 до 0,12, расширенная неопределенность при коэффициенте охвата k=2 от 0,06 до 0,11%.

– рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618-2014 (установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: воздух или природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера, с пределом основной относительной погрешности ±0,3%);

– национальные эталоны в рамках соглашения CIPM MRA (установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: воздух или природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера, с пределом основной относительной погрешности ±0,23% (или средним квадратическим отклонением результатов измерений не более 0,05% при 11 независимых измерениях, и неисключенной систематической погрешности не превышающей 0,1%);

– частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/4, диапазон от 1 мГц до 200МГц, пределы относительной погрешности $\pm 2 \times 10^{-7}$; (№ в Госреестре 56478-14)

– барометр aneroid БАММ-1, диапазон от 80 до 106 кПа, цена деления 0,1 кПа, предел допускаемой дополнительной погрешности ±0,5 кПа; (№ в Госреестре 5738-76)

– термометр лабораторный электронный ЛТ-300, диапазон измерения от минус 50 до плюс 300°С, пределы абсолютной погрешности ±0,05 °С; (№ в Госреестре 61806-15)

– калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ 260 Ех, диапазон: минус 50 до плюс 200 °С, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С, диапазон: от 0 до 25 мА, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,003$ мА. (№ в Госреестре 35062-07)

– Сертифицированное программное обеспечения для расчета скорости звука (Свидетельство об аттестации 61013-15).

3.2. Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

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

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- эксплуатационной документацией на поверяемый расходомер 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 расходомера и средств поверки.

4.3. Монтаж и демонтаж расходомера должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии и при отключенном напряжении питания, а также в соответствии с техникой безопасности и эксплуатационной документацией на расходомер. Конструкция соединительных элементов расходомера и поверочной установки должна обеспечивать надежность крепления расходомера 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 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- корпус расходомера и применяемых средств измерений должны быть заземлены в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- ко всем используемым средствам должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений;
- работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания;
- к работе должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию и обученные работе с расходомером и правилам техники безопасности;
- указания, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок», а также инструкциями по эксплуатации оборудования, его компонентов и применяемых средств поверки.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При проведении поверки должны соблюдаться условия по ГОСТ 8.395:

- температура окружающего воздуха (20 ± 10) °С*);
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Вибрация и внешнее магнитное поле (кроме земного) отсутствуют.

Примечание – *) При поверке расходомера имитационным методом без снятия расходомера с измерительной линии допускается определение относительной погрешности измерения объемного расхода газа расходомером при температуре окружающей среды от минус 25 °С до плюс 55 °С.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки расходомера выполняют следующие подготовительные работы:

7.1 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на расходомер.

7.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или поверительные клейма на используемые средства поверки.

7.3 Проверяют работоспособность расходомера и средств поверки в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.4 Проводят монтаж средств поверки согласно структурным схемам, указанным в руководстве по эксплуатации.

7.5 Включают и прогревают расходомер и средства поверки не менее 30 минут.

7.6 Остальную подготовку проводят согласно требованиям документации изготовителя расходомера и руководствам по эксплуатации средств поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должны быть установлены:

- комплектность расходомера;
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией;
- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей и отсутствие других дефектов, препятствующих его функционированию в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2. Опробование

Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее ПК) через вэб-интерфейс(IP-адрес 169.254.165.10), либо непосредственно при помощи встроенного интерфейса показывающего устройства расходомера.

8.2.1 При поверке расходомеров проливным методом убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении расхода газа на поверочной установке.

8.2.2 При поверке имитационным методом на месте эксплуатации убеждаются в показаниях расходомера по измерительным каналам расхода, давления и температуры до выполнения процедуры перекрытия расхода.

8.2.3 При поверке имитационным методом при снятии расходомера с газопровода убеждаются в показаниях по измерительным каналам расхода, давления и температуры расходомера любым доступным способом, задавая расход вентилятором, компрессором и т.п. Воздушный поток не должен превышать значения по скорости в 20 м/с.

Результаты опробования считают положительными, если значение скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в п. 6.

