

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

« 28 » 12 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры вихревые ИЗМЕРКОН VT

Методика поверки

МП 208-071-2023

г. Москва
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки	5
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6 Внешний осмотр средства измерений	6
7 Подготовка к поверке и опробование	6
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7
10 Оформление результатов поверки	10

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на расходомеры вихревые ИЗМЕРКОН VT (далее – расходомеры), изготавливаемые «Q&T Instrument Co., Ltd», КНР, и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. При проведении поверки прослеживаемость поверяемых средств измерений (далее – СИ) к государственному первичному специальному эталону единицы массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356, к государственному первичному эталону единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ118-2017 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объёмного и массового расходов газа, утверждённой приказом Росстандарта от 11 мая 2022 № 1133, к государственному первичному эталону единицы давления – паскаля ГЭТ 23-2010 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утверждённой приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С ГЭТ34-2020 и государственному первичному эталону единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ35-2021 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утверждённой приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253.

1.3. Передача расходомерам единиц температуры, давления, объёма (массы) жидкости в потоке, объёмного (массового) расходов жидкости и газа осуществляется методом прямых измерений.

1.4. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование параметра	Значение параметра		
	VT 370	VT 450	VT 470
Номинальный диаметр ¹⁾ , DN	от 20 до 200	от 80 до 1600	от 15 до 300
Диапазон измерений объёмного (массового ²⁾) расхода жидкости, м ³ /ч (кг/ч)	-	от 6 до 70000 (от 6 до 70000)	от 0,5 до 2500 (от 0,5 до 2500)
Диапазон измерений объёмного (массового ²⁾) расхода газа, пара, м ³ /ч (кг/ч)	от 6 до 8000 (от 6,8 до 80400)	от 60 до 400000 (от 67,7 до 4020000)	от 5 до 16000 (от 5,6 до 272000)
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении объёма (массы) жидкости в потоке и объёмного (массового) расхода ³⁾ жидкости, %	-	±1,5; ±2,0; ±2,5	±0,75; ±1,0; ±1,5; ±2
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении объёма и объёмного расхода ³⁾ газа, пара, δ_0 , %	±1,0; ±1,5; ±2,0; ±2,5	±1,5; ±2,0; ±2,5	±1,0; ±1,5; ±2,0

Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении объёма и объёмного расхода газа, приведённых к стандартным условиям ^{3),4)} , %	$\pm\sqrt{\delta_0 + \delta_t + \delta_p + \delta_\rho}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры газа, δ_t , %	$\pm 0,1; \pm 0,2; \pm 0,3$
Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону измерений погрешности давления газа, при температуре окружающего воздуха +20 °С, γ_p , %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой дополнительной приведённой к диапазону измерений погрешности преобразования и вычисления значений давления измеряемой среды, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от +20 °С, $\gamma_{p\text{дон}}$, %/10 °С	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа, δ_ρ , %	$\pm 0,3$
¹⁾ Модификация VT 470: DN 15 – DN 300 для фланцевого/бесфланцевого исполнения, DN 15 – DN 100 для резьбового исполнения; ²⁾ Массовый расход зависит от плотности среды; ³⁾ По заказу; ⁴⁾ δ_t – пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры среды, %; γ_p – пределы допускаемой приведённой погрешности измерений давления среды, %; δ_p – пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления среды, %; δ_ρ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности среды, %.	

2. Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование	7	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да

и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
5. Оформление результатов	10	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 10 °С до 30 °С;
- скорость изменения температуры окружающего воздуха не более 2 °С/мин;
- скорость изменения температуры используемой при поверке среды не более 0,3 °С/мин;
- содержание свободного газа в жидкости не допускается;
 - требования к прямым участкам:
 - а) 7·Ду до расходомера;
 - б) 3·Ду после расходомера.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к эталонам, средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 9	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 °С до 40 °С, ПГ ±0,5 °С; средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 90 %, ПГ ±3 %; средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, ПГ ±0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 46434-11
9.1	Рабочий эталон 2-го или 3-го разряда в соответствии с ГПС для СИ массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356. Диапазон расходов и разряд выбираются исходя из погрешности и диапазона измерений расходомера	Установки поверочные автоматизированные УПРС+, рег. № 77099-19
9.2	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГПС для СИ объёмного и массового расходов газа утверждённой приказом Росстандарта от 11 мая 2022 г. № 1133. Диапазон расходов в соответствии с диапазоном измерений расходомера	Установка поверочная УПГ, рег. № 37319-10
9.3	Рабочий эталон температуры 3-го разряда, согласно приказу Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253	Термометр ПТСВ 2-3, рег. № 32777-06

9.4	Рабочий эталон давления 3-го разряда, согласно приказу Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020, рег. № 58668-14
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 поверяемые СИ, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр средства измерений

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.

