

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ -
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора филиала ВНИИР –
филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»



А.С. Тайбинский
«31» марта 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КТМ700 РУС

Методика поверки

МП 1399-13-2022

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев
Тел. (843)272-11-24

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика применяется для поверки счетчиков газа ультразвуковых КТМ700 РУС (далее – счетчики), используемых в качестве средства измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расхода газа, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2825, государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621.

1.2 Настоящая методика устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы объемного расхода газа в соответствии с:

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2825, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 118-2017;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2018;

1.4 При определении метрологических характеристик установок используются методы передачи единиц непосредственным сличением и прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Для поверки счетчиков должны быть выполнены операции, указанные в таблице

1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки средства измерений	Да	Да	12
Примечания: 1 При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку счетчика прекращают. 2 Допускается возможность проведения поверки счетчика для меньшего числа измеряемых величин: времени, вычисления массового расхода, массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям. Результаты поверки оформляются согласно пункту 12 настоящей методики с указанием объема проведенной поверки.			

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7

При проведении поверки счетчика используется комплектное программное обеспечение, устанавливаемое на персональный компьютер, предназначенное для конфигурирования, параметризации и диагностики счетчика (KTM Smart Stream или УЗПР – Контроль).

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

При проведении поверки имитационным методом рекомендуется использование в качестве поверочной среды однокомпонентный неагрессивный газ с известными физическими свойствами, например, азот технический 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на применяемых средствах поверки;
- знать требования данного документа;
- обладать навыками работы по данному документу.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Пункты 8.2, 10.1	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда, поверочная среда: воздух при атмосферном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,2$ % (при $p=0,95$)	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 4 до 6500 м ³ /ч (регистрационный № 3.2.ДУЮ.0002.2019)
	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда, поверочная среда: природный газ при избыточном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,3$ % (при $p=0,95$)	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 500 до 70000 м ³ /ч (регистрационный № 3.7.ЕЕЕ.0009.2021)

Окончание таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Пункт 10.3	Рабочий эталон единиц времени и частоты 4 разряда: диапазон измерений интервалов времени от 0,01 до 10000 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени $\pm 1 \cdot 10^{-8} \%$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/5 (регистрационный номер 75631-19)
Пункт 10.2	Средство измерений температуры: диапазон измерений от минус 25 до плюс 55 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Термометр сопротивления платиновый ТСП 002 (регистрационный номер 41891-09)
Пункт 10.2	Средство измерений давления: верхний предел измерений 45 МПа, класс точности 0,25.	Манометр деформационный образцовый с условной шкалой типа МО (регистрационный номер 43816-10)
Пункты 7, 8, 9, 10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (регистрационный номер 46434-11)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 5 \%$	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5 \text{ кПа}$	
Примечания: 1 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений; 2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», «Правилами техники

безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», инструкций по охране труда, действующих на объекте, а также требования по безопасности на средства поверки и поверяемые счетчики, изложенные в их эксплуатационных документах.

6.2 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие показаний с приборов.

6.4 Подключение средств поверки к счетчику проводится в соответствии с эксплуатационными документами средств поверки и счетчика.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие счетчика следующим требованиям:

- комплектность счетчика должна соответствовать описанию типа средства измерений;
- надписи и обозначения на счетчике и маркировочной табличке должны быть четкими и соответствовать требованиям технической документации изготовителя;
- на счетчике должны отсутствовать механические повреждения, препятствующие его применению.

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются требования, приведенные в пункте 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверяют комплектность эксплуатационной документации на счетчик;
- проверяют работоспособность счетчика и средств поверки в соответствии с руководством по эксплуатации;
- проводят монтаж средств поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- включают и прогревают счетчик и средства поверки не менее 30 мин.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность счетчика в соответствии с руководством по эксплуатации без определения метрологических характеристик

Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого счетчика и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи «УЗПР – Контроль» или KTM Smart Stream. При опробовании необходимо убедиться в отсутствии сигналов индикаторов «Ошибка» и «Предупреждение». При необходимости проводится квитирование сообщений в соответствии с эксплуатационной документацией.

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

Результаты опробования счетчика считают положительными, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) показаний счетчика.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения (далее – ПО) заявленным идентификационным данным.

9.1 Проверку идентификационных данных ПО счетчика с помощью «УЗПР – Контроль» проводят, в соответствии с руководством по эксплуатации следующим образом:

1. Включить питание счетчика
2. При помощи программного комплекса «УЗПР – Контроль» перейти в меню «ОБЗОР» (OVERVIEW)
3. Считать идентификационные данные ПО в разделе «Идентификация»

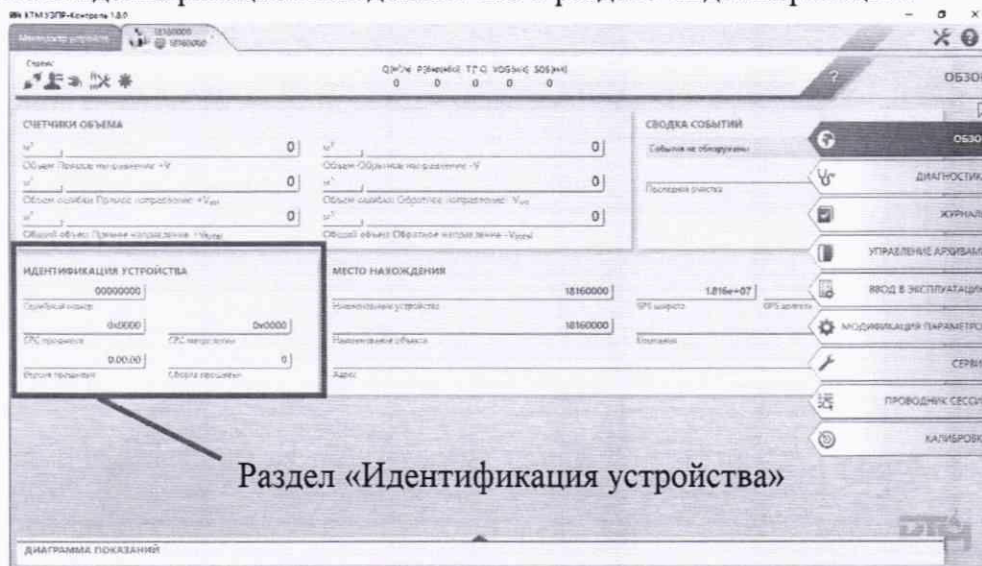


Рисунок 1 – Идентификация ПО с помощью «УЗПР – Контроль»

9.2 Проверку идентификационных данных ПО счетчика с помощью KTM Smart Stream проводят, в соответствии с руководством по эксплуатации следующим образом:

1. Установить соединение счетчика с программным обеспечением;
2. Открыть окно «Все устройства»;
3. В таблице устройств найти столбцы версии и контрольной суммы встроенного ПО;
4. Считать идентификационные признаки ПО.



Рисунок 2 – Идентификация ПО с помощью KTM Smart Stream

Примечание – доступ к идентификационным данным ПО можно получить без сервисного программного обеспечения, при помощи меню на дисплее счетчика.

Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО счетчика соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на счетчики газа ультразвуковые KTM700 РУС.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности счетчика при измерении объемного расхода на поверочной установке

10.1.1 При использовании рабочего эталона единицы объемного расхода газа 1 разряда, поверочная среда: природный газ при избыточном давлении, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,3 \%$ (при $p=0,95$).

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.

Допускается ограничивать верхнюю границу диапазона измерений объемного расхода газа $0,7Q_{\max}$ для типоразмеров счетчиков более DN450.

На каждом значении расхода проводят не менее пяти измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям счетчика Q_{icn} , м³/ч, приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} м³/ч, по формуле

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

где P_e – давление среды на участке эталонных преобразователей, кПа;

P_i – давление среды на участке поверяемых счетчиков, кПа;

T_e – температура среды на участке эталонных преобразователей, К;

T_i – температура газа среды на участке поверяемых счетчиков, К;

z_i – фактор сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемых счетчиков;

z_e – фактор сжимаемости среды, 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 эталона фиксируют и оформляют в виде таблицы 3.