8.2.4 Проверка соответствия ПО

Для проверки соответствия ПО необходимо включить расходомер. После подачи питания встроенное ПО расходомера выполняет ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета и публикации контрольной суммы. При этом на показывающем устройстве расходомера должны отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО.

Идентификационные данные поверяемого расходомера должны соответствовать представленным в описании типа.

8.3 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки

Допускается проводить поверку и выдавать свидетельство о поверке для ограниченного диапазона объемного расхода газа на основании письменного заявления владельца расходомера.

Поверочная установка и метод поверки выбирается согласно приложению Б.

8.3.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки методом прямых измерений

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$ и Q_{\min} . 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 расхода $\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

Определяют относительную погрешность расходомера, в процентах, по формуле

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где Q_{etal} – расход по показаниям эталонной установки.

Q_{ic} – расход по показаниям расходомера.

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

Расходомер считается прошедшим поверку если значения относительной погрешности не превышают значений указанных в таблице 2

Таблица 2

Рабочее давление эксплуатации расходомера, МПа	До 1,2	Свыше 1,2	
	включительно	на повышенном давлении	на атмосферном давлении
Условие проведения поверки	на атмосферном давлении	на повышенном давлении	на атмосферном давлении
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с, % в диапазоне $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ в диапазоне $Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3(0,5)^*$	$\pm 0,5$
	$\pm 0,5$	$\pm 0,5(0,7)^*$	$\pm 0,7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций MPU 600с, % в диапазоне $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ в диапазоне $Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 0,5$ $\pm 0,7$		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций MPU 200с, % в диапазоне $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ в диапазоне $Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 1,5$ $\pm 2,0$		

8.3.1.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки методом прямых многократных измерений

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{max} , $0,7Q_{max}$, $0,5Q_{max}$, $0,3Q_{max}$, $0,1Q_{max}$ и Q_{min} . 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 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 объемного расхода, полученные по показаниям расходомера Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле:

$$Q_{ic} = Q_{icn} \frac{P_e T_i z_t}{P_i T_e z_e}, \quad (2)$$

где P_e – давление газа на участке эталонных преобразователей;

P_i – давление газа на участке поверяемого расходомера;

T_e – температура газа на участке эталонных преобразователей;

T_i – температура газа на участке поверяемого расходомера;

z_i – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемых расходомеров;

z_e – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Примечание: допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему газа.

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

Таблица 3

Среднее значение расхода	Расход (эталонное значение)	Расход (показания расходомера)	Девияция	Среднеарифметическая девияция
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 девияции fp_i рассчитывают в процентах по формуле

$$fp_i = \left(\frac{Q_{ic}}{Q_{ie}} - 1 \right) \cdot 100\% . \quad (3)$$

Значение среднеарифметической девияции рассчитывают по формуле

$$fp_{Q_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n fp_i , \quad (4)$$

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} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$, Q_{\min} .

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

$$S_{V_j} = \frac{100}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ic}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(Q_{ic} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ic} \right)^2}{n(n-1)}} . \quad (5)$$

Рассчитывают доверительные границы ε случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле

$$\varepsilon = t_{n0,95} S_V , \quad (6)$$

где $t_{n0,95}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степенью свободы n , (определяют по приложению Д ГОСТ Р 8.736-2011);

S_Q – максимальное среднеквадратическое отклонение среднего результата измерений ($S_Q = \max_j S_{Q_j}$).

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

$$WME = \frac{\sum_{j=1}^m k_j \cdot fp_{Q_j}}{\sum_{j=1}^m k_j}, \quad (7)$$

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

$$AF = \frac{1}{1 + \frac{WME}{100}} \quad (8)$$

Корректируют показания расходомера по рассчитанному корректировочному коэффициенту AF (умножением на AF), результаты оформляют в виде таблицы 4.

Примечание – *) Допускается использование корректировочных коэффициентов, определенных для каждого значения расхода.