7.3. Проверить соответствие условий поверки по п. 3.

7.4. Установить расходомер на проливную установку и выдержать в течение 5 минут расход поверочной среды, равный примерно $(0,3 - 0,9) \cdot Q_{\max}$ (где Q_{\max} – наибольшее значение объёмного расхода для данного типа расходомера) для удаления воздуха из контура измерений.

7.5. Герметичность расходомера подтверждается отсутствием течи и капельвыделений в местах соединений во время опробования на проливной установке.

7.6. При поверке на газе (воздухе) расходомер должен быть выдержан во включённом состоянии на работающей установке не менее 5 минут.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1. Вывести на дисплей расходомера данные программного обеспечения в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результат проверки считают положительным, если номер версии соответствует указанной в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	исп. RS485	исп. HART
Идентификационное наименование ПО	IZ.VT.1	IZ.VT.2

Номер версии (идентификационный номер) ПО	$x^{1)}.x^{2)}$	$x^{3)}.x^{4)}_x^{5)}.x^{6)}$
Цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО	не отображается	
<p>Примечания:</p> <p>¹⁾ Где «х» может принимать значение от 9 до 100 и не относится к метрологически значимой части ПО.</p> <p>²⁾ Где «х» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО.</p> <p>³⁾ Где «х» может принимать значение от «С» до «Z» (латинского алфавита) и не относится к метрологически значимой части ПО.</p> <p>⁴⁾ Где «х» может принимать значение от 1 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО.</p> <p>⁵⁾ Где «х» может принимать значение от от «А» до «Z» (латинского алфавита) и не относится к метрологически значимой части ПО.</p> <p>⁶⁾ Где «х» может принимать значение от 3 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО.</p>		

9. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

При проведении поверки руководствуются положениями п. 9.1 для жидкостных исполнений расходомера или п. 9.2 для газовых. При указанных в паспорте К-факторах для двух сред поверку допускается проводить только на одной из них.

9.1. Определение относительной погрешности измерений объёмного или массового расхода (объёма или массы) при помощи жидкостной поверочной установки

Схема подключения контрольно-измерительной аппаратуры приведена в руководстве по эксплуатации.

Определение относительной погрешности проводят на значениях расхода, соответствующих: $Q_{\min}, 0,25Q_{\max}, 0,5Q_{\max}$.

Расходомеры с первичными преобразователями, у которых $DN \geq 300$ мм, допускается поверять на расходах $Q_{\min}, 0,2Q_{\max}, 0,4Q_{\max}$.

Значения расходов устанавливают с допуском $\pm 10\%$.

Время проведения каждого измерения должно быть не менее 120 секунд или 1000 импульсов.

На каждом расходе проводят не менее трёх измерений.

Относительную погрешность измерений объёмного (массового) расхода $\delta_{Q_i}, \%$ или объёма (массы) $\delta_{V_i}, \%$, при i -ом измерении определяют по формулам

$$\delta_{Q_i} = \frac{Q_i - Q_{\text{эт}}}{Q_{\text{эт}}} \cdot 100, \tag{1}$$

$$\delta_{V_i} = \frac{V_i - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100, \tag{2}$$

где Q_i – расход по расходомеру, $\text{дм}^3/\text{ч}$ (кг/ч);
 $Q_{\text{эт}}$ – расход по поверочной установке, $\text{дм}^3/\text{ч}$ (кг/ч);
 V_i – объём (масса) по расходомеру, дм^3 (кг);
 $V_{\text{эт}}$ – объём (масса) по поверочной установке, дм^3 (кг).

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение относительной погрешности измерений объёмного или массового расхода (объёма или массы) не превышает пределов, приведённых в таблице 1 и паспорте расходомера.

При положительном результате поверки погрешности измерений объёма (массы) жидкости расходомеры считаются прошедшими поверку погрешности измерений объёмного (массового) расхода жидкости. При положительном результате поверки погрешности измерений объёмного (массового) расхода жидкости расходомеры считаются прошедшими поверку погрешности измерений объёма (массы) жидкости.

9.2. Определение относительной погрешности измерений объёмного или массового расхода при помощи газовой поверочной установки

Проводится аналогично п. 9.1.

Относительную погрешность измерений объёмного расхода δ_{Qi} , %, при i -ом измерении определяют по формуле (1).

Объёмный расход Q , м³/ч, соответствующий массовому расходу на газовой объёмной поверочной установке в зависимости от плотности газа, рассчитывается по формуле

$$Q = \frac{Q_{m,r}}{\rho_r}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{газ}}$ – плотность газа (см. паспорт на расходомер), кг/м³;
 $Q_{m,r}$ – массовый расход газа (см. паспорт на расходомер), кг/ч.