Таблица 3

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

Значения девияции fp_i , %, рассчитывают по формуле

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

Значение среднеарифметической девиации fp_{Qj} , %, 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 объемного расхода S_{Qj} , %, 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

$$\varepsilon = t_{n0.95} S_Q, \quad (5)$$

где $t_{n0.95}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степенью свободы n , (определяют по приложению Д ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения);

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

После заполнения таблицы 3 для всех точек по расходу определяют средневзвешенную девиацию WME по формуле

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

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

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	Расход, (эталонное значение)	Расход, (скорректированные показания счетчика)	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 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 ($\Theta_{cal} = \max_{Q_j} |fpk_{Q_j}|$), %.

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисклученных систематических погрешностей S_Θ , %, по формуле

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

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность S_Σ , %, по формуле

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

Определяют относительную погрешность счетчика δ , %, по формуле

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

Относительная погрешность счетчика не должна превышать значения, указанные в таблице Б.1 приложения Б.

10.1.2 При использовании рабочего эталона единицы объемного расхода газа 1 разряда, поверочная среда: воздух при атмосферном давлении, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,2$ % (при $p=0,95$).

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. 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 $\pm 0,01Q_{\max}$. Для счетчиков типоразмеров более DN450 допускается не производить измерения при $Q_{\max}$.

На каждом значении расхода проводят не менее трех измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям счетчика Q_{icn} , м³/ч, приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} м³/ч, по формуле (1)

Определяют относительную погрешность δ , %, по формуле

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} 100, \quad (12)$$

где Q_{etal} – эталонное значение расхода, м³/ч.

Относительная погрешность счетчика не должна превышать значения, указанные в таблице Б.1 приложения Б.

Примечание – допускается введение корректировочных коэффициентов.

10.1.3 Для счетчиков с номинальным диаметром DN450 и более допускается проводить поверку на поверочной установке с верхним пределом воспроизведения расхода Q_{max} установки. Для диапазона от Q_{min} установки до Q_{max} значение пределов допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях подтверждается имитационным методом в соответствии с 10.2. При положительных результатах поверки пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях не превышают $\pm 0,5\%$ в диапазоне от Q_{min} до Q_{max} счетчика.

10.2 Определение относительной погрешности счетчика при измерении объемного расхода имитационным методом

10.2.1 Определение метрологических характеристик имитационным методом после демонтажа счетчика с измерительной линии

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

Счетчик 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.

Проводят не менее пяти измерений скорости звука и скорости газа. Измерения проводятся в течение 15 мин с осреднением полученных результатов.

Для каждой пары ультразвуковых лучей полученное значение скорости газа не должно превышать 0,03 м/с;

Значение скорости звука не должно отличаться от расчетной величины более чем на 0,3 %;

Взаимные отклонения скоростей звука измерительных лучей не должны превышать 0,3 %;

Для модификаций с контрольным счетчиком взаимные отклонения скоростей звука по дублирующему лучу контрольного счетчика и среднему значению по 4 лучам измерительного счетчика не должны превышать 0,6 %.

10.2.2 Определение метрологических характеристик счетчика без снятия с измерительной линии

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

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

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

Рекомендуется производить продувку и последующее заполнение участка трубопровода с счетчиком однокомпонентным неагрессивным газом с известными физическими свойствами, например, азотом техническим 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия.

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

Проводят не менее пяти измерений скорости звука и скорости газа. Измерения проводятся в течение 15 мин с осреднением полученных результатов.

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

Для каждой пары ультразвуковых лучей полученное значение скорости газа не должно превышать $0,03\text{ м/с}$;

Значение скорости звука не должно отличаться от расчетной величины более чем на $0,3\%$;

Взаимные отклонения скоростей звука измерительных лучей не должны превышать $0,3\%$;

Для модификаций с контрольным счетчиком взаимные отклонения скоростей звука по дублирующему лучу контрольного счетчика и среднему значению по 4 лучам измерительного счетчика не должны превышать $0,6\%$.

Примечание – Данная процедура может применяться, при необходимости, в качестве периодической проверки работоспособности счетчика, а также как средство контроля метрологических характеристик счетчика в процессе эксплуатации.

10.3 Определение относительной погрешности счетчика при измерении времени.

Определение относительной погрешности счетчика при измерении времени проводят при помощи частотомера. Продолжительность поверки 9999 секунд. При запуске частотомера снимают показания времени счетчика $\tau_{нач}$, с. Через 9999 секунд по показаниям частотомера снимают показания времени $\tau_{кон}$, с.

Определяют относительную погрешность измерения времени δ_{τ} , %, по формуле

$$\delta_{\tau} = \frac{\tau_{кон} - \tau_{нач} - 9999}{9999} 100. \quad (13)$$

Относительная погрешность счетчика при измерении времени не должна превышать $\pm 0,01\%$.

10.4 Определение относительной погрешности вычисления массового расхода, массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

С помощью программного обеспечения в счетчик вводят следующие данные: компонентный состав газа, рабочие значения давления и температуры.

Рассчитывают относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа δ_K , %, по формуле

$$\delta_K = \frac{K_{\text{выч}} - K_{\text{расч}}}{K_{\text{расч}}} 100, \quad (14)$$

где $K_{\text{выч}}$ – вычисленное счетчиком значение коэффициента сжимаемости газа на дисплее программного обеспечения;

$K_{\text{расч}}$ – расчетное значение коэффициента сжимаемости газа, рассчитанное по соответствующим нормативным документам (контрольные значения теплофизических свойств влажного нефтяного газа, рассчитанные по ГСССД МР 113-03 «Определение плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного нефтяного газа в диапазоне температур 263...500 К при давлениях до 15 МПа» приведены в приложении А; контрольные значения для природного газа – приведены в 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»).

Относительную погрешность вычисления массового расхода, массы, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяют, как относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа.

Относительная погрешность счетчика при вычислении массового расхода, массы, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям не должна превышать $\pm 0,005\%$.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Счетчик считается прошедшим поверку, если по пунктам 7 – 9 соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пунктам 10.1 – 10.4 соответствуют заявленным требованиям.

В случае подтверждения соответствия счетчика метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и счетчик признают пригодным к применению.

В случае, если соответствие счетчика метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и счетчик признают непригодным к применению.

12 Оформление результатов поверки средства измерений

12.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, содержащий результаты по каждой операции (в зависимости от объема проведенной поверки), указанной в таблице 1, заключения по результатам поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляют свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии).

12.4 При отрицательных результатах поверки счетчик к применению не допускают, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Приложение А (обязательное)

Контрольные примеры расчета теплофизических свойств влажного нефтяного газа.

Исходные данные:

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей
1	Концентрации компонентов газа в молярных процентах	
1.1	Метан	60,0
1.2	Этан	10,0
1.3	Пропан	20,0
1.4	Бутан	3,85
1.5	И-бутан	2,0
1.6	Пентан	1,0
1.7	И-пентан	1,0
1.8	Гексан	0,5
1.9	Гептан	0,5
1.11	Азот	1,0
1.12	Диоксид углерода	0,15
1.13	Сероводород	0,00
1.14	Кислород	0,00
2	Абсолютная влажность, г/м ³	7,42
3	Температура газа, °С	10
4	Давление газа, атм.	7

Расчетные данные:

t °С	P атм.	K безразм.	ρ кг/м ³	κ безразм.
10	1,0	0,9993	1,194	1,1970
10	7,0	0,9590	8,710	1,1807
20	1,0	1,0000	1,153	1,1927
20	7,0	0,9640	8,369	1,1784

Где t – температура газа;
 P – абсолютное давление газа;
 K – коэффициент сжимаемости газа;
 ρ – плотность газа;
 κ – показатель адиабаты газа.

Приложение Б
(обязательное)

Пределы допускаемой относительной погрешности счетчиков газа ультразвуковых КТМ700 РУС при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях

Таблица Б.1 – Пределы допускаемой относительной погрешности счетчиков газа ультразвуковых КТМ700 РУС

Модификация счетчика (количество лучей)	Допустимое рабочее давление эксплуатации, МПа ¹⁾	Метод проведения поверки	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %	
			в диапазоне от Q_t до Q_{max}	в диапазоне от Q_{min} до Q_t
4 луча и 8 лучей	Не ограничено	- при поверке счетчиков на поверочной установке с доверительными границами относительной погрешности не более $\pm 0,2\%$ (на воздухе при атмосферном давлении); - при имитационной периодической поверке, при условии первичной поверки проливным методом; - при имитационной поверке (первичной и периодической) счетчиков типоразмеров DN200 и более	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
	Не ограничено	при имитационной поверке (первичной и периодической) счетчиков типоразмеров DN150 и менее	$\pm 0,7$	$\pm 1,0$
	Не выше 1,2	- при поверке на поверочной установке с доверительными границами относительной погрешности не более $\pm 0,2\%$ (на воздухе при атмосферном давлении)	$\pm 0,5^{2)}$	
	от 0,1 до 24	- при поверке на поверочной установке с доверительными границами относительной погрешности не более $\pm 0,3\%$ (на природном газе с избыточным давлением) ³⁾	$\pm 0,5^{2)}$	
1 луч (дублирующая система с контрольным счетчиком)	Не ограничено	При имитационной поверке	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
		При поверке на поверочной установке (на воздухе или природном газе)	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$

Окончание таблицы Б.1

Примечания:

¹⁾ Не может превышать расчётное давление счетчика, соответствующее классу фланцевого соединения

²⁾ Для счетчиков с номинальным диаметром DN450 и более допускается проводить поверку на поверочной установке с верхним пределом воспроизведения расхода $Q_{\max}$ установки. Для диапазона от $Q_{\max}$ установки до $Q_{\max}$ значение пределов допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях подтверждается имитационным методом. При этом пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях не превышают $\pm 0,5\%$ в диапазоне от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$ счетчика.

³⁾ Диапазоны допустимого рабочего давления эксплуатации счетчика с сохранением заявленных метрологических характеристик в зависимости от $P_{\text{уср}}$ (давление газа при проливном методе поверки) приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2 – Диапазоны допустимого рабочего давления эксплуатации счетчика

Минимальное эксплуатационное давление, МПа	Максимальное эксплуатационное давление, МПа	$P_{\text{уср}}$, МПа
0,1	1,2	0,5
0,5	3	1
0,75	4,5	1,5
1	6	2
1,25	7,5	2,5
0,99	12	3
1,32	16	4
1,65	20	5
1,98	24	6

Примечание - Рекомендуется выбирать давление $P_{\text{уср}}$, наиболее приближенное к среднему рабочему давлению эксплуатации.

Таблица Б.3 – Диапазоны измерений расхода газа в зависимости от типоразмера счетчика

Типоразмер счетчика	Расход газа в рабочих условиях, м ³ /ч			Скорость газа, м/с	
	$Q_{\min}$	Q_t	$Q_{\max}$	V_t	$V_{\max}$
DN80	5	40	1000	1,5	61
DN100	8	65	1600	1,5	63
DN150	16	100	3000	1,5	52
DN200	20	160	4500	1,5	44
DN250	25	240	7000	1,5	44
DN300	35	310	8000	1,5	39
DN350	45	420	10000	1,5	36
DN400	60	550	14000	1,5	38
DN450	100	700	17000	1,5	37
DN500	130	850	20000	1,5	35
DN550	150	1000	24000	1,5	35
DN600	180	1200	32000	1,5	39
DN650	240	1400	35000	1,5	36
DN700	280	1700	40000	1,5	36
DN750	320	1900	45000	1,5	35
DN800	360	2200	50000	1,5	34
DN850	400	2500	55000	1,5	33
DN900	450	2800	66000	1,5	36
DN950	500	3100	70000	1,5	34

Окончание таблицы Б.3

Типоразмер счетчика	Расход газа в рабочих условиях, м ³ /ч			Скорость газа, м/с	
	$Q_{\min}$	Q_t	$Q_{\max}$	V_t	$V_{\max}$
DN1000	550	3400	80000	1,5	35
DN1050	600	3800	85000	1,5	34
DN1100	650	4100	90000	1,5	32
DN1150	700	4500	95000	1,5	34
DN1200	750	4800	100000	1,5	30
DN1300	900	5600	110000	1,5	28
DN1400	1000	6500	120000	1,5	27

Примечания:

 $Q_{\min}$ - минимальное значение расхода; $Q_{\max}$ - максимальное значение расхода; Q_t - пограничное значение расхода; $V_{\max}$ - значение максимальной скорости газа; V_t - значение пограничной скорости газа.