

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора по
метрологии

ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Д. Г. Дедков



Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры акустические многолучевые ВОЛГА МЛ
Методика поверки

МП 4101-2/0441-2025

Екатеринбург
2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки расходомеров акустических многолучевых Волга МЛ (далее – расходомеры).

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых расходомеров к ГЭТ 63-2025 Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2356 для средств измерений, передача единиц величин которым осуществляется на воде, ГЭТ 2-2021 Государственному первичному эталону единицы длины – метра и ГЭТ 199-2024 Государственному первичному специальному эталону единицы длины в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3459.

1.3 Методика поверки описывает проливной и имитационный метод поверки.

1.4 В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин непосредственным сличением и методом косвенных измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон скорости потока, м/с	от 0,05 до 20,0
Диапазон измерений объемного расхода, м ³ /ч	от $180 \cdot S$ до $72000 \cdot S$, где S – площадь поперечного сечения потока, м ²
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема при напорном течении δ_n , % - при измерении по диаметру - при измерении по двум хордам - при измерении по трем хордам - при измерении по четырем и более хордам	$\pm(1,00 + 0,20/v)$ $\pm(0,40 + 0,20/v)$ $\pm(0,32 + 0,20/v)$ $\pm(0,25 + 0,20/v)$ где v – значение скорости потока жидкости, м/с
Диапазон измерений уровня потока жидкости ¹⁾ первичным акустическим преобразователем П9320, м	от 0,05 до 5,0
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня потока жидкости ¹⁾ первичным акустическим преобразователем П9320, %	$\pm 0,3$
Диапазон измерений уровня потока жидкости ²⁾ первичным преобразователем уровня П9610, мм - исполнения П9610.01 - исполнения П9610.02	от 200 до 7000 от 200 до 20000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня потока жидкости ²⁾ первичным преобразователем уровня П9610, мм - исполнения П9610.01 - исполнения П9610.02	± 3 ± 6

Продолжение таблицы 1.1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений входного токового сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности входного токового сигнала, %	$\pm 0,06$
Диапазон выходного токового сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА, % от диапазона преобразования	$\pm 0,06$
Диапазон выходного частотного сигнала, Гц	от 1 до 5000
Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в частотный сигнал от 1 до 5000 Гц, % от диапазона преобразования	$\pm 0,3$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода при безнапорном течении, %	$\pm \sqrt{\delta_n^2 + \delta_y^2 + \delta_d^2}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода при измерении объемного расхода и объема при поверке имитационным методом, %	$\pm (\delta_n + 0,5)$

¹⁾ расстояние от первичного акустического преобразователя уровня до границы раздела сред (глубины и положения дна)

²⁾ расстояние от поверхности первичного преобразователя уровня П9610 до поверхности потока

Примечания

1 δ_n – пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода при напорном течении с соответствующим количеством лучей, %

δ_y – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении уровня (при безнапорном течении), %

$$\delta_y = \frac{\gamma_n \cdot H_B}{H},$$

где γ_n – пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня потока жидкости первичным акустическим преобразователем П9320, %

H_B – верхний предел диапазона измерений уровня потока жидкости, м;

H – результат измерений уровня потока жидкости (глубины или расстояния до дна).

δ_d – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении уровня (расстояние до поверхности потока (при наличии)), %, рассчитываемые по формуле

$$\delta_d = \frac{\Delta_n}{H} \cdot 100,$$

где Δ_n – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня потока жидкости первичным преобразователем уровня П9610, мм.

2 При использовании выходного токового сигнала погрешность преобразования измеряемых значений в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА алгебраически суммируется с погрешностью измерений физической величины. При этом погрешности должны быть приведены к одинаковому виду.

3 При использовании выходного частотного сигнала погрешность преобразования измеряемых значений в выходной частотный сигнал от 1 до 5000 Гц алгебраически суммируется с погрешностью измерений физической величины. При этом погрешности должны быть приведены к одинаковому виду.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки расходомеров должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
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 средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

2.2 В зависимости от комплектации расходомера преобразователями, модулями ввода-вывода выполняются только соответствующие пункты методики поверки.

2.3 Допускается периодическая поверка расходомеров для отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений.

2.4 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, расходомер признают непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 до плюс 30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,0 кПа;
- температура дистиллированной воды: от плюс 15 до плюс 25 °С.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на расходомеры, эталоны, средства измерений, применяемые при поверке, имеющие необходимую квалификацию, аттестованные в качестве поверителей.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 до +30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4$ °С, средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %, средства измерений абсолютного давления в диапазоне от 840 до 1060 гПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 гПа	Прибор комбинированный для контроля параметров окружающей среды MeteoSmart, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ) 76455-19
8.1	Средства измерений температуры в диапазоне значений от -50 до +199,9 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 45379-10 (далее – термометр)
8.1 10.1	Средства измерений угла в диапазоне измерений от 0 до 180° с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2'$	Угломер с нониусом УН, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 957-54 (далее - угломер)
8.1 10.6.1	Эталон единицы объемного расхода жидкости, соответствующий требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356	Установка поверочная Эрмитаж, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 71416-18 (далее – поверочная установка)
10.1 10.2	Эталон единицы длины, соответствующий требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459 в диапазоне от 200 до 1500 мм	Рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности Р30У2К, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 55464-13 (далее – рулетка)
10.1	Эталон единицы длины, соответствующий требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459 в диапазоне от 1,5 до 20 м	Тахеометр электронный Торсон IS-305, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 50579-12 (далее- тахеометр)
10.1	Средство измерений в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности в диапазоне измерений ± 1500 мкм/м	Уровень электронный М-050 мод. М-050-03, диапазон измерений ± 1500 мкм/м, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 40611-09 (далее - уровень)

Продолжение таблицы 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.3	Эталон единицы постоянного тока, соответствующий требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 в диапазоне от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, диапазон воспроизведения тока от 0 до 32,9999 мА, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 70345-18 (далее - калибратор)
10.4	Эталон единицы постоянного тока, соответствующий требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 в диапазоне от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), диапазон измерений тока от минус 25 до плюс 100 мА, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 52489-13 (далее – калибратор MC6 (-R))
10.5	Эталон единицы частоты, соответствующий требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 5 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне от 1 до 5000 Гц	Частотомер электронно-счетный серии ЧЗ-85/6, диапазон измерений частоты от 1 МГц до 200 МГц, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 75631-19 (далее - частотомер)
Вспомогательные средства поверки		
10.6.2	Дистиллированная вода в соответствии с ГОСТ Р 58144-2018 «Вода дистиллированная. Технические условия»	
8.1, 8.2, 10.6.2	Имитатор поверочный ВМЛ.ИМ-01 в комплекте с первичными акустическими преобразователями П9111	
10.1 10.2	Имитатор границы раздела сред жидкости (поверхность передвижного прямоугольного отражающего экрана с минимальной длиной стороны $h_{\max}/10$, где $h_{\max}$ – верхний предел диапазона измерений расстояния, мм) (далее - экран)	

5.2 Допускается использовать при поверке другие средства поверки, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 5.1. Соответствие применяемых эталонов обязательным требованиям должно подтверждаться сведениями о результатах поверки (аттестации), включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Пригодность к применению средств измерений должна подтверждаться сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования по безопасности, приведенные в эксплуатационной документации расходомеров и используемых средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний вид расходомера должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа.

7.2 Проверить наличие пломбировки для защиты от несанкционированного доступа в соответствии с описанием типа.

7.3 При проведении внешнего осмотра расходомеров следует убедиться в отсутствии механических повреждений, влияющих на их метрологические характеристики.

7.4 Устанавливают соответствие маркировки указанной в описании типа.