Относительную погрешность измерений массового расхода δ_{Qmi} , %, при i -ом измерении рассчитывают по относительной погрешности измерений объёмного расхода δ_{Qi} , %, с учётом погрешности вычисления плотности газа (воздуха) $\delta_{\rho i}$ при i -ом измерении по формуле

$$\delta_{Qmi} = \sqrt{\delta_{Qi}^2 + \delta_{\rho i}^2}, \quad (4)$$

где $\delta_{\rho i}$ – относительная погрешность измерения плотности воздуха, %, определяемая по формуле

$$\delta_{\rho i} = \sqrt{\delta_{qKi}^2 + \delta_{qpi}^2 + \delta_{qTi}^2}, \quad (5)$$

где δ_{qpi} – относительная погрешность измерений давления, %;
 δ_{qTi} – относительная погрешность измерений температуры, %;
 δ_{qKi} – относительная погрешность вычисления плотности, %, равная расширенной неопределённости расчётной плотности (фактора сжимаемости) согласно таблице 1 методики ГСССД МР 242-2015 «Методика ГСССД. Методика расчётного определения термодинамических свойств и коэффициента динамической вязкости сухого воздуха при температурах 60...1000 К и давлениях до 100 МПа».

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значения относительной погрешности измерений объёмного или массового расхода не превышают пределов, приведённых в таблице 1 и паспорте расходомера.

9.3. Определение погрешности расходомера при измерении температуры

Определение погрешности расходомера при измерении температуры проводят только для расходомеров укомплектованных встроенным преобразователем температуры.

Определение погрешности расходомера при измерении температуры допускается проводить двумя способами:

- при подключении к поверочной установке, в состав которой входит рабочий эталон единицы температуры;
- при применении рабочего эталона единицы температуры.

9.3.1 Определение погрешности расходомера при измерении температуры во время воспроизведения расхода на поверочной установке

Погрешность расходомера при измерении температуры определяют по показаниям датчика температуры, входящего в состав рабочего эталона единицы температуры, и показаниям расходомера. Проводят не менее трёх измерений.

Относительную погрешность измерений температуры δt , %, рассчитывают по формуле

$$\delta t = \frac{t_i - t_3}{t_3} \cdot 100, \quad (6)$$

где t_i – температура, измеренная расходомером, °С;
 t_3 – температура, измеренная эталоном температуры, °С.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности измерений температуры, не превышают пределов, указанных в таблице 1.

9.3.2 При определении абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры с использованием рабочего эталона единицы температуры расходомер закрывают с одной стороны заглушкой и поворачивают так, чтобы измерительный канал находился в вертикальном положении. Затем заполняют измерительный канал жидкостью и погружают в него рабочий эталон единицы температуры. Проводят не менее трёх измерений. Погрешность при измерении температуры определяют по формуле (6).

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности измерений температуры, не превышают пределов, указанных в таблице 1.

9.4. Определение допускаемой приведённой к верхнему пределу измерений погрешности преобразования и вычисления значений давления измеряемой среды

Определение допускаемой приведённой к верхнему пределу измерений погрешности преобразования и вычисления значений давления измеряемой среды только для расходомеров, укомплектованных встроенным преобразователем давления.

Перед проведением поверки проточную часть расходомера (вставки) герметично закрывают с двух сторон заглушками и заполняют проточную часть водой. С одной стороны, в одной из заглушек должно быть резьбовое отверстие со штуцером. К штуцеру присоединяют эталонный преобразователь давления и воздушный компрессор или ручной жидкостной опрессовочный насос. При помощи компрессора или прессовочного насоса в проточной части расходомера создают давление в трёх точках, равномерно распределённых в диапазоне измерения встроенного в расходомер преобразователя давления, но превышая максимального рабочего давления расходомера: P_{max} ; $0,5P_{max}$; $0,1P_{max}$, где P_{max} – максимальное давление шкалы преобразователя давления, встроенного в расходомер, кПа (МПа).

В каждой точке выполняют по одному измерению при прямом и обратном ходе и рассчитывают значение погрешности γ_{P_i} , %, по формуле

$$\gamma_{P_i} = \frac{P_{изм} - P_{эт}}{P_{max}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $P_{\text{изм}}$ – давление, измеренная расходомером, кПа (МПа);
 $P_{\text{эт}}$ – давление, измеренное эталоном давления, кПа (МПа).

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности измерений давления, не превышают пределов, указанных в таблице 1.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) дополнительно по заявлению владельца свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

10.4. Знак поверки на СИ не наносится.

10.5. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и дополнительно по заявлению владельца оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин