

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

2018 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Счетчики газа ультразвуковые КТМ700 РУС

Методика поверки

МП 0798-13-2018

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. (843)272-11-24

г. Казань
2018 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»
ООО «НПП Куйбышев Телеком-Метрология»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на счетчики газа ультразвуковые КТМ700 РУС (далее – счетчики) фирмы ООО «НПП КуйбышевТелеком-Метрология» и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Назначение средства измерений: Счетчики газа ультразвуковые КТМ700 РУС (далее – счетчики) предназначены для измерений и вычислений объема и объемного расхода газа при рабочих и стандартных условиях, массового расхода различных неагрессивных и агрессивных газов, в том числе природного и нефтяного газов.

Интервал между поверками – 4 года.

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- 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 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования;
- ГОСТ Р 8.618-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расходов газа;
- ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения;
- ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия;
- Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

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 выполняют следующие операции, указанные в таблице 1. При выполнении операций поверки, ведут протокол поверки произвольной формы.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик счетчика:	7.3		
- определение относительной погрешности измерения объемного расхода путем поверки на поверочной установке	7.3.1	Да	Да
- определение относительной погрешности измерения объемного расхода имитационным методом	7.3.2	Да	Да
- определение относительной погрешности при измерении времени	7.3.3	Да	Да
- определение относительной погрешности вычисления массового расхода, массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	7.3.4	Да	Нет
Оформление результатов поверки	8	Да	Да

Примечание - Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов: времени, вычисления массового расхода, массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям. Результаты поверки оформляются согласно п.8 настоящей методики с указанием поверенных каналов.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 №2825 (поверочная среда: воздух или природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределами основной относительной погрешности не более $\pm 0,3\%$);
- национальные эталоны в рамках соглашения СИМ МРА (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%);
- установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,23\%$
- секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2м, диапазон измерения и отработки интервалов времени от 0,01 до 9999,99 с, пределы погрешности измерения интервалов T времени $\pm(15 \cdot 10^{-6}T + 0,01)$ (регистрационный номер 65349-16);

- частотомер электронно-счетный ЧЗ-63, диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 200 МГц, по ДЛИИ 2.721.007-02 ТО (регистрационный номер 9084-90);
- термометр сопротивления типа ТСП, пределы измерений от минус 20 °С до 70 °С, предел допускаемой погрешности $\pm 0,1$ % (регистрационный номер 41891-09);
- манометр деформационный образцовый с условной шкалой МО с верхним пределом измерений 25 МПа, класс точности 0,25 (регистрационный номер 43816-10);

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

- Знак поверки наносится на свидетельство о поверке счетчика.

3.2 Программное обеспечение «УЗПР - Контроль», устанавливаемое на персональный компьютер, предназначенное для конфигурирования, параметризации и диагностики счетчика.

3.3 При проведении поверки имитационным методом рекомендуется использование однокомпонентного неагрессивного газа с известными физическими свойствами, например, азот технический 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293

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

3.5 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик, поверяемых СИ, с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- корпус счетчика 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 со счетчиком 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.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

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

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Вибрация и внешнее магнитное поле (кроме земного) отсутствуют.

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.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки счетчика выполняют следующие подготовительные работы:

6.1 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на счетчик.

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

6.3 Проверяют работоспособность счетчика и средств поверки в соответствии с руководством по эксплуатации.

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

6.5 Включают и прогревают счетчик и средства поверки не менее 30 минут.

6.6 Остальную подготовку проводят согласно требованиям документации изготовителя счетчика и руководствам по эксплуатации средств поверки.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должны быть установлены:

- комплектность счетчика;
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией;
- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей и отсутствие других дефектов.

7.2 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». При опробовании необходимо убедиться в отсутствии сигналов индикаторов Alarm и Warning. 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.

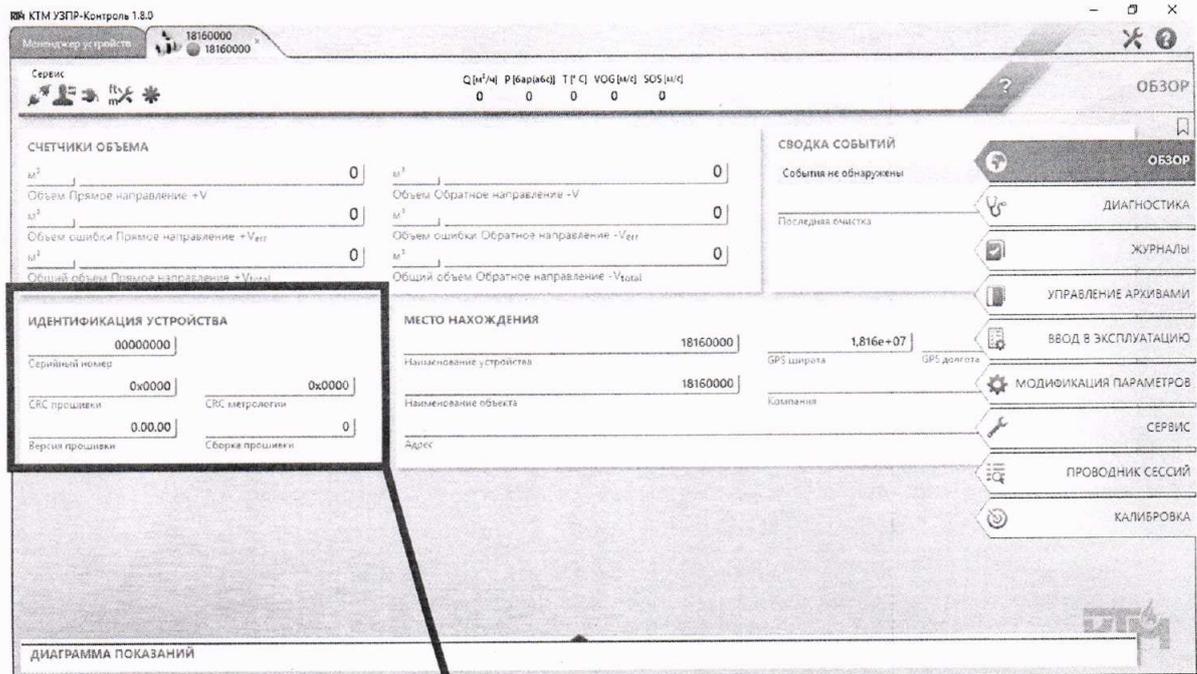
Счетчик считают выдержавшим поверку, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) показаний счетчика.

7.2.1 Подтверждение идентификации ПО.

Проверку идентификационных признаков ПО проводят, в соответствии с руководством по эксплуатации следующим образом:

Выполните следующую последовательность действий:

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



Раздел «Идентификация устройства»

Рисунок 1 – Идентификация ПО

Примечание: доступ к идентификационным признакам ПО можно получить без сервисного программного обеспечения УЗПР - Контроль, при помощи меню на дисплее счетчика.

Идентификационные признаки должны соответствовать указанным в описании типа.

7.3 Определение метрологических характеристик счетчика.

7.3.1 Определение относительной погрешности счетчиков при измерении объемного расхода на поверочной установке

7.3.1.1 При использовании поверочной установки с относительной погрешностью не более $\pm 0,23\%$ (природный газ).

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} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} 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;

P_i – давление среды на участке поверяемых счетчиков;

T_e – температура среды на участке эталонных преобразователей;

T_i – температура газа среды на участке поверяемых счетчиков;

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 установки фиксируют и оформляют в виде таблицы 2.

Таблица 2

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_{Qj}
		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 ($n \geq 5$),

Q_j – нижний индекс обозначает текущую точку по расходу и принимает значения Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$.

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

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

Рассчитывают доверительные границы ε случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле

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

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

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

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

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

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

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

m – число точек по расходу ($m = 5$).

Вычисляют корректировочный коэффициент AF^{*}) по формуле

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

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

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

Таблица 3

Среднее значение расхода	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 неисключенной систематической погрешности по формуле

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

где 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

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

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность по формуле

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

Определяют предел относительной погрешности результата измерений по формуле

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

Счетчик считается прошедшим поверку, если δ не превышает значений указанных в таблице Б.1 приложения Б.

7.3.1.2 При использовании поверочной установки со средним квадратическим отклонением результатов измерений не более 0,05 % при 11 независимых измерениях, и неисключенной систематической погрешности не превышающей 0,1 % (воздух).

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} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле (1)

Определяют относительную погрешность счетчика, в процентах, по формуле

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

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

Счетчик считается прошедшим поверку, если δ не превышает значений указанных в таблице Б.1 приложения Б.

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

7.3.1.3 При использовании поверочной установки на воздухе или природном газе с относительной погрешностью не более $\pm 0,3\%$ (воздух или природный газ).

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} .

При соотношении погрешностей установки и поверяемого счетчика 1/3 и менее на каждом значении расхода проводят не менее трех измерений, иначе, не менее 10 измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям счетчика Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле (1).

Определяют относительную погрешность счетчика при соотношении погрешностей установки и поверяемого счетчика 1/3 и менее, в процентах, по формуле

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} 100, \quad (13)$$

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

Счетчик считается прошедшим поверку, если δ не превышает значений указанных в таблице Б.1 приложения Б.

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

7.3.1.4 Для счетчиков 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 по-

грешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях подтверждается имитационным методом. При этом присваиваются следующие значения пределов допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях

$\pm 0,5\%$ в диапазоне от Q_{\min} до Q_t ;

$\pm 0,3\%$ в диапазоне от Q_t до Q_{\max} установки;

$\pm 0,5\%$ в диапазоне от Q_{\max} установки до Q_{\max} ;

7.3.2 Определение относительной погрешности измерения объемного расхода имитационным методом

7.3.2.1 Определение метрологических характеристик имитационным методом после демонтажа расходомера с измерительной линии.

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

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.

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

Расходомер считается прошедшим поверку, если

- для каждой пары приемников-передатчиков полученное значение скорости газа не превышает $0,03\text{ м/с}$,
- значение скорости звука отличается от расчетной величины не более чем на $0,3\%$.
- взаимные отклонения скоростей звука измерительных лучей не должны превышать $0,3\%$.
- для модификации $2r_{\text{plex}}$, взаимные отклонения скоростей звука по дублирующему лучу контрольного счетчика и среднему значению по 4 лучам измерительного счетчика не должны превышать $0,6\%$.

7.3.2.2 Определение метрологических характеристик расходомера 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 расходомера.

Проверяется стабилизация температуры газа в пределах $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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.

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.

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. 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 минут с осреднением полученных результатов.

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

Счетчик считается прошедшим поверку, если

- для каждой пары приемников-передатчиков полученное значение скорости газа не превышает 0,03 м/с,
- значение скорости звука отличается от расчетной величины не более чем на 0,3 %.
- взаимные отклонения скоростей звука измерительных лучей не должны превышать 0,3 %.
- для модификации 2plex, 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, по необходимости в качестве периодической проверки работоспособности счетчика, а так же, как средство контроля метрологических характеристик счетчика в процессе эксплуатации.

7.3.3 Определение относительной погрешности счетчика при измерении времени.

Определение относительной погрешности счетчика при измерении времени проводят при помощи секундомера. Продолжительность поверки 3 часа. При запуске секундомера снимают показания времени счетчика $\tau_{нач}$. Через 3 часа по показаниям секундомера снимают показания времени $\tau_{кон}$.

Определяют относительную погрешность измерения времени, в процентах, по формуле

$$\delta_{\tau} = \frac{\tau_{кон} - \tau_{нач} - 10800}{10800} 100. \quad (14)$$

Примечание: вычисления по формуле (13) проводить в секундах

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при измерении времени не превышает $\pm 0,01\%$.

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

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

Рассчитывают относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа в процентах по формуле

$$\delta_K = \frac{K_{\text{выч}} - K_{\text{расч}}}{K_{\text{расч}}} 100, \quad (15)$$

где $K_{\text{выч}}$ – вычисленное счетчиком значение коэффициента сжимаемости газа на дисплее УЗПР - Контроль;

$K_{\text{расч}}$ – 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 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» приведены в ГОСТ 30319.2-2015).

Относительную погрешность вычисления массового расхода, массы, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяют, как относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа. Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная погрешность δ_K не превышает $\pm 0,01$ %.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

8.2. 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.

8.3. При отрицательных результатах поверки счетчик не допускают к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

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)

Предел допускаемой относительной погрешности счетчика при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях

Таблица Б.1 – Пределы допускаемой относительной погрешности счетчика

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, %																															
			от Q_t до Q_{max}	от Q_{min} до Q_t																														
4 луча и 8 лучей	Не ограничено	При имитационной поверке счетчиков для типоразмеров DN200 и более (в том числе и для первичной поверки)	± 0,5	± 0,7																														
	Не ограничено	При имитационной поверке счетчиков для типоразмеров DN150 и менее	± 0,7	± 1,0																														
	Не ограничено	При поверке счетчиков на поверочной установке с пределами основной относительной погрешности ± 0,3 %; при имитационной периодической поверке, при условии первичной поверки проливным методом	± 0,5	± 0,7																														
	Не выше 1,2	При поверке на поверочной установке с СКО не более 0,05 % при 11 измерениях, НСП не более 0,1 % на атм. давлении (на воздухе)	± 0,3	± 0,5																														
	от 0,1 до 24	При поверке на поверочной установке с пределами основной относительной погрешности ± 0,23 % (на природном газе) ²⁾	± 0,3	± 0,5																														
1 луч (дублирующая система модификации 2plex)	Не ограничено	При имитационной поверке	± 2,0	± 3,0																														
		При поверке на поверочной установке (на воздухе или природном газе)	± 1,0	± 1,5																														
Повторяемость, %		0,05																																
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчика при вычислении массового расхода, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, ³⁾ %		± 0,01																																
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %		± 0,01																																
<p>Примечания:</p> <p>1- Не может превышать расчётное давление счетчика, соответствующее классу фланцевого соединения</p> <p>2- Диапазоны допустимого рабочего давления эксплуатации счетчика с сохранением заявленных метрологических характеристик в зависимости от P_{fix} (давление газа при проливном методе поверки).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Минимальное эксплуатационное давление, МПа</th> <th>Максимальное эксплуатационное давление, МПа</th> <th>p_{fix}, МПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,1</td><td>1,2</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>0,75</td><td>4,5</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>1</td><td>6</td><td>2</td></tr> <tr><td>1,25</td><td>7,5</td><td>2,5</td></tr> <tr><td>0,99</td><td>12</td><td>3</td></tr> <tr><td>1,32</td><td>16</td><td>4</td></tr> <tr><td>1,65</td><td>20</td><td>5</td></tr> <tr><td>1,98</td><td>24</td><td>6</td></tr> </tbody> </table> <p>Рекомендуется выбирать давление p_{fix} наиболее приближенное к среднему рабочему давлению эксплуатации.</p> <p>3- Указанная погрешность вычислений не содержит погрешности определения температуры, давления и цифро-аналоговых преобразований. Погрешность вычисления массового расхода объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяются в соответствии с действующими нормативными документами на системы измерений на базе ультразвуковых преобразователей расхода</p>					Минимальное эксплуатационное давление, МПа	Максимальное эксплуатационное давление, МПа	p_{fix} , 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
Минимальное эксплуатационное давление, МПа	Максимальное эксплуатационное давление, МПа	p_{fix} , 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																																

4- Для счетчиков 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 присваиваются следующие значения пределов допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях

$\pm 0,5\%$ в диапазоне от Q_{\min} до Q_t ;

$\pm 0,3\%$ в диапазоне от Q_t до Q_{\max} установки;

$\pm 0,5\%$ в диапазоне от Q_{\max} установки до Q_{\max} ;

Таблица Б.2 – Диапазоны расходов газа при измерении объемного расхода газа в рабочих условия.

Типоразмер счетчика	Расход газа в р.у.			Скорость газа	
	Q_{\min}	Q_t	Q_{\max}	V_t	V_{\max}
DN80	5	40	1,000	2,5	61
DN100	8	65	1,600	2,6	63
DN150	16	100	3,000	1,7	52
DN200	20	160	4,500	1,6	44
DN250	25	240	7,000	1,5	44
DN300	35	310	8,000	1,5	39
DN350	45	420	10,000	1,5	36
DN400	60	550	14,000	1,5	38
DN450	100	700	17,000	1,5	37
DN500	130	850	20,000	1,5	35
DN550	150	1,000	24,000	1,5	35
DN600	180	1,200	32,000	1,5	39
DN650	240	1,400	35,000	1,5	36
DN700	280	1,700	40,000	1,5	36
DN750	320	1,900	45,000	1,5	35
DN800	360	2,200	50,000	1,5	34
DN850	400	2,500	55,000	1,5	33
DN900	450	2,800	66,000	1,5	36
DN950	500	3,100	70,000	1,5	34
DN1000	550	3,400	80,000	1,5	35
DN1050	600	3,800	85,000	1,5	34
DN1100	650	4,100	90,000	1,5	32
DN1150	700	4,500	95,000	1,5	34
DN1200	750	4,800	100,000	1,5	30
DN1300	900	5,600	110,000	1,5	28
DN1400	1,000	6,500	120,000	1,5	27