

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по производственной метрологии

ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

«30» 01 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры жидкости Рельеф-20

Методика поверки

МП 208-006-2023

г. Москва
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

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

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика поверки применяется для поверки расходомеров жидкости Рельеф-20 (далее – расходомеров), изготавливаемых АО «Моринсис-Агат-КИП», г. Рязань, и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в описании типа.

1.3. Прослеживаемость расходомеров к государственному первичному 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.

1.4. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод непосредственного сличения.

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки расходомеров должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Операции 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 средства измерений	7	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9	да	да
5. Оформление результатов	10	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки расходомеров должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: $(20 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура испытательной среды: $(20 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}$;
- дрейф температуры испытательной среды, не более: $3 \text{ }^\circ\text{C/ч}$.

3.2. Условия поверки не должны противоречить условиям эксплуатации средств поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к СИ и вспомогательному оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7	Термогигрометр, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ± 3 %, диапазон измерений температуры от 5 до 40 °С, ПГ $\pm 0,5$ °С	термогигрометр ИВА-6А-Д, рег. № 46434-11
9	Рабочий эталон единицы объёмного расхода жидкости 2 разряда, диапазон расходов в соответствии с диапазоном, необходимым для проверки расходомеров	установка поверочная автоматизированная УПРС+, рег. № 77099-19
9	Частотомер электронно-счётный, диапазон измерений частоты от 9 до 11 МГц, ПГ ± 1 Гц	частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/5, рег. № 75631-19
9	Термометр, диапазон измерений от 10 °С до 40 °С, ПГ $\pm 0,5$ °С	термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 77099-19
9	Источник питания постоянного тока, диапазон воспроизведений тока до 170 мА, напряжения до 27 В	источник питания постоянного тока импульсный АК ИП-1102, рег. № 37469-08
9	Компьютер с установленным программным обеспечением QLink.exe	IBM PC-совместимый с Windows 7 и более поздними версиями ОС
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные и 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 на 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 расходомеры, 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 средства измерений

7.1. Проконтролировать условия проведения поверки на соответствие разделу 3.

7.2. Подготовить СИ в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.3. Опробование совместить с определением метрологических характеристик.

7.4. Провести проверку контроля исправности.

Перед проверкой контроля исправности провести проверку ПО согласно п. 8.

Проверку контроля исправности проводить во включённом состоянии.

Рабочая полость расходомера должна быть заполнена рабочей жидкостью. Расходомер подключить согласно схеме на рисунке 1.

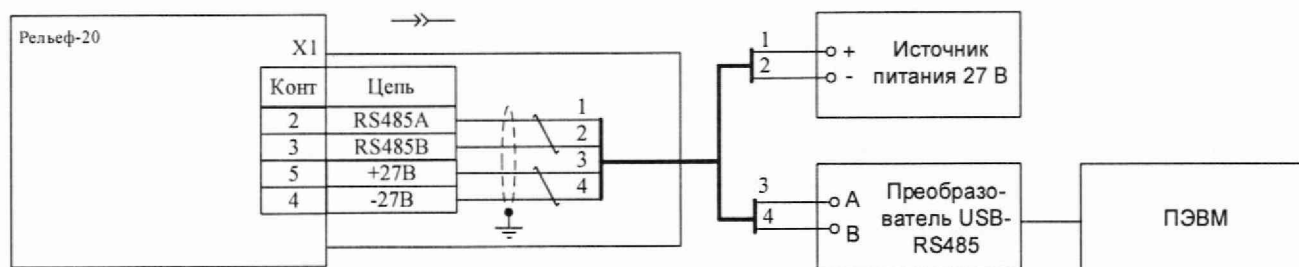


Рисунок 1

Включить источник питания. Запустить на технологической ПЭВМ программу QLink.exe.