Таблица 4

Среднее значение расхода	Расход, эталонное значение	Расход, скорректированные показания расходомера	Скоррект. девиация	Среднеарифметическая скорректированная девиация
м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч	%	%
Q_j	Q_{1e}	Q_{1k}	fpk_1	fpk_{Q_j}
	Q_{2e}	Q_{2k}	fpk_2	
	
	Q_{ne}	Q_{nk}	fpk_n	

Определяют границы неисключенной систематической погрешности по формуле

$$\Theta = \begin{cases} \pm \left(\sum_{l=1}^N |\Theta_l| + |\Theta_{cal}| \right), & \text{при } N < 3 \\ \pm 1,1 \sqrt{\sum_{l=1}^N \Theta_l^2 + \Theta_{cal}^2}, & \text{иначе} \end{cases}, \quad (9)$$

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 ($\Theta_{cal} = \max_{Q_j} |fpk_{Q_j}|$).

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисключенных систематических погрешностей по формуле

$$S_{\Theta} = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^N \Theta_l^2 + \Theta_{cal}^2}{3}}. \quad (10)$$

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_V^2 + S_{\Theta}^2}. \quad (11)$$

Определяют границу относительной погрешности результата измерений по формуле

$$\delta = S_{\Sigma} \frac{\Theta + \varepsilon}{S_{\Theta} + S_V}. \quad (12)$$

Расходомер считается прошедшим поверку если значения относительной погрешности не превышают значений, указанных в таблице 5

Таблица 5

Рабочее давление эксплуатации расходомера, МПа	До 1,2	Свыше 1,2	
	включительно		
Условие проведения поверки	на атмосферном давлении	на повышенном давлении	на атмосферном давлении
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с, % в диапазоне $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ в диапазоне $Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3(0,5)^*$	$\pm 0,5$
	$\pm 0,5$	$\pm 0,5(0,7)^*$	$\pm 0,7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций MPU 600с, % в диапазоне $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ в диапазоне $Q_{min} \leq Q < Q_t$		$\pm 0,5$	
		$\pm 0,7$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций MPU 200с, % в диапазоне $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ в диапазоне $Q_{min} \leq Q < Q_t$		$\pm 1,5$	
		$\pm 2,0$	

8.3.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом

8.3.2.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом после демонтажа расходомера с измерительной линии.

На фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащенные штуцерами для подачи поверочной среды в корпус расходомера, а также гильзами для монтажа датчика температуры. Подключаются датчики давления и температуры.

В качестве поверочной среды рекомендуется использовать азот газообразный особой чистоты по ГОСТ 9293-74. Для расходомеров, бывших в эксплуатации, его внутренняя полость перед заполнением азотом должна быть продута тем же самым азотом. Заполнив корпус расходомера измеряемой средой до давления $P_{абс} \approx 0,5$ МПа, дожидаются стабилизации её температуры и давления.

Расходомер помещается в контрольное помещение, закрывается со стороны фланцев. Проверяется стабилизация температуры в пределах 2 °С в течение 15 минут. Поверка начинается, если изменение среднего по всем хордам значения скорости звука в газе в течение 15 минут не будет превышать $0,2$ м/с.

Расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей, т.к. это может вызвать внутри него конвекционные потоки.

Рассчитывают значение скорости звука в поверочной среде. Скорость звука в поверочной среде определяют в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

Измерения проводятся в течении 5 минут с осреднением полученных результатов.

Расходомер считается прошедшим поверку, если

1) Измеренные значения скорости газа при нулевом расходе за 300 с не превышают значений по абсолютной величине:

0,006 м/с для расходомеров MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с;

0,012 м/с для расходомеров MPU 600с;

0,024 м/с для расходомеров MPU 200с.

2) отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны находиться в пределах

0,2% для расходомеров MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с;

0,3% для расходомеров MPU 600с;

0,4% для расходомеров MPU 200с.

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,1\%$ для расходомеров MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с;

$\pm 0,2\%$ для расходомеров MPU 600с;

8.3.2.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом без снятия с измерительной линии.

Перед началом поверки изолируют участок трубопровода с расходомером. Поверка проводится при рабочем давлении и при стабильной температуре окружающей среды. Расходомер и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей и т.п., так как это может вызвать образование конвекционных потоков внутри расходомера.

Проверяется стабилизация температуры газа в пределах 2 °С в течение 15 минут. Поверка начинается, если изменение среднего по всем хордам значения скорости звука в газе в течение 15 минут не будет превышать $0,2$ м/с. Погрешность измерения (с учетом дрейфа) давления не должна превышать $\pm 0,1\%$, температуры $\pm 0,2$ °С.

Рассчитывают значение скорости звука в поверочной среде. Скорость звука в поверочной среде определяют в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств. Допускается применение методов расчета скорости звука с относительной методической погрешностью не более $0,3\%$. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

Измерения проводятся в течении 5 минут с осреднением полученных результатов.

Находят разность между значением скорости звука, полученным в результате измерений, и значением скорости звука, полученным расчетным методом.

Результаты определения метрологических характеристик при измерении расхода газа имитационным методом считают положительными, если:

1) Измеренные значения скорости газа при нулевом расходе за 300 с не превышают значений по абсолютной величине:

0,006 м/с для расходомеров MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с;

0,012 м/с для расходомеров MPU 600с;

0,024 м/с для расходомеров MPU 200с.

2) отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны находиться в пределах

0,2% для расходомеров MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с;

0,3% для расходомеров MPU 600с;

0,4% для расходомеров MPU 200с.

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,1\%$ для расходомеров MPU 1600с, MPU 1200с и MPU 800с;

$\pm 0,2\%$ для расходомеров MPU 600с;

Примечание – Определение метрологических характеристик расходомера без снятия с измерительной линии может быть применено только в том случае, если отрезок трубопровода с вмонтированным расходомером газа, может быть полностью перекрыт, в измерительном корпусе полностью отсутствует течение газа.

8.3.2.3 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях расходомера при имитационном методе поверки представлены в описании типа.

8.4 Определение абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры

8.4.1 Для определения абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры необходимо к резистивному входу расходомера подключить магазин сопротивлений.

8.4.2 Устанавливать на магазине сопротивлений поочередно сопротивление согласно таблице 4 составленной по ГОСТ 6651.

Таблица 4 – Номинальные статические характеристики для термопреобразователя сопротивления Pt100

Сопротивление, Ом	Температура, °С
92,16	-20
96,09	-10
100,00	0
103,9	10
107,79	20
111,67	30
115,54	40
119,40	50
123,24	60
127,08	70

8.4.3 Считать измеренные значения температуры с показывающего устройства расходомера или с помощью браузера персонального компьютера.

Вычислить абсолютную погрешность при преобразовании сопротивления в значение температуры в каждой точке по формуле

$$\Delta T_j = T_{\text{изм}} - T_{\text{табл}} \quad (13)$$

где $T_{\text{изм}}$ – считанное значение температуры с показывающего устройства расходомера или с помощью браузера персонального компьютера, °С;
 $T_{\text{табл}}$ – табличное значение температуры соответствующее заданному сопротивлению.

8.4.4 За абсолютную погрешность расходомера при преобразовании сопротивления в значение температуры принимается наибольшее значение, полученное по формуле (13).

Расходомер считают прошедшим поверку, если значения абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры не превышают $\pm 0,15$ °С.

8.5 Определение приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления и температуры

8.5.1 Для определения приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления к токовому входу расходомера подсоединяют рабочий эталон единицы постоянного электрического тока. Эталоном задают пять значений токового сигнала 4, 8, 12, 16 и 20 мА. Значение индицируемого на расходомере токового значения считывают при помощи подключенного персонального компьютера через вэб-интерфейс (IP-адрес 169.254.165.10).

8.5.4 Для каждого заданного значения тока определяют приведенную погрешность γ_{Ip} по формуле

$$\gamma_{Ip} = \frac{I_p - I_D}{16} \cdot 100\%, \quad (14)$$

где: I_p – индицируемое значение тока по каналу давления, мА;

I_K – заданное на калибраторе значение тока, мА.

8.5.5 Расходомер считают прошедшим поверку, если значения приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления расходомера не превышают $\pm 0,1\%$.

8.6 Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, обусловленный программной реализацией алгоритма вычисления

8.6.1 В расходомер при помощи вэб-интерфейса (IP-адрес 169.254.165.10) заносят температуру давление и состав газа указанные в контрольных примерах ГОСТ 30319.2-2015.

8.6.2 Погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, обусловленный программной реализацией алгоритма вычисления рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{ст}} = \frac{k_{MPU} - k_{\text{ГОСТ}}}{k_{\text{ГОСТ}}} \cdot 100\% , \quad (15)$$

где k_{MPU} – коэффициент сжимаемости индицируемый на испытуемом расходомере;

$k_{\text{ГОСТ}}$ – коэффициент сжимаемости указанный в контрольных примерах нормативных документов.

8.6.3 Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, обусловленный программной реализацией алгоритма вычисления не превышает $\pm 0,01\%$.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1. Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

9.2. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года.

9.3. При отрицательных результатах поверки расходомера не допускают к применению и выполняют процедуры, предусмотренные «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года.

Приложение А
(обязательное)
Примеры расчета физических свойств природного газа

Таблица А.1 Исходные данные для расчета физических свойств смесей, имитирующих природных газ

Исходные данные	Смеси	
	№ 1	№ 2
Плотность при стандартных условиях, кг/м ³	0,7000	0,8263
Молярная доля азота	0,003	0,057
Молярная доля диоксида углерода	0,006	0,076

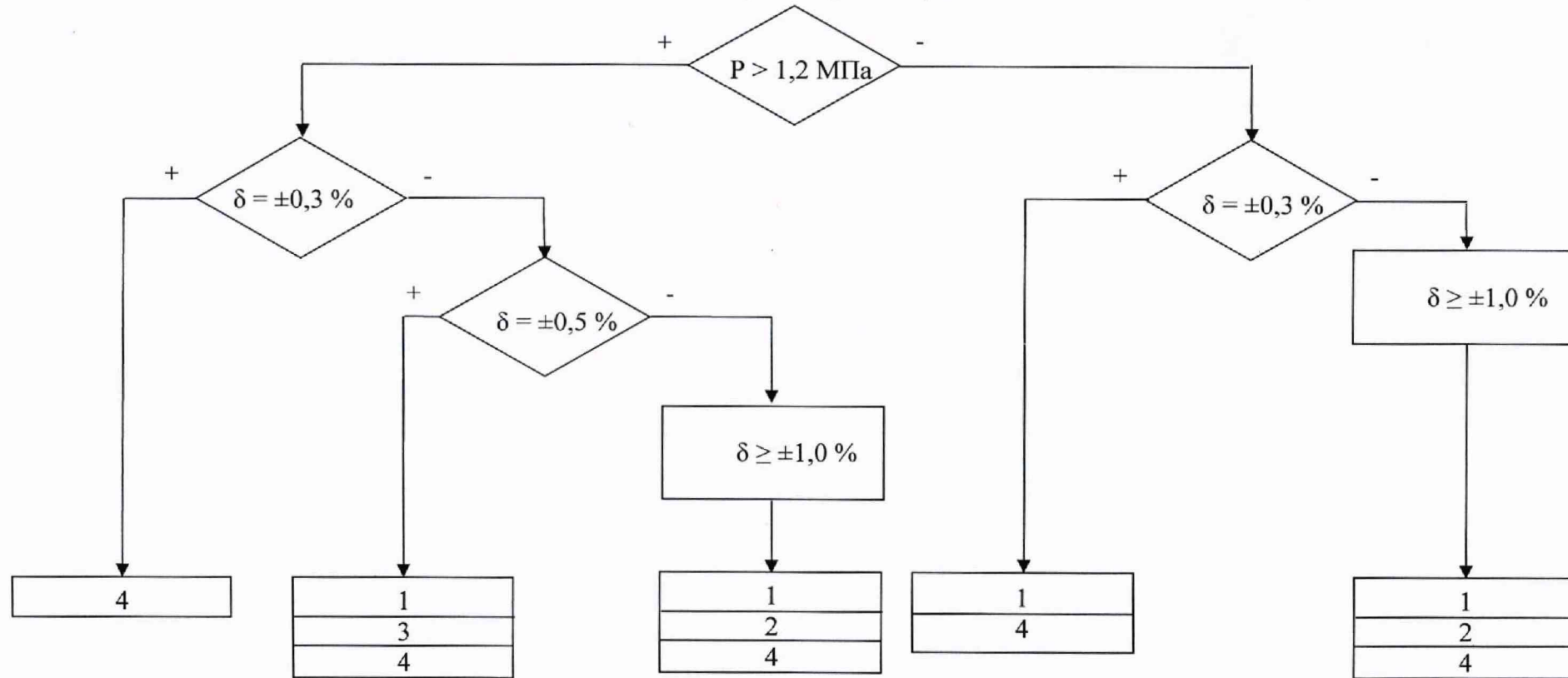
Таблица А.2 – Расчетные значения физических свойств для смеси №1

Т, К	р, МПа	ρ, кг/м ³	z	u, м/с	κ	μ, мПа·с
250,00	0,1	0,8112	0,9966	402,4	1,314	9,47
300,00	0,1	0,6749	0,9982	437,9	1,294	11,16
350,00	0,1	0,5780	0,9990	469,6	1,275	12,71
250,00	2,0	17,368	0,9310	390,1	1,322	9,68
300,00	2,0	13,983	0,9636	431,1	1,299	11,29
350,00	2,0	11,784	0,9801	465,8	1,278	12,80
250,00	5,0	49,146	0,8225	374,1	1,376	10,77
300,00	5,0	36,947	0,9117	425,1	1,336	11,96
350,00	5,0	30,287	0,9533	464,0	1,304	13,32
250,00	7,5	82,728	0,7329	364,8	1,468	12,40
300,00	7,5	57,885	0,8729	425,4	1,397	12,96
350,00	7,5	46,341	0,9346	467,0	1,348	14,10

Таблица А.3 – Расчетные значения физических свойств смеси №2

T, К	p, МПа	ρ , кг/м ³	z	w, м/с	k	μ , мкПа с
250,00	0.1	0,9576	0,9964	368,0	1,297	9,65
300,00	0.1	0,7967	0,9980	400,6	1,278	11,40
350,00	0.1	0,6823	0,9989	429,6	1,260	13,01
250,00	2.0	20,621	0,9254	355,9	1,306	9,88
300,00	2.0	16,550	0,9608	394,0	1,285	11,54
350,00	2.0	13,932	0,9784	426,0	1,264	13,11
250,00	5.0	59,222	0,8055	339,0	1,362	11,08
300,00	5.0	43,950	0,9045	387,8	1,322	12,24
350,00	5.0	35,904	0,9491	424,0	1,291	13,65
250,00	7.5	101,70	0,7036	327,3	1,453	12,88
300,00	7.5	69,162	0,8622	387,2	1,383	13,30
350,00	7.5	55,056	0,9284	426,3	1,334	14,45

Приложение Б
(справочное)
Блок-схема выбора поверочной установки



- 1- Установка поверочная, работающая на воздухе при атмосферном давлении СКО 0,05%% (при 11 независимых измерениях), НСП 0,04%, поверка согласно п. 8.3.1.1;
 2- Установка поверочная, работающая на воздухе при атмосферном давлении, с расширенной неопределенностью воспроизведения величины объемного расхода $U_{0,95}=0,3\%$, поверка согласно п. 8.3.1.1;
 3- Установка поверочная, работающая на природном газе при избыточном давлении, с расширенной неопределенностью воспроизведения величины объемного расхода $U_{0,95}=0,3\%$, поверка согласно п. 8.3.1.1;
 4 - Установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомер, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,23\%$, %, поверка согласно п. 8.3.1.2;

Условные обозначения:

P – рабочее абсолютное давление расходомеров, МПа;

δ – пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях расходомеров, %.