7.5 Комплектность расходомера должна соответствовать паспорту.

7.6 Результат операции поверки считают положительным, если расходомер соответствует требованиям 7.1 – 7.5.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверяют соблюдение условий в соответствии с разделом 3.

8.1.2 Перед началом проведения поверки поверяемый расходомер выдерживают в условиях в соответствии с разделом 3 не менее 1 ч.

8.1.3 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной и технической документацией.

8.1.4 Поверка проливным методом проводится для расходомеров с диаметром до 300 мм.

При поверке проливным методом производят монтаж поверяемого расходомера на трубопровод поверочной установки согласно руководства по эксплуатации на расходомер. При отсутствии в составе поверочной установки измерительного участка с возможностью монтажа первичных акустических преобразователей из комплекта поверяемого расходомера необходимо использовать измерительную вставку имеющегося типоразмера и акустические преобразователи из комплекта поверяемого расходомера, допускается применение акустических преобразователей аналогичного типа.

8.1.5 При поверке проливным методом устанавливают первичные акустические преобразователи на измерительный участок поверочной установки в соответствии с руководством по эксплуатации, устанавливают в меню расходомера параметры измерительного участка, первичных акустических преобразователей, единицы измерений.

Примечание - Врезные первичные акустические преобразователи предоставляются на поверку в комплекте с измерительным участком.

8.1.6 При поверке имитационным методом (для расходомеров с диаметром св. 300 мм) в соответствии с руководством по эксплуатации подключают расходомер ко вторичному измерительному преобразователю, имитатору поверочному ВМЛ.ИМ-01, поставляемому в комплекте с первичными акустическими преобразователями П9111. В соответствии с руководством по эксплуатации проверяют правильность монтажа первичных акустических преобразователей П9111 в имитатор поверочный ВМЛ.ИМ-01.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании расходомеров устанавливают их работоспособность в соответствии с руководством по эксплуатации, подают электропитание на вход расходомера.

8.2.2 Результат операции поверки считают положительным, если после подачи электропитания включается вычислительный терминал, на сенсорном дисплее появляется главный экран расходомера.

8.2.3 При поверке имитационным методом в соответствии с пунктом 3.2.1.3 руководства по эксплуатации вносят значения геометрических параметров (внутренний диаметр трубопровода и расстояние между излучающими поверхностями акустических преобразователей (длина акустического луча)), установленных первичных акустических преобразователей П9111 в имитатор поверочный ВМЛ.ИМ-01, нанесенных на табличке, закрепленной на имитаторе, в программное обеспечение (далее - ПО) расходомера.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных ПО вычислительного терминала и ПО трансивера проводят путем сличения их идентификационных наименований и номера версии, приведенным в описании типа. Для отображения номера версии и наименования вычислительного терминала и трансивера необходимо войти в меню системных настроек расходомера «Пуск» - «Система».

9.2 Результаты проверки ПО считают положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня потока жидкости первичным преобразователем уровня П9610

10.1.1 В качестве имитатора поверхности потока используют экран. Первичный преобразователь уровня П9610, исполнения П9610.01 устанавливают на горизонтальную поверхность, как показано на рисунке 1, на уровне около $\frac{1}{2}$ высоты экрана. Экран устанавливают вертикально, контролируя положение с помощью угломера и уровня, так, чтобы его плоскость и геометрическая ось излучателя первичного преобразователя уровня П9610, исполнения П9610.01 были взаимно перпендикулярны с допуском на перпендикулярность $\pm 1^\circ$.

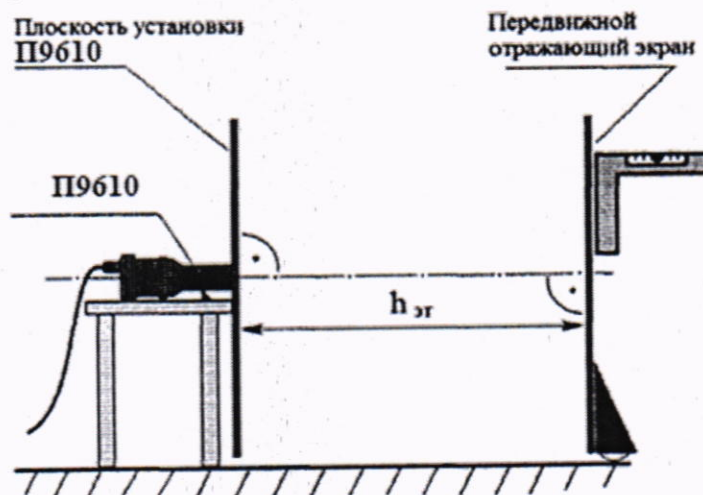


Рисунок 1 – Схема размещения первичного преобразователя уровня П9610 и передвижного отражающего экрана

10.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня потока жидкости первичным преобразователем уровня П9610, исполнения П9610.01 проводят не менее чем в 3 равномерно расположенных точках диапазона измерений, 2 из которых соответствуют нижнему и верхнему значению диапазона измерений. В каждой проверяемой точке определяют расстояние $h_{эт}$, мм от первичного преобразователя уровня П9610, исполнения П9610.01 до экрана с помощью рулетки или тахеометра, фиксируют результаты измерений расходомером $h_{изм}$, мм.

10.1.3 Определяют абсолютную погрешность измерений уровня потока жидкости первичным преобразователем уровня П9610, исполнения П9610.01 до экрана Δ , мм по формуле

$$\Delta = h_{изм} - h_{эт}, \quad (1)$$

где $h_{изм}$ – результат измерений уровня потока жидкости первичным преобразователем уровня П9610, исполнения П9610.01, мм;

$h_{эт}$ – результат измерений расстояния от поверхности первичного преобразователя уровня П9610, исполнения П9610.01 до экрана рулеткой или тахеометром, мм.

10.1.4 Повторяют операции по пунктам 10.1.1-10.1.3 для первичного преобразователя уровня П9610, исполнения П9610.02.

10.1.5 Результаты операции поверки считают положительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений уровня потока жидкости не превышают пределы допускаемых значений, приведенных в таблице 1.1.

10.2 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня потока жидкости первичным акустическим преобразователем П9320

10.2.1 Проверку диапазона измерений уровня потока жидкости и определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня потока жидкости первичным акустическим преобразователем П9320 проводят измерением расстояния до имитатора границы раздела сред жидкости с помощью рулетки.

10.2.2 Первичный акустический преобразователь П9320 устанавливают как показано на рисунке 2, в качестве имитатора контролируемой среды используют поверхность передвижного экрана. Расстояние до экрана должно быть не меньше слепой зоны испытываемого первичного акустического преобразователя П9320.

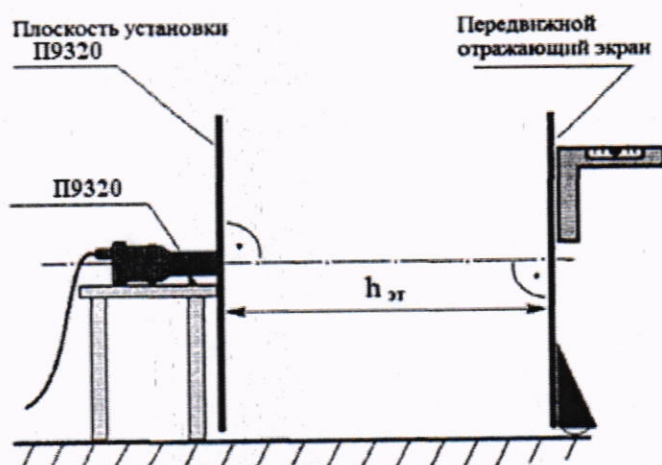


Рисунок 2 – Схема размещения первичного акустического преобразователя П9320 и передвижного отражающего экрана

10.2.3 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня потока жидкости проводят не менее чем в 3 равномерно расположенных точках диапазона измерений, включая нижнее и верхнее значение диапазона измерений.

В каждой проверяемой точке определяют расстояние $h_{эт}$, мм от первичного акустического преобразователя П9320 до экрана с помощью рулетки и фиксируют результаты измерений по каналу уровня расходомером $h_{изм}$, мм.

Для каждого измеренного значения рассчитывают приведенную к верхнему пределу измерений погрешность при измерении уровня потока жидкости Δ , мм по формуле

$$\gamma = \frac{h_{изм} - h_{эт}}{h_{вп}}, \quad (2)$$

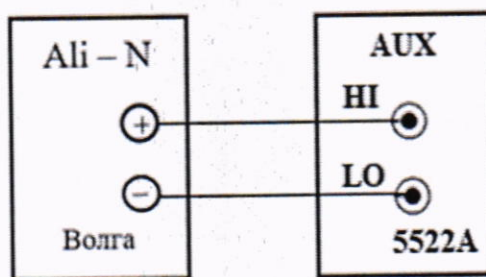
где $h_{изм}$ – результат измерений уровня потока жидкости поверяемым расходомером, мм;
 $h_{эт}$ – результат измерений расстояния от поверхности первичного акустического преобразователя П9320 до экрана рулеткой, мм;
 $h_{вп}$ – верхний предел измерений уровня, мм.

10.2.4 Результаты операции поверки считают положительными, если полученные значения приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня потока жидкости не превышают пределы допускаемых значений, приведенные в таблице 1.1.

10.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности входного токового сигнала

10.3.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности входного токового сигнала от 4 до 20 мА проводят в 5 контрольных точках: 4; 8; 12; 16; 20 мА.

10.3.2 Подключают в соответствии с рисунком 3 аналоговые входы Ali – N модуля токового ввода расходомера к выходу «AUX» калибратора, в соответствии с пунктом 3.2.1.9 руководства по эксплуатации выводят на дисплей расходомера значения измеряемого тока. С помощью калибратора подают на расходомер значения тока по пункту 10.3.1.



Волга – модуль токового ввода расходомера; 5522A – калибратор; N – номер аналогового входа

Рисунок 3 – Схема подключения модуля токового ввода расходомера к калибратору для определения приведенной к диапазону измерений погрешности входного токового сигнала

Приведенную к диапазону измерений погрешность входного токового сигнала γ_i , % вычисляют по формуле

$$\gamma_i = \frac{I - I_0}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где I – ток, измеренный расходомером, мА;

I_0 – ток, заданный калибратором, мА;

$I_{\text{макс}}$ – максимальное значение входного токового сигнала, мА;

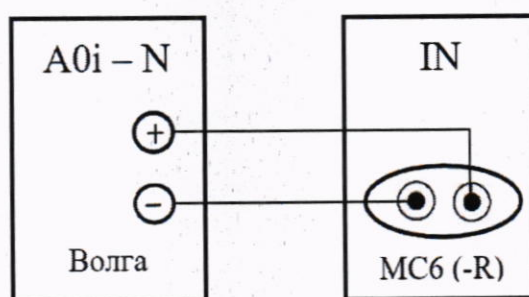
$I_{\text{мин}}$ – минимальное значение входного токового сигнала, мА.

10.3.3 Операции по пунктам 10.3.1-10.3.2 выполняют для всех токовых входов.

10.3.4 Результаты операции поверки считают положительными, если полученные значения приведенной к диапазону измерений погрешности входного токового сигнала не превышают пределы допускаемых значений, приведенные в таблице 1.1.

10.4 Определение приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА

10.4.1 Токовый выход AOi – N модуля токового вывода расходомера в соответствии с рисунком 4 подключают к входным гнездам (IN) калибратора MC6 (-R). В соответствии с пунктом 3.2.1.9 руководства по эксплуатации в меню расходомера последовательно задают значения тока на выходе: 4; 8; 12; 16; 20 мА.



Волга – модуль токового вывода расходомера; MC6 (-R) – калибратор MC6 (-R);
N – номер аналогового выхода

Рисунок 4 – Схема подключения модуля токового вывода расходомера к калибратору для определения приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА

Вычисляют значение приведенной к диапазону преобразования (диапазону выходного токового сигнала) погрешности преобразования, γ_I , % по формуле

$$\gamma_I = \frac{I - I_3}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot 100, \quad (4)$$

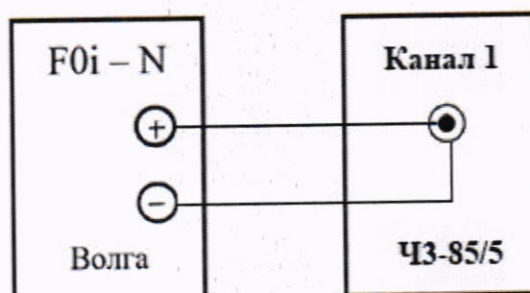
где I – заданное значение силы постоянного тока расходомером, мА;
 I_3 – измеренное значение силы постоянного тока калибратором MC6 (-R), мА;
 $I_{\max}$ – максимальное значение выходного токового сигнала, мА;
 $I_{\min}$ – минимальное значение выходного токового сигнала, мА.

10.4.2 Операции по пунктам 10.4.1 – 10.4.2 выполняют для всех токовых выходов.

10.4.3 Результаты операции поверки считают положительными, если полученные значения приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА не превышают пределы допускаемых значений, приведенные в таблице 1.1.

10.5 Определение приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в частотный сигнал от 1 до 5000 Гц

10.5.1 В соответствии с рисунком 5 частотный выход F0i – N модуля частотного вывода расходомера подключают к каналу 1 частотомера, в меню расходомера задают последовательно значения частоты 1; 2500; 5000 Гц.



Волга – модуль частотного вывода расходомера; ЧЗ-85/5 - частотомер; N – номер аналогового выхода

Рисунок 5 – Схема подключения модуля частотного вывода расходомера к частотомеру для определения приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в частотный сигнал от 1 до 5000 Гц

10.5.2 Вычисляют значение приведенной к диапазону преобразования (диапазону выходного частотного сигнала) погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в частотный выходной сигнал, γ_f , % по формуле

$$\gamma_f = \frac{f - f_3}{f_{\max} - f_{\min}} \cdot 100, \quad (5)$$

где f – заданное значение частоты расходомером, Гц;
 f_3 – измеренное значение частоты частотомером, Гц;
 $f_{\max}$ – максимальное значение выходного частотного сигнала, Гц;
 $f_{\min}$ – минимальное значение выходного частотного сигнала, Гц.
 10.5.3 Операции по пунктам 10.5.1 – 10.5.2 выполняют для всех частотных выходов.
 10.5.4 Результаты операции поверки считают положительными, если полученные значения приведенной погрешности преобразования значения объемного расхода и уровня потока жидкости в частотный сигнал от 1 до 5000 Гц не превышают пределы допускаемых значений, приведенные в таблице 1.1.

10.6 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения проводят путем сравнения измеренного объема или объемного расхода жидкости расходомером и поверочной установкой в соответствии с пунктом 10.6.1 (проливной метод) или имитационным методом в соответствии с пунктом 10.6.2. Операции по пунктам 10.6.1 и 10.6.2 проводятся для каждой пары первичных акустических преобразователей, входящих в состав расходомера.

10.6.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода жидкости

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода жидкости проводится на поверочной установке (для значений диаметра трубопровода менее 300 мм) при 3 значениях объемного расхода от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$ с учетом внутреннего диаметра трубопровода, на который установлены первичные акустические преобразователи расходомера. Выполняют не менее 3 измерений.

Примечания

1 При невозможности проведения поверки при расходе $Q_{\max}$ допускается проведение поверки при расходе не менее $0,3 \cdot Q_{\max}$.

2 В зависимости от применяемой измерительной вставки допускается поочередное подключение пар первичных акустических преобразователей и проливка с меньшим числом акустических лучей.

Для каждого измеренного значения относительную погрешность измерений объемного расхода жидкости δ_Q , % вычисляют по формуле

$$\delta_Q = \frac{Q_i - Q_3}{Q_3} \cdot 100, \quad (6)$$

где Q_i – значения объемного расхода жидкости по показаниям поверяемого расходомера, м³/ч;
 Q_3 – значения объемного расхода жидкости по показаниям поверочной установки, м³/ч.

Результаты операции поверки считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода жидкости не превышают пределы допускаемых значений, приведенные в таблице 1.1.

10.6.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода имитационным методом

10.6.2.1 Перед проведением поверки имитационным методом заполняют дистиллированной водой имитатор поверочный ВМЛ.ИМ-01.

10.6.2.2 Измеряют термометром температуру дистиллированной воды, фиксируют измеренное значение в протокол поверки. В соответствии с пунктом 3.2.1.9.1 руководства по эксплуатации проводят измерение скорости ультразвука акустического канала, результаты измерений заносят в протокол поверки. Выполняют не менее 3 измерений скорости звука.

10.6.2.3 В случае поверки многолучевого расходомера повторяют операции по пункту 10.6.2.2 для каждого акустического луча, последовательно подключая акустические преобразователи имитатора к клеммам поверяемого луча на трансивере вторичного преобразователя расходомера.

10.6.2.4 Для каждого измеренного значения скорости звука рассчитывают относительную погрешность измерений δ_c , % по формуле

$$\delta_c = \frac{C_{\text{изм}} - C_{\text{таб}}}{C_{\text{таб}}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $C_{\text{изм}}$ – скорость звука, измеренная расходомером, м/с;

$C_{\text{таб}}$ – скорость звука по данным ГСССД 190-2000 «Вода. Скорость звука при температурах от 0 до 100 °С и давлениях от 0,101325 до 100 МПа», м/с.

Значение относительной погрешности измерений скорости звука не должно превышать $\pm 0,5\%$.

10.6.2.5 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода проводят сравнением значений расхода, измеренного расходомером со значениями имитированного расхода.

В соответствии с пунктом 3.2.1.9 руководства по эксплуатации в меню расходомера в поле « $v_{\text{эт}}$, м/с» задают последовательно значения скорости потока: 0,05; 6; 12; 20 м/с. После ввода скорости потока в меню расходомера, в поле «Измеренный расход» появится значение измеренного расхода $Q_{\text{изм}}$, м³/ч.

10.6.2.6 Рассчитывают значение объемного расхода в соответствии с заданной скоростью потока $Q_{\text{эт}}$, м³/ч по формуле

$$Q_{\text{эт}} = 900 \cdot v_{\text{эт}} \cdot D^2 \cdot \pi, \quad (8)$$

где D – внутренний диаметр имитатора поверочного ВМЛ.ИМ-01 в соответствии с его паспортом, м;

π – математическая константа, число принимается равным 3,14.

Вычисляют относительную погрешность измерений объемного расхода по формуле

$$\delta_Q = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{эт}}}{Q_{\text{эт}}} \cdot 100. \quad (9)$$

10.6.2.7 Результаты операции поверки считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода жидкости не превышают пределы допускаемых значений, приведенные в таблице 1.1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки расходомера оформляют протокол поверки в произвольной форме.

11.2 Положительные результаты поверки расходомера оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

11.3 Отрицательные результаты поверки расходомера оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

11.4 Информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.