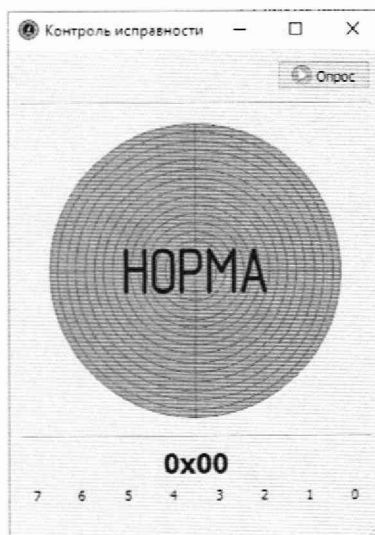


Рисунок 2

На главном экране программы в поле «Порт» (в левой части окна) выбрать имя соответствующего адаптера интерфейса RS-485, используемого для подключения расходомера к технологической ПЭВМ. После выбора соответствующего порта из выпадающего меню, нажать экранную кнопку «Обновить», в результате чего будут отображены идентификационные данные расходомера, что свидетельствует об успешном установлении. Перейти во вкладку «Испытания и поверка» заголовочного окна программы и выбрать пункт «Контроль исправности». После этого на экране ПЭВМ отобразится соответствующее окно (рисунок 2).

При однократном нажатии экранной кнопки «Опрос» окна «Контроль исправности» расходомер переключится в режим «Контроль» и будет передавать данные о своём состоянии.

При исправном состоянии расходомера в окне «Контроль исправности» отображается пиктограмма «НОРМА», байт состояния принимает значение «0x00».

При неисправном состоянии в окне «Контроль исправности» отображается пиктограмма «НЕ НОРМА», байт состояния содержит код ошибки.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Контрольную сумму метрологически значимой части metrolog_kit1.dll внешнего программного обеспечения (далее – ПО) QLink.exe рассчитать, используя встроенные средства операционной системы Windows или стороннего ПО, например HashTab. Для проверки встроенными средствами операционной системы Windows необходимо скопировать файл metrolog_kit1.dll в корень диска C:\, запустить командную строку операционной системы Windows и ввести следующую команду:

```
certutil -hashfile C:\metrolog_kit1.dll SHA256
```

При запуске QLink.exe проверить номер версий внутреннего и внешнего ПО. Номер версий ПО отображается во вкладке «Справка» – «О программе». Идентификационное наименование внутреннего ПО не отображается и проверке не подвергается.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование внутреннего ПО	relyef.hex
Номер версии (идентификационный номер) внутреннего ПО	не ниже 1.00.00.00
Идентификационное наименование внешнего ПО	QLink.exe
Номер версии (идентификационный номер) внешнего ПО	не ниже 1.xx
Метрологически значимая часть ПО	metrolog_kit1.dll
Цифровой идентификатор метрологически значимой части (алгоритм SHA256)	67b759b930a347c30f97a9efcdbf5a813350526f74bfc3009e51298331d5a8
Примечание – Просмотр значения номера версии (идентификационного номера) внутреннего ПО доступен только в программе QLink.exe.	

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

9.1. Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода проливным методом

Расходомер подключить к установке поверочной и настроить в соответствии с руководством по эксплуатации.

Для выравнивания температуры корпуса расходомера, температуры измеряемой жидкости в трубопроводе и в расходной ёмкости установки поверочной установить расход, соответствующий $(50 \pm 10) \%$ от верхнего предела измерений (далее – ВПИ) расходомера, и провести проливку в течение не менее 15 мин.

Определение относительной погрешности выполняется методом сравнения показаний расходомера с показаниями установки поверочной при понижении расхода среды в пяти точках диапазона, соответствующим 100 %, 70 %, 40 %, 10 %, 5 % от ВПИ. Расход устанавливать с допуском $\pm 10 \%$ от ВПИ в средних точках диапазона измерений, + 5 % от ВПИ в крайней нижней точке и минус 5 % от ВПИ в крайней верхней точке. Для каждой точки проводят не менее трёх измерений. Время проведения одного измерения должно быть не менее 5 мин или

максимально возможным в данной точке диапазона при ограничении возможностей установки поверочной.

Относительную погрешность измерений объёмного расхода δ_{Q_i} , % при i -ом измерении в каждой точке определяют по формуле (1)

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

где Q_i – расход по расходомеру, м³/ч;
 $Q_{эти}$ – расход по поверочной установке, м³/ч.

За результат принимают худшее из полученных значений.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение относительной погрешности измерений объёмного расхода не превышает пределов, указанных в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Метрологические характеристики Рельеф-20

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода, %:	
- в диапазоне от 0,1 до 0,3 м ³ /ч	±5,0
- в диапазоне от 0,3 до 1,0 м ³ /ч	±3,0
- в диапазоне от 1,0 до 5,0 м ³ /ч	±1,0

9.2. Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода имитационным (беспроточным) методом

Установить заглушку на фланцы расходомера. Установить расходомер в вертикальное положение и заполнить рабочую полость расходомера дистиллированной водой и настроить в соответствии с руководством по эксплуатации. Выдержать не менее 2 ч.

Допускается проводить проверку без демонтажа расходомера с контролируемого трубопровода. Для этого остановить поток жидкости через расходомер, при этом полость расходомера должна быть заполнена измеряемой средой, и выдержать не менее 2 ч для установления температурного равновесия.

Расходомер подключить в соответствии руководством по эксплуатации. К разъёму X1 расходомера подключить кабель поверочный КП-1. Запустить программу QLink.exe, установленную на технологической ПЭВМ.

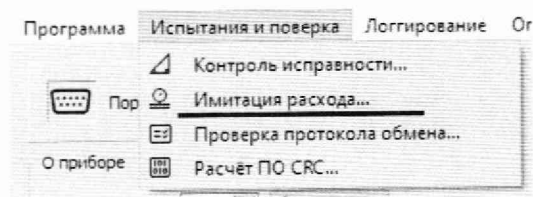


Рисунок 3 – Меню программы QLink.exe

В пункте меню «Испытания и поверка» (рисунок 3) выбрать пункт «Имитация расхода...», в результате чего должно открыться окно «Имитация расхода», внешний вид которого приведён на рисунке 4.

В функциональной группе «Исполнение прибора» необходимо выбрать исполнение «Ц». В рабочем поле программы (в табличной форме) отображаются следующие параметры:

- а) паспортные данные расходомера:
 - DN – номинальный диаметр расходомера, мм;
 - L_a – длина акустического канала расходомера, мм;
 - $\cos\varphi$ – косинус угла наклона пьезоакустического преобразователя к оси потока;
 б) $N_{\text{ТАКТ}}$ – количество тактов процессора, на которое задерживается ультразвуковой сигнал при имитации расхода;

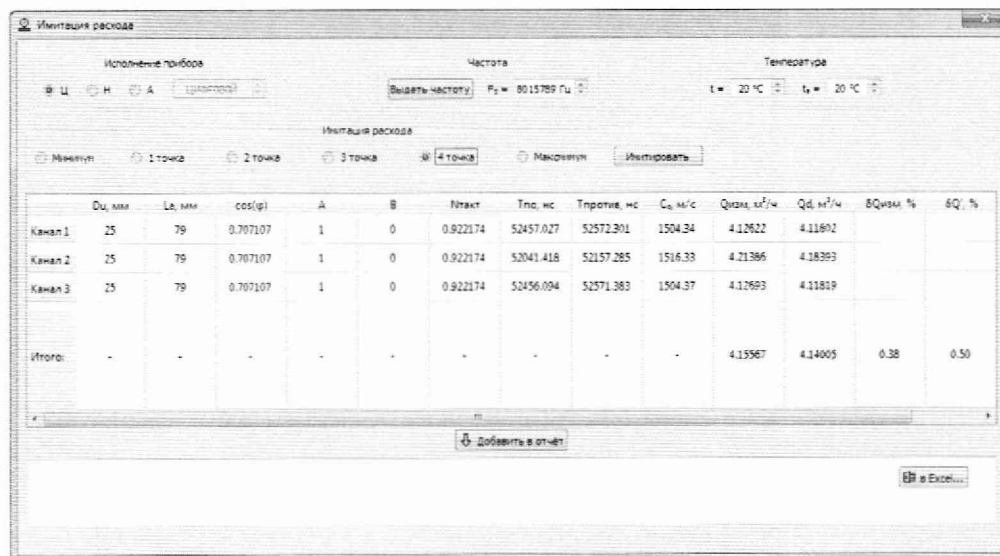


Рисунок 4 – Интерфейс программы QLink.exe

- в) параметры, рассчитанные штатными средствами расходомера:
 - $T_{\text{по}}$ – время прохождения ультразвукового сигнала по потоку, нс;
 - $T_{\text{против}}$ – время прохождения ультразвукового сигнала против потока, нс;
 - C_0 – скорость распространения ультразвука в измеряемой среде, м/с;
 - $Q_{\text{изм}}$ – объёмный расход в заданной имитационной точке, м³/ч;
 г) результаты расчета метрологических характеристик:
 - Q_d – действительное (имитационное) значение объёмного расхода, м³/ч;
 - $\delta Q_{\text{изм}}$ – относительная погрешность измерений в заданной точке, %;
 - δQ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %.

Для измерения тактовой частоты процессора, на основе которой формируется временная диаграмма работы расходомера, вычисляется время прохождения ультразвуковых колебаний вдоль акустического канала расходомера и дальнейший расчёт объёмного расхода, в функциональной группе «Частота» нажать экранную кнопку «Выдать частоту» (рисунок 4). При этом после прохождения соответствующей цифровой команды от программы QLink.exe на расходомер на контакты 11, 12 разъёма X1 будет выдаваться сигнал F_0 с частотой F_T , где F_T – тактовая частота процессора.

Тактовую частоту измерить с помощью частотомера, который должен быть подключён в соответствии руководством по эксплуатации. Измеренное значение частоты (в Гц) ввести в поле «Частота» (в левом верхнем углу окна «Имитация расхода»). Значение частоты вводится с точностью до 1 Гц.

После измерения тактовой частоты в окне «Имитация расхода» повторно нажать кнопку «Выдать частоту», в результате чего выдача сигнала F_0 с частотой F_T на контакты разъёма X1, подключённого к частотомеру, прекратится.

В функциональной группе «Имитация расхода» выбрать первую точку для задания имитационного расхода, включив кнопку «1 точка» и нажать кнопку «Имитировать» в правом верхнем углу окна «Имитация расхода». При этом ультразвуковой сигнал будет задержан на количество тактов процессора, отображаемое в поле $N_{\text{ТАКТ}}$.

Зарегистрировать значения измеренного объёмного расхода $Q_{изм}$ и значения параметров $Q_d, \delta_{Q_{изм}}, \delta_Q$.

Действительное значение расхода $Q_d, м^3/ч$, определяется по формуле (3) и вычисляется программой поверки QLink.exe автоматически.

$$Q_d = A \cdot \frac{\pi \cdot DN^2}{4} \cdot 3600 \cdot \frac{C_0^2 \cdot \Delta t}{2 \cdot L_\alpha \cdot \cos \varphi} + B, \quad (3)$$

где A, B – корректирующие коэффициенты (определённые при градуировке расходомера);
 Δt – имитационная задержка времени прохождения ультразвука в измеряемой среде, с, рассчитываемая по формуле

$$\Delta t = \frac{N_{такт}}{F_0}, \quad (4)$$

где F_0 – частота, измеренная частотомером, Гц;
 $N_{такт}$ – количество тактов внутренней тактовой частоты расходомера, которое используется для имитации задержки прохождения ультразвука в измеряемой среде в текущей точке поверки.

Относительная погрешность измерений объёмного расхода $\delta_{Q_{изм}}, \%$, определяется по формуле (5), и вычисляется программой поверки QLink.exe автоматически.

$$\delta_{Q_{изм}} = \frac{Q_{изм} - Q_d}{Q_d} \cdot 100, \quad (5)$$

Повторить проверку для имитационных точек: «2 точка», «3 точка», «4 точка» и «максимум».

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение относительной погрешности измерений объёмного расхода не превышает пределов, указанных в таблице 4.

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. При проведении поверки имитационным методом в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать «поверка имитационным методом».

10.3. При положительном результате поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными документами. Знак поверки на СИ не наносится.

10.4. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами.

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин