

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

А. С. Тайбинский

« 29 » июля

2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ALTOSONIC V12

Методика поверки
МП 1443-13-2022

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. отдела: (843)272-11-24

Казань
2022

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики газа ультразвуковые ALTOSONIC V12 (далее – расходомеры) и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

Расходомеры-счетчики газа ультразвуковые серии ALTOSONIC V12 (далее – расходомеры) предназначены для измерений объемного расхода и объема различных неагрессивных и агрессивных, сухих и влажных газов, в том числе природного и нефтяного газов, транспортируемых по трубопроводам при взаимных расчетах между поставщиком и потребителем, а также при технологических операциях.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы объемного и массового расхода газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. № 1133 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции согласно таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 60 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Рабочее давление на поверяемой установке должно быть не более допустимого рабочего давления поверяемого расходомера.

Поверку имитационным методом на месте эксплуатации, допускается проводить в текущих условиях окружающей и измеряемой среды, соответствующим рабочим диапазонам расходомера.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на расходомеры.

Работы по проведению поверки расходомеров допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средство измерений или воспроизведения объемного расхода. Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 2825 от 29.12.2018 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа», поверочная среда: воздух или природный газ. Диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого комплекса, соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности средств измерений должно быть не более 1/2,5	Установка поверочная газодинамическая ИРВИС-УПГ-М, регистрационный номер 66309-16
	Термогигрометр. Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90%; Пределы абсолютной погрешности измерений относительной	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный № 46434-11

	влажности $\pm 2,0\%$. Диапазон измерений температуры от -20 до $+60$ °С; Пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа. Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа.	
	Средство измерений температуры. Диапазон измерений температуры от минус 50 до плюс $199,99$ °С. Пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,05$ °С.	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300-Н, регистрационный № 61806-15
	Средство измерений температуры. Диапазон измерений от минус 25 до плюс 55 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ °С	Термометр сопротивления платиновый ТСП 002 (регистрационный номер 41891-09)
	Средство измерений давления. Диапазон измерений абсолютного давления соответствуют рабочему давлению. Пределы приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,075\%$.	Преобразователь давления измерительный Cerabar S PMP 71, регистрационный № 41560-09
	Средство измерений давления. Диапазон измерений абсолютного давления соответствуют рабочему давлению, класс точности $0,25$.	Манометр деформационный образцовый с условной шкалой типа МО (регистрационный номер 43816-10)
<p><i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</i></p>		

Также при проведении поверки применяется аттестованное программное обеспечение для расчета теоретической скорости звука.

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в:

- правилах техники безопасности, действующие в месте проведения поверки;
- эксплуатационной документации на расходомеры;
- эксплуатационной документации на средства поверки и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

6.2 Источником опасности при проведении поверки является – электрический ток, применяемый для работы поверочного оборудования.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 На поверку должны быть представлены:

- расходомер-счетчик газа ультразвуковой ALTOSONIC V12;
- руководство по эксплуатации;
- паспорт.

Выдержка расходомера перед поверкой после включения питания должна быть не менее 30 минут.

При проведении поверки на поверочной установке проверяют герметичность мест подсоединения расходомера к поверочной установке в соответствии с руководством по эксплуатации на поверочную установку.

7.1.2 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида и составных частей требованиям эксплуатационной документации, комплектность;
 - отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность расходомера;
- Результаты поверки считаются положительными если выполняют условия, приведенные выше.

В случае, если условия не выполняются, поверка прекращается. Расходомеры-счетчики считаются непригодными к эксплуатации.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Опробование при установке расходомера на измерительном участке или на поверочной установке

Проверку общей работоспособности расходомера, при установке расходомера на поверочную установку или на измерительном участке, проводят путем проверки отсутствия индикации ошибок на показывающем устройстве (дисплее) расходомера. Кроме того, контролируют объемный расход и объем газа на показывающем устройстве (дисплее) расходомера, а также наличие импульсов на выходе расходомера. Для этого, изменяя расход измеряемой среды через расходомер в пределах его диапазона измерений, следят за показаниями объемного расхода и изменения прошедшего объема на дисплее расходомера.

Результаты проверки работоспособности расходомера считают положительными, если значения расхода на дисплее расходомера и частота следования импульсов с выхода расходомера увеличиваются (уменьшаются) при увеличении (уменьшении) расхода измеряемой среды, а значение объема измеряемой среды возрастают.

8.2. Опробование расходомера при поверке имитационным методом

8.2.1 При поверке имитационным методом на месте эксплуатации, убеждаются в показаниях расходомера при измерении объемного расхода до выполнения процедуры перекрытия расхода.

