

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ  
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»  
(ФГУП «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИМС»

по производственной метрологии



А.Е. Коломин

«14» 07 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ВЛТ-1

Методика поверки

МП 208-024-2021

г. Москва  
2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Общие положения .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Перечень операций поверки .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Требования к условиям проведения поверки .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Метрологические и технические требования к средствам поверки .....</b>	<b>4</b>
<b>5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....</b>	<b>4</b>
<b>6 Внешний осмотр .....</b>	<b>5</b>
<b>7 Подготовка к поверке и опробование .....</b>	<b>5</b>
<b>8 Проверка программного обеспечения .....</b>	<b>5</b>
<b>9 Определение метрологических характеристик.....</b>	<b>5</b>
<b>10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....</b>	<b>8</b>
<b>11 Оформление результатов поверки .....</b>	<b>8</b>
<b>Приложение А .....</b>	<b>9</b>

**1. Общие положения**

1.1. Настоящая методика распространяется на расходомеры ультразвуковые ВЛТ-1 (далее – расходомеры), изготавливаемые ООО «ВейвЛаб.Тех», г. Москва, и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. Межповерочный интервал – 4 года.

1.3. При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость результатов к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости ГЭТ63-2019 или Государственному первичному эталону единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ118-2017. Метрологические характеристики расходомеров указаны в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристики	Значение для моделей и исполнений расходомеров			
	ВЛТ-1-L		ВЛТ-1-G	
	с одной парой ПЭА	с двумя парами ПЭА	с одной парой ПЭА	с двумя парами ПЭА
Диаметр измерительного трубопровода Ду, мм	от 50 до 3800		от 50 до 1600	
Диапазон измерений расхода <sup>1)</sup> , м <sup>3</sup> /ч	от 2 до 1·10 <sup>6</sup>		от 2 до 3·10 <sup>5</sup>	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма <sup>2)</sup> , %				
	а) при поверке с применением поверочных установок	±0,75	±0,50	±1,5
б) при поверке с применением имитационных методов	±1,0	±0,75	±2,0	±1,5
Примечания: <sup>1)</sup> Определяется диаметром измерительного трубопровода. <sup>2)</sup> При длине прямолинейных участков трубопровода не менее 15 Ду до расходомера и не менее 5 Ду после.				

**2. Перечень операций поверки**

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	6	да	да
2. Проверка программного обеспечения	8	да	да
3. Определение метрологических характеристик	9	да	да
4. Оформление результатов	11	да	да

### 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 30 °С;
- изменение температуры окружающей среды за время поверки не более 1 °С.

3.2. Рабочая среда:

- при поверке расходомеров ВЛТ-1-L – вода, нефть, нефтепродукты, содержание свободного газа в жидкости не допускается;
- при поверке расходомеров ВЛТ-1-G – воздух и другие газы.

3.3. Прямые участки:

- 15 Ду до ПЭА расходомера;
- 5 Ду после ПЭА расходомера.

### 4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки применяют следующие эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование:

- установка поверочная проливная жидкостная 1 или 2 разряда согласно части 1 и 2 приказа Росстандарта от 07 февраля 2018 г. № 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях массового и объёмного расходов жидкости», при этом соотношение пределов допускаемых погрешностей эталона и СИ должно быть не менее 1:3;

- установка поверочная проливная газовая 1 разряда согласно приказу Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2825 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объёмного и массового расходов газа»;

- термогигрометр ИВА-6А-Д, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ±3 %, диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С, ПГ ±0,3 °С, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, ПГ ±2,5 гПа;

- термометр, диапазон измерений от 10 до 30 °С, ПГ ±0,2 °С;

- толщиномер ультразвуковой, диапазон измерений от 3 до 50 мм, ПГ ±0,5 мм;

- рулетка по ГОСТ 7502, номинальная длина 5 м, КТ 3.

4.2. Указанные средства поверки допускается заменять другими с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

### 5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности рабочем месте и имеет группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на имитатор, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

## 6. Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки.

## 7. Подготовка к поверке и опробование

7.1. Подготовить СИ и эталоны к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2. Опробование совместить с определением метрологических характеристик.

## 8. Проверка программного обеспечения

Вывести на дисплей расходомера номер версии программного обеспечения (ПО) в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если номер версии не ниже V01.02.

## 9. Определение метрологических характеристик

Поверка может проводиться проливным либо имитационным методом при этом при положительном прохождении поверки в зависимости от метода пределы допускаемой погрешности расходомера соответствуют таблице 1.

9.1. Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма жидкости

Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма жидкости проводится на установке при трёх значениях объёмного расхода от  $Q_{\min}$  до  $Q_{\max}$  с учётом внутреннего диаметра трубопровода, на который установлены преобразователи электроакустические (далее – ПЭА) расходомера. При каждом значении объёмного расхода производится 3 измерения. Время накопления объёма должно быть не менее 120 секунд.

Значение относительной погрешности расходомеров при измерении объёма жидкости  $\delta$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta = \frac{V_p - V_0}{V_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $V_p$  – объём жидкости, измеренный расходомером, м<sup>3</sup>;  
 $V_0$  – объём жидкости, измеренный установкой, м<sup>3</sup>.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение относительной погрешности измерений объёма жидкости не превышает значений, указанных в таблице 1.

При положительном результате поверки относительной погрешности измерений объёма жидкости, расходомеры считаются прошедшими поверку относительной погрешности измерений объёмного расхода жидкости.

9.2. Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма жидкости имитационным методом

Имитатор представляет собой отрезок трубы, заглушенный с одной стороны (см. Приложение А). На данный имитатор монтируют ПЭА, устанавливают его в вертикальном положении (заглушкой вниз) и заливают дистиллированной водой. Заполненный имитатор, с подключёнными датчиками, выдерживают при комнатной температуре не менее 1 часа.

Выполняют следующие действия:

- в расходомер вводят параметры имитатора (внешний диаметр, толщину стенок);
- на дисплей расходомера выводят значения скорости потока и расхода измеряемой среды и скорости звука в ней;
- измеряют температуру воды в имитаторе;
- показания скорости звука сравнивают с табличными значениями ГСССД 190-2000 «Вода. Скорость звука при температурах 0...100° С и давлениях 0,101325...100 МПа».

Проверку отклонений измеренных скоростей звука от расчётного значения по каждому акустическому каналу и отклонений значений измеренных скоростей звука по парам акустических каналов не следует начинать до тех пор, пока показания измеряемой скорости звука в не будут оставаться в пределах 0,2 м/с не менее 10 мин.

В качестве значений скоростей звука принимают их средние значения, измеренные за промежуток времени не менее 300 с.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если выполнены следующие условия:

- значение показаний скорости потока среды (при нулевом расходе) не превышают  $\pm 0,012$  м/с (для исполнения с 1 парой ПЭА) и  $\pm 0,006$  м/с (для исполнения с 2 парами ПЭА);
- отличия измеренных и табличных значений скорости звука в среде не превышают  $\pm 0,2$  % (для исполнения с 1 парой ПЭА) и  $\pm 0,1$  % (для исполнения с 2 парами ПЭА) для данного значения температуры.

Для расходомеров с двумя парами ПЭА поверке подлежат обе пары, при этом дополнительно проверяют условие

$$\left| \frac{c_1 - c_2}{c_2} \cdot 100 \right| < 0,05, \quad (2)$$

где  $c_1, c_2$  – скорость звука в рабочей среде измеренная первой и второй парами ПЭА расходомера соответственно, м/с.

9.3. Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма газа

Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма газа проводится на установке при пяти значениях объёмного расхода от  $Q_{\min}$  до  $Q_{\max}$  с учётом внутреннего диаметра трубопровода, на который установлены ПЭА расходомера. Время проведения одного измерения должно быть не менее 120 секунд.

Значение относительной погрешности расходомеров при измерении объёмного расхода газа  $\delta$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta = \frac{Q_p - Q_0}{Q_0} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $Q_p$  – объёмный расход газа, измеренный расходомером, м<sup>3</sup>/ч;  
 $Q_0$  – объёмный расход газа, измеренный установкой, м<sup>3</sup>/ч.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение относительной погрешности измерений объёмного расхода газа не превышает значений, указанных в таблице 1.

При положительном результате поверки относительной погрешности измерений объёмного расхода газа, расходомеры считаются прошедшими поверку относительной погрешности измерений объёма газа.

#### 9.4. Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма газа имитационным методом

Установить ПЭА расходомера на имитатор (см. Приложение А) и заглушить трубу с обеих сторон. Оставить в течение не менее 12 часов в помещении при стабильной ( $\pm 2$  °С) температуре окружающей среды. Имитатор не должен подвергаться воздействию солнечных лучей, так как это может вызвать конвекционные потоки среды в имитаторе.

Выполняют следующие действия:

- в расходомер вводят параметры имитатора (внешний диаметр, толщину стенок);
- на дисплей расходомера выводят значения скорости потока и расхода измеряемой среды и скорости звука в ней.

Проверку отклонений измеренных скоростей звука от расчётного значения по каждому акустическому каналу и отклонений значений измеренных скоростей звука по парам акустических каналов не следует начинать до тех пор, пока показания измеряемой скорости звука в газе не будут оставаться в пределах 0,2 м/с не менее 10 мин.

В качестве значений скоростей звука принимают их средние значения, измеренные за промежуток времени не менее 300 с.

Найти разность между значением скорости звука, полученным в результате измерений, и значением скорости звука, полученным расчётным методом.

Расчётную скорость звука в воздухе определить по формуле

$$c = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot (t + 273,15)}{M}}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – показатель адиабаты: 5/3 для одноатомных газов, 7/5 для двухатомных (и для воздуха), 4/3 для многоатомных;

$R$  – универсальная газовая постоянная, равная 8,31441(26) Дж/(моль·К);

$t$  – температура, °С;

$M$  – молярная масса, кг/моль, рассчитанная по ГСССД 167-94 «Влажный воздух. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200...400 К, давлений 0,1...10 МПа и относительной влажности 0,2...1,0». Давление (при отсутствии избыточного давления в имитаторе), температуру и относительную влажность воздуха для расчётов принять равным условиям помещения.

Примечания:

1. Расчётную скорость звука в воздухе допускается определять по ГСССД МР 176-2010 «Расчётное определение скорости звука во влажном воздухе при температурах от -20 до +40 °С при абсолютном давлении от 550 мм рт. ст. до 1 МПа и относительной влажности от 0 до 100 %».

2. При использовании при поверке природного газа для расчётов применять положения 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».

3. При использовании других газов эталонные (расчётные) значения скорости звука должны определяться по нормативным документам, утверждённым в качестве ГОСТ или ГСССД.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если выполнены следующие условия:

- значение показаний скорости потока среды (при нулевом расходе) не превышают  $\pm 0,024$  м/с (для исполнения с 1 парой ПЭА) и  $\pm 0,012$  м/с (для исполнения с 2 парами ПЭА);
- отличия измеренных и табличных значений скорости звука в среде не превышают  $\pm 0,2$  % для данного значения температуры, давления, влажности.

Для расходомеров с двумя парами ПЭА поверке подлежат обе пары, при этом дополнительно проверяют условие (2) п. 9.2.

## 10. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1. При подтверждении соответствия расходомера метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 9.

10.2. Расходомер допускают к применению в качестве СИ в соответствии с приказом Росстандарта от 07 февраля 2018 г. № 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях массового и объемного расходов жидкости» при положительных результатах выполнения всех процедур, описанных в п. 9.1. или 9.2 или в качестве СИ в соответствии с приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2825 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» при положительных результатах выполнения всех процедур, описанных в п. 9.3. или 9.4, а также разделов 6 и 8.

## 11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При проведении поверки имитационным методом в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать «поверка имитационным методом на (указать тип среды, на которой проводилась поверка)».

11.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами. Знак поверки на СИ наносится в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 – Общий вид вычислителя расходомера ВЛТ-1 с указанием места пломбировки

11.4. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

Ведущий инженер ФГУП «ВНИИМС»

Начальник отдела 208 ФГУП «ВНИИМС»

А.А. Сулин

Б.А. Иполитов



**Приложение А**

(справочное)

**Имитационные стенды для поверки расходомеров****А.1 Имитационный стенд для поверки расходомеров модели ВЛТ-1-L**

Имитационный стенд для поверки расходомеров модели ВЛТ-1-L (рисунок А.1) представляет собой вертикально расположенный отрезок стального трубопровода, приваренный под углом  $90^\circ$  к опорной пластине.

Отклонение внутреннего диаметра трубопровода по всей его длине не должно превышать  $0,2\%$  от его среднего значения.

Длина трубопровода должна обеспечивать монтаж ПЭА в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации на расходомер.

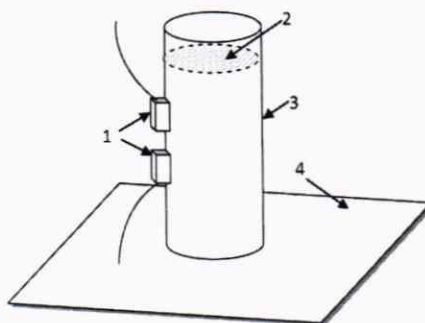


Рисунок А.1 – Имитационный стенд для поверки расходомеров модели ВЛТ-1-L:

1 – ПЭА; 2 – верхний уровень жидкости (не менее 20 см от ПЭА); 3 – отрезок трубопровода (камера имитатора); 4 – опорная пластина

**А.2 Имитационный стенд для поверки расходомеров модели ВЛТ-1-G**

Имитационный стенд для поверки расходомеров модели ВЛТ-1-G (рисунок А.2) состоит из горизонтального стального трубопровода, заглушённого с двух сторон, оборудованного манометром, термометром и штуцером с обратным клапаном для подключения компрессора или баллона с газом. Номинальное давление всей соединительной и запорной арматуры должно быть не ниже  $2,5$  МПа.

Отклонение внутреннего диаметра трубопровода по всей его длине не должно превышать  $0,2\%$  от его среднего значения.

Длина трубопровода должна обеспечивать монтаж ПЭА в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации на расходомер.

Стенд должен быть снабжён термометром с ПГ  $\pm 0,5$  °С и манометром КТ 0,6.

Испытания имитатора на герметичность выполняют при давлении на  $50\%$  превышающем рабочее давление имитатора.

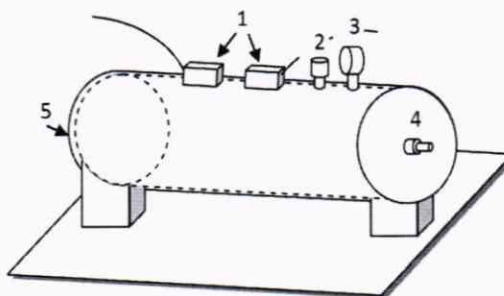


Рисунок А.2 – Имитационный стенд для поверки расходомеров модели ВЛТ-1-G:

1 – ПЭА; 2 – термометр; 3 – манометр; 4 – штуцер с обратным клапаном;  
5 – отрезок трубопровода (камера имитатора)