

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им Д. И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ



И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин
«29» июня 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счетчики ультразвуковые ВЗЛЕТ РГ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

2550-0372-2020

Руководитель отдела
скорости и расхода воздушного
и водного потоков ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'K.V. Popov', written over a horizontal line.

К.В. Попов

Санкт-Петербург
2020

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики ультразвуковые ВЗЛЕТ РГ (далее - расходомеры), выпускаемые по технической документации АО «Взлет», и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1. Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются операции в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта	Вид поверки	
			Первичная	Периодическая
1	Внешний осмотр	5.1	+	+
2	Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)	5.2.	+	+
3	Опробование	5.3	+	+
4	Определение абсолютной погрешности при измерении скорости газового потока и приведенной погрешности при измерении среднего объемного расхода газового потока в рабочих условиях	5.4	+	+
5	Определение приведенной к ВПИ погрешности преобразования измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного электрического тока ¹⁾	5.5	+	+
6	Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода, объема, приведенных к стандартным и/или нормальным условиям	5.6	+	+
7	Оформление результатов поверки	6	+	+

¹⁾ – только для вариантов исполнения прибора с токовым выходом

1.2. При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

2. Средства поверки и вспомогательное оборудование

2.1. При проведении поверки применяются нижеперечисленные вспомогательное оборудование и средства поверки.

Вспомогательное оборудование:

- испытательная камера, оснащенная креплениями для преобразователей электроакустических газовых расходомера, заполненная воздухом;
- персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением «Универсальный просмотрщик».

Таблица 2

Наименование средства поверки	Основные метрологические характеристики
Рабочий эталон единицы скорости воздушного потока в соответствии с Приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019г. Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока	Диапазон воспроизводимых скоростей от 2,0 до 40 м/с ¹⁾ , пределы допускаемой погрешности не более 1/3 от погрешности поверяемого расходомера

Наименование средства поверки	Основные метрологические характеристики
Рабочий эталон 2-го разряда единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 1 октября 2018 г.	Диапазон значений постоянного тока от 0,01 до 25 мА Пределы относительной погрешности не более $3 \cdot 10^{-4}$;
Термометр лабораторный по ГОСТ Р 50118-92 ²⁾	Диапазон измерений от 8 °С до 38 °С, цена деления 0,1 °С
Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 ²⁾ (регистрационный номер 5738-76)	Диапазон измерений от 80 до 106,7 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2$ кПа.
Портативный измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М (регистрационный номер 15500-12) по ТФАП 413614.009ТУ ²⁾	Диапазоны измерений влажности воздуха от 2 до 98 %, температуры от минус 20 °С до 60 °С. Пределы основной абсолютной погрешности при измерений влажности $\pm 2,0$ %, температуры $\pm 0,5$ °С,
Термогигрометр ИВА-6Н-Д (регистрационный номер 46434-11)	Диапазон измерений температуры воздуха от 0 до 60 С, погрешность измерений $\pm 0,3$ °С; Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 0 до 98 %, погрешность измерений ± 2 % в диапазоне от 0 до 90 % включ., ± 3 % в диапазоне от 90 до 98 %; Диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1100 гПа, погрешность измерений $\pm 2,5$ гПа в диапазоне от 700 до 1100 гПа
¹⁾ Допускается применение рабочего эталона с меньшим диапазоном скорости воздушного потока, соответствующим диапазону поверяемого расходомера ²⁾ Установлены в испытательной камере	

2.2. Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

Примечание: допускается применять аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3. Требования безопасности

3.1. При поверке необходимо соблюдать требования:

- правил пожарной безопасности;
- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (утверждены приказом № 6 Минэнерго России от 13.01.03 г.);
- РД 153-34.0-03.150-00 (с изм. 2003) «Межотраслевые правила по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок»;
- «Правил устройства электроустановок (ПУЭ) потребителей» (6-е изд., 7-е изд.);
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в эксплуатационной документации;

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

3.3. Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию

технологического оборудования и средств поверки.

3.4. К поверке допускаются лица, изучившие паспорт, руководство по эксплуатации (РЭ) и правила пользования средствами поверки. Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности, в том числе и на рабочем месте.

При пользовании настоящей методикой следует в установленном порядке проверить действие перечисленных нормативных документов, в Разделе 3. Если нормативный документ заменен или частично изменен, то следует руководствоваться положениями заменяющего или частично заменяющего документа. Если нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

4. Условия поверки и подготовка к ней

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

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

4.2. Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- обеспечить соблюдение требований безопасности соответствующего раздела руководства по эксплуатации на поверочное оборудование;

- подготовить к работе средства поверки и поверяемый расходомер в соответствии с их эксплуатационными документами;

- произвести монтаж преобразователей электроакустических расходомера на измерительный участок эталонной установки при проведении поверки методом непосредственного сличения либо монтаж преобразователей электроакустических расходомера в испытательную камеру при проведении поверки имитационным методом

5. Проведение поверки

5.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие расходомера следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать РЭ расходомера;
- расходомер не должен иметь механических повреждений и следов вскрытия, влияющих на его работоспособность;
- органы управления (переключатели, кнопки) должны работать без заеданий.

5.2. Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО) расходомера можно осуществить тремя способами: визуально при включении вторичного преобразователя расходомера по пункту 5.2.1 настоящей инструкции; визуально с помощью персонального компьютера и предустановленного программного обеспечения «Универсальный просмотрщик» по пункту 5.2.2 настоящей инструкции; визуально с помощью встроенных органов управления расходомера по пункту 5.2.3 настоящей инструкции.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО расходомера (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в Таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
	Блок вторичного преобразователя	Преобразователь электроакустический газовый
Идентификационное наименование ПО	ВЗЛЕТ РГ	ВЗЛЕТ ПЭА Г
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 84.00.00.02	не ниже 85.00.00.03
Цифровой идентификатор ПО	0x3173	0x8219
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16	CRC16

5.2.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения расходомера при включении.

Для подтверждения соответствия программного обеспечения расходомера необходимо:

– осуществить подключение питания расходомера в соответствии с руководством по эксплуатации;

– включить расходомер. При включении встроенное программное обеспечение расходомера выполнит ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода, а также отображение наименования и номера версии программного обеспечения;

– сравнить информацию (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО) отображаемую на встроенном символьном индикаторе с Таблицей 2.

5.2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения с помощью персонального компьютера и предустановленного программного обеспечения «Универсальный просмотрщик».

Для подтверждения соответствия программного обеспечения расходомера необходимо:

– осуществить подключение питания и подключить расходомер посредством цифрового интерфейса к персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Универсальный просмотрщик» в соответствии с руководством по эксплуатации;

– включить расходомер;

– на персональном компьютере открыть программное обеспечение «Универсальный просмотрщик». После синхронизации данных в меню программного обеспечения «Универсальный просмотрщик» выбрать вкладку «О приборе». В открывшемся диалоговом окне отобразятся следующие данные программного обеспечения: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО;

– сравнить информацию (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО) отображаемую на мониторе персонального компьютера с Таблицей 2.

5.2.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения с помощью встроенных органов управления расходомера.

Для подтверждения соответствия программного обеспечения расходомера необходимо:

– осуществить подключение питания в соответствии с руководством по эксплуатации;

– включить расходомер;

– оперируя кнопками управления на лицевой панели расходомера перейти в меню индикации идентификационных параметров прибора;

– сравнить информацию (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО) отображаемую на дисплее расходомера с Таблицей 2.

5.3. Опробование.

5.3.1. При проведении поверки методом непосредственного сличения опробование проводят в следующей последовательности:

– выводятся показания измеряемого параметра (скорости потока или объемного расхода) на индикатор расходомера (при наличии) и/или персональный компьютер;

– эталонной установкой воспроизводят скорость (расход) газового потока в пределах диапазона измерений расходомера и проверяют наличие индикации измеряемого параметров на индикаторе расходомера (при его наличии), наличие коммуникационной связи по цифровому выходу с персональным компьютером.

Результат опробования считают положительным, если при воспроизведении скорости (расхода) показания расходомера изменялись соответственно воспроизводимому значению, связь с персональным компьютером была устойчивой.

5.3.2. При проведении поверки имитационным методом при опробовании производят подключение расходомера к персональному компьютеру, контролируют результаты выполнения самодиагностических проверок при включении расходомера, отсутствие сбоев и коммуникационных ошибок и на дисплее расходомера и при подключении к персональному компьютеру.

Результат опробования считают положительным, если самодиагностика расходомера при включении прошла успешно, в процессе эксплуатации на дисплее расходомера не возникло индикации сбоев и ошибок, подключение и синхронизация данных при подключении расходомера к персональному компьютеру прошла успешно.

5.4 Определение абсолютной погрешности при измерении скорости и приведенной погрешности при измерении объемного расхода газового потока в рабочих условиях.

5.4.1. Метод непосредственного сличения.

Поверку методом непосредственного сличения проводят следующим образом.

При помощи эталонной установки последовательно устанавливают поверочные точки, соответствующие значениям скорости воздушного потока 10 %, 30 %, 50 %, 70 % от максимального значения скорости воздушного потока из диапазона измерений расходомера с допусаемым отклонением ± 10 %.

В каждой поверочной точке определяют абсолютную погрешность измерений скорости газового потока Δ_V по формуле:

$$\Delta_V = V_n - V_э, \text{ м/с} \quad (1)$$

где V_n и $V_э$ - значения скорости газового потока по показаниям расходомера и эталона, соответственно, м/с.

В каждой поверочной точке определяют приведенную погрешность измерений объемного расхода газового потока γ_Q по формуле:

$$\gamma_Q = \frac{Q_n - Q_э}{Q_{\text{наиб}}} \times 100, \quad \% \quad (2)$$

где Q_n и $Q_э$ - значения объемного расхода газового потока по показаниям расходомера и эталона, соответственно, м³/ч;

$Q_{\text{наиб}}$ – наибольшее значение объемного расхода газового потока в соответствии с диапазоном измерений расходомера, м³/ч.

Результаты поверки считаются положительными, если для каждой поверочной точки определенные погрешности не превышают следующих пределов:

Таблица 4

Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении скорости газового потока в рабочих условиях, м/с	$\pm(0,03+0,03V)$
Пределы допускаемой приведенной к ВПИ погрешности при измерении объемного расхода газового потока в рабочих условиях, % ¹⁾	± 3
¹⁾ – Допускается проводить определение только абсолютной погрешности измерений скорости газового потока	

5.4.2. Имитационный метод.

Поверка имитационным методом осуществляется в испытательной камере в соответствии с

п. 2.1 , заполненной газовой средой. Производятся следующие операции:

- определение относительной погрешности при измерении скорости звука в измеряемой среде;

- проверка стабильности нуля расходомера.

5.4.2.1. Определение относительной погрешности δ_c при измерении скорости звука в измеряемой среде производится по формуле:

$$\delta_c = \frac{C_{и} - C_{расч}}{C_{расч}} \times 100 \quad \% \quad (3)$$

где $C_{и}$ – скорость звука, измеренная расходомером, м/с

$C_{расч}$ - скорость звука, определённая расчётным путем в соответствии с ГСССД МР 176-2010 «Расчетное определение скорости звука во влажном воздухе при температурах от -20 до +40°C при абсолютном давлении от 550 мм. рт. ст. до 1 МПа и относительной влажности от 0 до 100 %» в соответствии со значениями температуры, давления и влажности воздуха в испытательной камере, м/с.¹⁾

¹⁾ При использовании иной газовой среды в испытательной камере скорость звука, определённая расчётным путем производится по утвержденным в установленном порядке методикам.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность при измерении скорости звука не превысила $\pm 0,2\%$.

5.4.2.2. Проверку стабильности нуля расходомера проводят, измеряя скорость газа в испытательной камере в течение 5 минут — измеренная скорость газа не должна превышать 0,02 м/с.

5.5. Определение приведенной к ВПИ погрешности при преобразовании измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного электрического тока.

Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного тока производят имитационным методом. В соответствии с руководством по эксплуатации расходомера посредством цифрового интерфейса RS-485 вторичный преобразователь расходомера подключают к персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Универсальный просмотрщик», к токовому выходу расходомера подключают рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока. В программном обеспечении необходимо перейти в закладку «Калибровка» и перевести токовый выход расходомера в тестовый режим работы, для чего установить параметр «Связь» в состояние «Тест». Далее последовательно внося в графу «Тестовая скорость» значения скорости газового потока, соответствующие значениям скорости воздушного потока 10%, 30%, 50%, 70% от максимального значения скорости воздушного потока из диапазона измерений расходомера, произвести измерение значений величин постоянного тока соответствующих имитируемым скоростям газового потока.

Измеренное значение скорости потока определяется в соответствии с формулой:

$$V_{и} = V_{нп} + (V_{вп} - V_{нп}) \frac{I_{и} - I_{мин}}{I_{макс} - I_{мин}} \quad (4)$$

где $I_{и}$ – измеренное значение силы тока, соответствующее скорости газового потока, мА;
 $I_{мин}$ – минимальное значение диапазона работы токового выхода, мА;
 $I_{макс}$ – максимальное значение диапазона работы токового выхода, мА;
 $V_{и}$ – значение скорости газового потока, соответствующее измеренному токовому сигналу на выходе расходомера, м/с;
 $V_{вп}$ – заданное верхнее значение диапазона измерений скорости газового потока по токовому выходу, м/с (определяют в соответствии с настройками или паспортом расходомера);

$V_{\text{нп}}$ – заданное нижнее значение диапазона измерений скорости газового потока по токовому выходу, м/с (определяют в соответствии с настройками или паспортом расходомера).

Допускаемую приведенную погрешность расходомеров при преобразовании измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного электрического тока γ_I определяют по формуле:

$$\gamma_I = \frac{V_{\text{и}} - V_{\text{о}}}{V_{\text{вп}} - V_{\text{нп}}} \times 100 \quad \% \quad (5)$$

где $V_{\text{о}}$ – значение заданной программным методом скорости газового потока, м/с

Результаты поверки считаются положительными, если приведенная к ВПИ погрешность при преобразовании измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного электрического тока не превысила $\pm 0,1\%$.

5.6. Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода, объема, приведенных к стандартным и/или нормальным условиям.

В расходомер вводят значения компонентного состава газа, температуры и давления.

По нормативным документам определяется расчетное значение коэффициента сжимаемости $K_{\text{расч}}$. С дисплея и/или информационного выхода расходомера считывается вычисленное значение коэффициента сжимаемости $K_{\text{выч}}$. Относительная погрешность при вычислении объемного расхода, объема, приведенных к стандартным и/или нормальным условиям определяется как относительная погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа по формуле:

$$\delta_K = \frac{K_{\text{выч}} - K_{\text{расч}}}{K_{\text{расч}}} \times 100, \quad \% \quad (6)$$

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность δ_K не превышает $\pm 0,005\%$.

6. Оформление результатов поверки

6.1. Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте (раздел «Свидетельство о поверке»), заверенной поверителем и удостоверенной знаком поверки.

6.2. Положительные результаты периодической поверки расходомера оформляют выдачей свидетельства о поверке установленного образца или записью в паспорте (раздел «Свидетельство о поверке»), заверенной поверителем и удостоверенной знаком поверки.

6.3. При отрицательных результатах поверки расходомер бракуют с выдачей извещения о непригодности с указанием причин непригодности.

6.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и/или в паспорт.

ПРОТОКОЛ

Расходомер-счетчик ультразвуковой ВЗЛЕТ РГ

Зав. номер _____

Принадлежит _____

Методика поверки МП 2550-0372-2020 утверждена ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» «29» июня 2020 г.

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °С _____

- относительная влажность, % _____

- атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки: _____

Номер версии встроенного ПО _____

ПО (соответствует/не соответствует)

Определение абсолютной погрешности при измерении скорости газового потока в рабочих условиях

№ измер.	V_z , м/с	V_n , м/с	Δv , м/с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, м/с
1				
2				
3				
4				

Определение приведенной погрешности при измерении объемного расхода газового потока в рабочих условиях

№ измер.	Q_z , м ³ /ч	Q , м ³ /ч	γ_Q , %	Пределы допускаемой приведенной погрешности, %
1				
2				
3				
4				

Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода, объема, приведенных к стандартным и/или нормальным условиям

Красч, м ³ /ч	Квыч, м ³ /ч	δ_k , %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения скорости
газового потока в сигнал постоянного тока

№ измер.	V_3 , м/с	V_n , м/с	γ_I , %	Пределы допускаемой приведенной погрешности, %
1				
2				
3				
4				

Расходомер-счетчик ультразвуковой ВЗЛЕТ РГ _____ зав. номер _____

к эксплуатации _____ годен (негоден)

Дата поверки « _____ » _____ 20 ____ г.

Поверитель _____ / _____
(подпись) (Ф.И.О.)