8.2.2 При поверке имитационным методом в лаборатории, проводят Проверку работы расходомера при нулевом расходе

Расходомер помещают в контрольное помещение и закрывают присоединительные фланцы с помощью заглушек.

Подключают ПК к расходомеру и с помощью ПО MCD Tool проводят снятие журнала показаний (лог-файл Monitoring Data Log) или, при наличии диагностической платы Krohne Care, формируют диагностический отчёт Diagnostics SoS Report.

Результаты проверки работоспособности расходомера считают положительными, если полученные значения скорости звука в среде в столбцах Ch_SoS[1]...Ch_SoS[6] в журнале показаний (Monitoring Data Log) или в разделе 3 диагностического отчета Diagnostics SoS Report в столбце Actual по каждому акустическому каналу отличны от нуля. У расходомеров, имеющих исполнение без диагностического акустического канала, проверяют только пять акустических измерительных каналов.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Процедура подтверждения соответствия программного обеспечения включает в себя проверку:

- идентификационного наименования программного обеспечения;
- номера версии программного обеспечения;
- цифрового идентификатора (контрольной суммы) программного обеспечения.

Проверяют соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Для этого, согласно РЭ, необходимо с помощью стрелок вверх и вниз в главном меню считать номер версии "Main App" и цифровой идентификатор ПО. "File/Calculated Checksum"(рис. 1)



Рисунок 1 – Информация о ПО

9.2 Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа.

9.3 При отрицательных результатах проверки программного обеспечения расходомер дальнейшей поверке не подлежит.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности измерения объемного расхода и объёма газа

Определение погрешности измерения расхода и объёма газа производится на поверочной установке или имитационным методом.

Допускается проводить поверку в одном из поддиапазонов. Точностные характеристики при этом не изменяются.

Таблица 3 - Настраиваемые поддиапазоны

Поддиапазон	Диапазон объемного расхода
Поддиапазон № 1	от Q_{\min} до Q_{\max}
Поддиапазон № 2	от Q_{\min} до $0,9Q_{\max}$
Поддиапазон № 3	от Q_{\min} до $0,65Q_{\max}$
Поддиапазон № 4	от Q_{\min} до $0,5Q_{\max}$
Поддиапазон № 5	от Q_{\min} до $0,3Q_{\max}$
Поддиапазон № 6	от $0,05Q_{\max}$ до $0,9Q_{\max}$
Поддиапазон № 7	от $0,05Q_{\max}$ до $0,65 Q_{\max}$
Поддиапазон № 8	от $0,05Q_{\max}$ до $0,5Q_{\max}$
Поддиапазон № 9	от $0,05Q_{\max}$ до $0,3Q_{\max}$

10.1.1 Определение погрешности измерения объемного расхода и объёма газа на поверочной установке

Допускается проводить поверку в одном из поддиапазонов на основании письменного заявления владельца расходомера.

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$, $0,01Q_{\max}$ 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 $\pm 5\%$ от задаваемой величины, 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

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

где Q_{St} – расход по показаниям эталонной установки, м³/ч;

Q_{ic} – расход по показаниям расходомера, м³/ч.

Допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему среды. Расходомер считается прошедшим поверку, если значения относительной погрешности измерений объема (объемного расхода) газа не превышают $\pm 0,5\%$.

10.1.2 Определение погрешности измерения объема и объёмного расхода газа имитационным методом

Применение имитационного способа возможно, как на снятом с трубопровода расходомере, так и без его снятия с измерительной линии.

10.1.2.1 Проведение имитационной поверки расходомера, снятого с трубопровода.

Устанавливают фланцевые заглушки на фланцы расходомера. Устанавливают датчики температуры и давления во фланцевые заглушки.

Проверяют качество прохождения луча по каждому каналу при атмосферном давлении (параметр Acceptance, значения параметра Acceptance по каждому каналу отображаются в программе MCD Tool или в Monitoring Data Log файле).

При значении параметра Acceptance, на окружающем воздухе при атмосферном давлении, не менее 95% по каждому каналу допускается проводить имитационную поверку окружающим воздухом при атмосферном давлении в корпусе расходомера. При этом

необходимо дополнительно измерять влажность окружающего воздуха для расчета скорости звука.

При значении параметра Acceptance на атмосферном давлении менее 95 % проводят следующие операции:

- проводят откачку воздуха из корпуса расходомера до абсолютного давления не более 2 кПа или проводят поочередное заполнение до абсолютного давления 0,5 МПа и стравливание давления внутри расходомера до абсолютного давления не более 0,15 МПа тестовым газом не менее 3 раз.

- в проточную часть расходомера закачивают тестовый газ пока параметр Acceptance не превысит 95 %, но не более минимального давления, при котором проводятся измерения объемного расхода на рабочем трубопроводе. Максимальное абсолютное давление не должно превышать 2 МПа.

- проводят проверку отсутствия утечек. Систематическое изменение давления при стабильной температуре указывает на наличие утечки через заглушки.

- проводят проверку стабилизации температуры. Температура внутри расходомера не должна изменяться более чем на 1 °С за 15 мин.

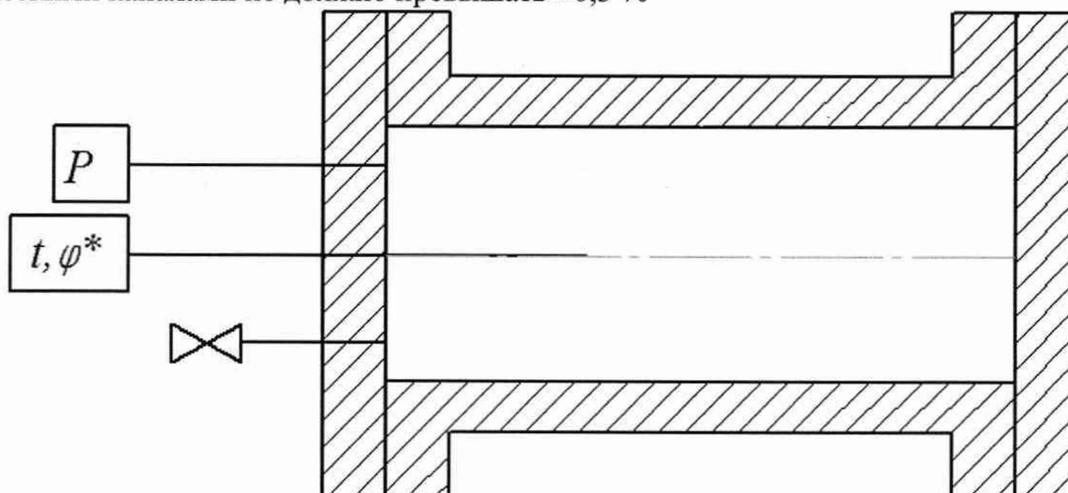
Расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей и должен находиться на достаточном удалении от источников тепла или холода.

Расходомером проводят измерения скорости звука для каждого канала и средней скорости потока не менее 5 раз (отображается в ПО MCD Tool), либо проводят снятие журнала показаний (лог-файл Monitoring Data Log) за период не менее 5 минут с осреднением результатов измерений. При этом фиксируют температуру и абсолютное давление каждый раз при снятии показаний скорости звука и скорости потока, либо в начале и конце записи журнала показаний с последующим осреднением.

Рассчитывают скорость звука в газе с помощью аттестованного программного обеспечения используя значения температуры, абсолютного давления и компонентного состава тестового газа. Для воздуха при атмосферном давлении также используют измеренное значение относительной влажности.

Результаты поверки считаются положительными, если выполняются следующие условия:

- средняя скорость потока газа не превышает $\pm 0,015$ м/с;
- измеренное среднее значение скорости звука расходомера для каждого канала отличается от расчетного не более чем на 0,3 %;
- наибольшее относительное отклонение значений средней скорости звука между акустическими каналами не должно превышать $\pm 0,3$ %



P- преобразователь давления, t – термометр, φ- гигрометр

*- при необходимости

Рисунок 2. Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом после демонтажа с измерительной линии.

10.1.2.2 Проведение имитационной поверки расходомера, без демонтажа с трубопровода.

Проведение имитационной поверки расходомера без демонтажа с трубопровода возможно, как с заполнением тестовым газом, так и с использованием рабочего газа с известным компонентным составом.

10.1.2.2.1 Проведение имитационной поверки расходомера без демонтажа с трубопровода с заполнением тестовым газом.

Изолируют расходомер в линии.

Продувают измерительный участок инертным газом, проводят контроль загазованности помещения в соответствии с требованиями нормативных документов по промышленной безопасности.

Устанавливают датчики температуры и давления в измерительный участок (при их отсутствии).

Проводят поочередное заполнение до абсолютного давления 0,5 МПа и стравливание давления внутри расходомера до абсолютного давления не более 0,15 МПа тестовым газом не менее 3 раз.

В проточную часть расходомера закачивают тестовый газ пока параметр Acceptance не превысит 95 %, но не более минимального давления, при котором проводятся измерения объемного расхода на рабочем трубопроводе.

Проводят проверку стабилизации температуры. Температура внутри расходомера не должна изменяться более чем на 1 °С за 15 мин.

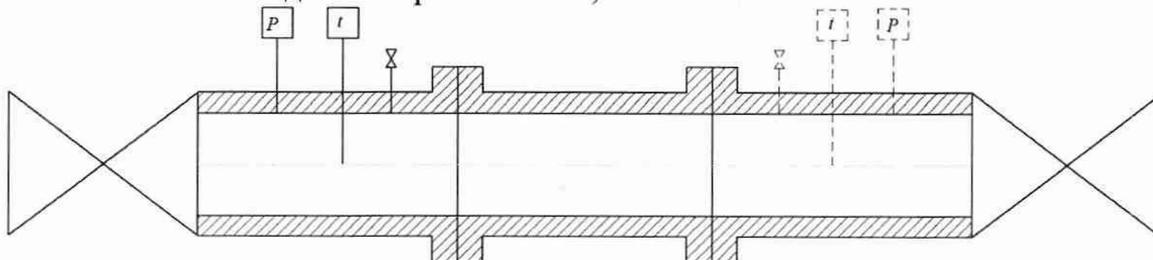
Проводят проверку отсутствия утечек. Систематическое изменение давления при стабильной температуре указывает на наличие протечки через заглушки.

Расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей и должен находиться на достаточном удалении от источников тепла или холода.

Расходомером проводят измерения скорости звука для каждого канала и средней скорости потока не менее 5 раз (отображается в ПО MCD Tool), либо проводят снятие журнала показаний (лог-файл Monitoring Data Log) за период не менее 5 минут с осреднением результатов измерений. При этом фиксируют температуру и абсолютное давление каждый раз при снятии показаний скорости звука и скорости потока либо в начале и конце записи журнала показаний с последующим осреднением.

Рассчитывают скорость звука в тестовом газе с помощью аттестованного программного обеспечения используя значения температуры, абсолютного давления и компонентного состава тестового газа. Результаты поверки считаются положительными, если выполняются следующие условия:

- средняя скорость потока газа не превышает $\pm 0,024$ м/с;
- измеренное среднее значение скорости звука расходомера для каждого канала отличается от расчетного не более чем на 0,3 %;
- наибольшее относительное отклонение значений средней скорости звука между акустическими каналами не должно превышать $\pm 0,3$ %



P- преобразователь давления, t – термометр

Рисунок 3. Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом без демонтажа с измерительной линии.

10.1.2.2.2 Проведение имитационной поверки расходомера без демонтажа с трубопровода с использованием газа с известным компонентным составом.

Изолируют расходомер в линии.

Устанавливают датчики температуры и давления в измерительный участок (при их отсутствии).

Проводят проверку стабилизации температуры. Температура внутри расходомера не должна изменяться более чем на 1 °С за 15 мин.

Проводят проверку отсутствия утечек. Систематическое изменение давления при стабильной температуре указывает на наличие утечки.

Расходомером проводят измерения скорости звука для каждого канала и средней скорости потока не менее 5 раз (отображается в ПО MCD Tool), либо проводят снятие журнала показаний (лог-файл Monitoring Data Log) за период не менее 5 минут с осреднением результатов измерений. При этом фиксируют температуру и абсолютное давление каждый раз при снятии показаний скорости звука и скорости потока либо в начале и конце записи журнала показаний с последующим осреднением.

Для исключения градиента температуры газа в измерительном участке допускается проводить измерения скорости звука в газе при наличии рабочего потока через расходомер. В этом случае на изолированном расходомере проводят только измерения средней скорости потока газа.

Рассчитывают скорость звука в газе с помощью аттестованного программного обеспечения используя значения температуры, абсолютного давления и компонентного состава газа. Результаты поверки считаются положительными, если выполняются следующие условия:

- средняя скорость потока газа не превышает $\pm 0,024$ м/с;
- измеренное среднее значение скорости звука расходомера для каждого канала отличается от расчетного не более чем на 0,3 %;
- наибольшее относительное отклонение значений средней скорости звука между акустическими каналами не должно превышать $\pm 0,3$ %.

Полученные значения соответствуют пределам допускаемой относительной погрешности измерений расхода и объема газа для имитационного метода

Таблица 4

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема (объемного расхода) газа при проведении первичной поверки на установке и периодической поверке косвенным (имитационным) методом, %	$\pm 0,7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема (объемного расхода) газа при проведении первичной поверки косвенным(имитационным) методом, %	$\pm 1,0$

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколами произвольной формы.

11.2 Знак поверки ставится в свидетельство о поверке (при заявлении).

11.3 При положительных результатах поверки расходомер признают годным к применению, оформляют свидетельство о поверке (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд. Также указывается в каком поддиапазоне поверен расходомер.

11.4 Если расходомер по результатам поверки признан непригодным к применению выписывают извещение о непригодности к применению (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд.