

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

Западно-Сибирского филиала

ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Ю. Кондаков

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счётчики жидкости ультразвуковые НОТА-ВМ

Методика поверки

МП-502-RA.RU.310556-2023

г. Новосибирск

2023 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счётчики жидкости ультразвуковые НОТА-ВМ (далее – расходомеры) предназначенные для измерений объёмного расхода, объёма, температуры и избыточного давления жидких сред.
- 1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования приведенные в описании типа.
- 1.3 Выполнение всех требований настоящей методики поверки обеспечивает прослеживаемость средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:
- ГЭТ 63-2019 согласно государственной поверочной схеме 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 сентября 2022 года № 2356;
 - ГЭТ 23-2010 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2653 от 20.10.2022 г.
 - ГЭТ 35-2021, ГЭТ 34-2020 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23.12.2022 г.
- 1.4 Поверка выполняется методом непосредственного сличения.
- 1.5 Допускается на основании письменного заявления владельца поверка отдельных измерительных каналов расходомера (измерительный канал объемного расхода (объема), температуры, избыточного давления). Данные об объеме проведенной поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта НД по поверке | Обязательность проведения операции при | |
|--|----------------------------|--|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр средства измерений | 7 | Да | Да |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | | | |
| - подготовка к поверке | 8.1 | Да | Да |
| - опробование | 8.2 | Да | Да |
| - проверка герметичности | 8.3 | Да | Нет |
| Проверка программного обеспечения средства измерений | 9 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 10 | Да | Да |
| Оформление результатов поверки | 11 | Да | Да |

2.2 При получении отрицательного результата при проведении какой-либо из операций поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки расходомеров должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха – от 15 до 25 °С;
- проверочная жидкость – водопроводная вода;
- температура жидкости (воды) – от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха – от 30 до 80 %;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- длина прямолинейного участка трубопровода до расходомера не менее 10 DN, после расходомера – не менее 3 DN, где DN – номинальный диаметр расходомера, мм.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна выполняться специалистами, изучившими настоящую методику поверки, техническую документацию на расходомеры, эксплуатационную документацию на средства поверки, а также прошедшими инструктаж по охране труда.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|--|
| п.10.1 | Рабочий эталон 3-го разряда единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости в соответствии с Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2356, с диапазоном измерений, соответствующим диапазону измерений поверяемого расходомера, соотношение доверительных границ относительной погрешности эталона и пределов допускаемой относительной погрешности средств измерений не должно превышать 1:3 | Установка поверочная малогабаритная МПУ «СЭМ» (Регистрационный номер 64632-16) |
| п. 10.1 | Средство измерений частоты импульсных сигналов и счета импульсов: диапазон измерений частоты от 0,1 Гц до 200 МГц, пределы допускаемого относительного отклонения частоты кварцевого генератора за 1 год $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ отн.ед. | Частотомер универсальный серии CNT-90 (Регистрационный номер 70888-18) |

| | | |
|---|---|--|
| п. 10.2 | Рабочий эталон единицы избыточного давления 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653 с ВПИ не менее 25 МПа, КТ 0,05 | Манометр грузопоршневой класса точности 0,05 МП-600 (Регистрационный номер 1336-60) |
| п.п. 10.1, 10.3 | Средство измерений температуры в диапазоне от 0 до плюс 50 °С, ПГ ±0,2 °С | Термометр лабораторный ТЛ-4 (регистрационный номер 303-61) |
| п.п. 7, 8,10 | Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от -40 до +55 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,4 °С | Измеритель-регистратор автономный серии EClerk-M, EClerk-M-RHTP (Регистрационный номер 80931-21) |
| | Средство измерений относительной влажности: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±4 % | |
| | Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 30 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,2 кПа | |
| п.8.3 | Стенд гидравлический, максимальное давление испытания – (35±0,5) МПа, время удержания давления – не менее 15 минут, пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу погрешности измерений ±1 % | Стенд гидравлический Универсальный А2И-Гидравлик с манометром показывающим МП-4-Н-1У2 |
| п. 10.3 | Заглушки для измерительной камеры расходомера | Заглушки А2ИН.714346.001 |
| Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. | | |

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1 При выполнении поверки должны соблюдаться требования безопасности указанные в:
- правилах техники безопасности, действующие в месте проведения поверки;
 - эксплуатационной документации на расходомер;
 - эксплуатационной документации на средства поверки.
- 6.2 Источником опасности при проведении поверки является – электрический ток, а также давление поверочной среды применяемые для работы поверочного оборудования.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие на расходомере механических повреждений и дефектов препятствующих его применению;
 - соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям эксплуатационных документов;
 - заводской номер расходомера соответствует указанному в паспорте;
- 7.2 Результаты проверки считают положительными, если:
- на расходомере отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующие применению;
 - комплектность расходомера, внешний вид и маркировка соответствует требованиям эксплуатационной документации;
 - заводской номер расходомера соответствует указанному в паспорте.
- 7.3 При отрицательных результатах дальнейшая поверка не проводится.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

- 8.1.1 Перед проведением поверки проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и руководствами по эксплуатации применяемого оборудования.
- 8.1.2 Проверяют наличие и работоспособность средств поверки, перечисленных в таблице 2.
- 8.1.3 Подготавливают средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование расходомера проводят в следующем порядке:

- устанавливают расходомер на поверочную установку (направление потока должно совпадать с положительным направлением стрелки на шильдике), заполняют её водой;
- подключают источник питания согласно схеме, приведённой в Приложении А проводом сечения от 0.5 до 1.5 мм²;
- включают питание расходомера;
- устанавливают расход жидкости, в диапазоне от нижнего предела измерения до 0.1G_{max}.

8.2.2 Результат опробования расходомера считают положительным, если на торцевой стенке расходомера светится зеленый светодиод «Питание»; на плате расходомера светится зеленый светодиод «RDY» и мерцает красный светодиод «IMP».

8.3 Проверка герметичности

- 8.3.1 Проверку герметичности необходимо производить только при первичной поверке.
- 8.3.2 Проверка должна производиться пробным гидравлическим давлением, создаваемым внутри проточной полости с помощью гидравлического пресса. Давление внутри проточной полости, контролируемое с помощью манометра, поднимают от 0 до (34,5±0,5) МПа в течение не менее 5 минут и выдерживают в течение 15 минут.
- 8.3.3 Результаты проверки считают положительными, если в стыках деталей и резьбовых соединениях не обнаружено просачивания, течи и в течение испытаний отсутствовало падение давления по манометру. Просачивание или течь в соединении гидравлического пресса и корпуса расходомера допустимы.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 9.1 Проверку программного обеспечения расходомера проводят путем считывания номера версии программного обеспечения с помощью специализированного ПО «Монитор / Программатор расходомера НОТА» в соответствии с указаниями в руководстве по эксплуатации.

9.2 Результат проверки считают положительным, если номер версии программного обеспечения совпадает с указанным в описании типа.

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

10.1 Определение погрешности измерений объемного расхода (объема)

10.1.1 Определение погрешности измерений расхода производится по частотному выходу расходомера в следующем порядке:

- устанавливают расходомер на поверочную установку (направление потока должно совпадать с положительным направлением стрелки на шильдике), заполняют её водой;
- подключают к расходомеру частотомер и источник питания согласно схеме, приведённой в Приложении А, устанавливают значение номинального расхода из таблицы 3 с допустимым отклонением установленного расхода от номинального не более $\pm 10\%$. Для DN 150 допускается использовать номинальный расход $180 \text{ м}^3/\text{ч}$; для DN 200 допускается использовать номинальный расход $450 \text{ м}^3/\text{ч}$;

Таблица 3 – Контрольные точки измерений расхода

| Номинальный диаметр | Расход, $\text{м}^3/\text{ч}$ | | |
|---------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| | Минимальный, G_{\min} | Промежуточный, G_t | Номинальный, $G_{\text{ном}}$ |
| DN 32 | 0,2 | 0,8 | 20 |
| DN 50 | 0,3 | 1,0 | 50 |
| DN 50/100 | 0,2 | 1,0 | 50 |
| DN 100 | 1 | 3,0 | 150 |
| DN 150 | 2,5 | 7,0 | 350 (180) |
| DN 200 | 4,0 | 13,0 | 600 (450) |

- устанавливают частотомер в режим измерения частоты, время счета – 10 с;
- проводят три измерения расхода жидкости длительностью не менее 3 минут каждое. За время каждого измерения на частотном выходе должно быть сформировано не менее 1 импульса;
- рассчитывают среднюю за время каждого измерения расхода частоту по формуле

$$\bar{F} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=0}^{N-1} F_i \quad (1),$$

где F_i – i -й отсчет частоты, зафиксированный на частотном выходе, Гц;

N – количество отсчетов частоты, шт.

- по результатам каждого измерения рассчитывают расход жидкости по формуле

$$G_P = \bar{F} \cdot P \cdot 3,6 \quad (2),$$

где G_P – объёмный расход жидкости, $\text{м}^3/\text{ч}$;

P – вес импульса, л/имп.

Примечание: Допускается на время проведения поверки изменять вес импульса P на частотном выходе расходомера. По окончании поверки необходимо значение веса импульса восстановить.

- определяют относительную погрешность измерений расхода по формуле

$$\delta_i = \frac{G_P - G_{\text{Э}}}{G_{\text{Э}}} \cdot 100 \quad (3),$$

где δ_i – значение относительной погрешности, %;

G_{Σ} – объёмный расход жидкости по показаниям поверочной установки.

- повторяют измерения при промежуточном и при минимальном расходах из таблицы 3 (по три измерения длительностью 3 минуты каждое). Величину расхода устанавливают с допустимым отклонением не более +10 %;
- вычисляют значения относительной погрешности δ_i при расходах G_t и G_{\min} .

10.1.2 Результат определения погрешности считают положительным, если при всех измерениях значения относительной погрешности измерений объёмного расхода находятся в пределах:

- а) $\pm 3,0$ % при G_{\min} ;
- б) $\pm 1,5$ % при G_t и $G_{\text{ном}}$.

10.1.3 Допускается измерение расхода проводить путем подсчета количества импульсов на частотном выходе. Для этого:

- устанавливают частотомер в режим подсчета импульсов и обнуляют;
- проводят три измерения расхода жидкости длительностью не менее 3 минут каждое. За время каждого измерения на частотном выходе должно быть сформировано не менее 300 импульсов;
- по результатам каждого измерения рассчитывают расход жидкости по формуле

$$G_P = \frac{N \cdot P}{t_{\text{изм}}} \cdot 3600 \cdot \quad (4),$$

где G_P – объёмный расход жидкости, м³/ч;

P – вес импульса, л/имп.

N – количество импульсов, зафиксированное на частотном выходе, шт.;

$t_{\text{изм}}$ – время измерения расхода, с

- определяют относительную погрешность измерений расхода по формуле (3).

10.1.4 Допускается проводить определение погрешности измерений расхода по цифровому выходу расходомера. Для этого подключают преобразователь интерфейса RS485 в USB (RS232) согласно схеме, приведённой в Приложении А, запускают на ПК программу «Монитор/Программатор расходомера HOTA», устанавливают длительность измерения равной 180 с и проводят измерения расхода жидкости. Для расчета относительной погрешности используют результаты измерений, отображенные в поле «Средний объёмный расход, м.куб/ч».

10.2 Определение погрешности измерений избыточного давления

10.2.1 Снимают кожух, защищающий датчик давления, выкручивают датчик давления, не отсоединяя от измерителя комбинированного, подсоединяют датчик к эталону давления.

10.2.2 Подключают преобразователь интерфейса RS485 в USB (RS232) и источник питания согласно схеме, приведенной в приложении А.

10.2.3 Результаты измерений датчиком давления из состава расходомера считывают по протоколу Modbus или с применением программного обеспечения «Монитор/Программатор расходомера HOTA».

10.2.4 Погрешность измерений определяют при пяти значениях измеряемого давления достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений.

10.2.5 При каждом экспериментальном определении значений погрешности в каждой из проверяемых точек при изменениях входной измеряемой величины от меньших

значений к большим (прямой ход) и от больших значений к меньшим (обратный ход) проводят не менее одного измерения.

- 10.2.6 Погрешность измерений определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений (при прямом ходе), так и со стороны больших значений (при обратном ходе).
- 10.2.7 Перед проверкой при обратном ходе датчик давления выдерживают в течение одной минуты при верхнем предельном значении измеряемой величины.
- 10.2.8 Приведенную к верхнему пределу погрешность измерений γ_d , %, при каждом измерении вычисляют по формуле

$$\gamma_d = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{в}}} \cdot 100 \quad (5)$$

где:

$P_{\text{изм}}$ – значение давления по показаниям расходомера, МПа;

$P_{\text{эт}}$ – значение давления по показаниям эталона давления, МПа;

$P_{\text{в}}$ – верхний предел измерений избыточного давления, МПа.

- 10.2.9 Результат проверки считают положительным, если рассчитанная приведенная погрешность измерений избыточного давления не выходит за пределы $\pm 2,0$ %.

10.3 Определение погрешности измерений температуры

- 10.3.1 Устанавливают заглушку с одной стороны измерительной камеры расходомера.
- 10.3.2 Устанавливают расходомер вертикально и заполняют поверочной жидкостью.
- 10.3.3 Подключают преобразователь интерфейса RS484 в USB (RS232) и источник питания согласно схеме, приведенной в приложении А.
- 10.3.4 Включают питание расходомера.
- 10.3.5 В поверочную жидкость погружают термометр, который располагают вблизи датчика температуры расходомера. В установившемся температурном режиме проводят не менее трех измерений.
- 10.3.6 Результаты измерений температуры расходомером считывают по протоколу Modbus или с применением программного обеспечения «Монитор/Программатор расходомера НОТА».
- 10.3.7 Абсолютную погрешность измерений температуры Δt , °С, при каждом измерении вычисляют по формуле

$$\Delta t = t - t_3 \quad (6)$$

где:

t – значение температуры по показаниям расходомера, °С;

t_3 – значение температуры по показаниям СИ температуры, °С.

- 10.3.8 Результат проверки считают удовлетворительным, если рассчитанная абсолютная погрешность измерений температуры не выходит за пределы $\pm 1,5$ °С.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.
- 11.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при заявлении), а также на мастичную пломбу в соответствии с описанием типа.
- 11.3 Положительные результаты поверки расходомера оформляют в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 2510 от 31 июля 2020 г.
- 11.4 Результаты поверки считают отрицательными, если при проведении поверки установлено несоответствие хотя бы по одному из пунктов настоящей методики.

- 11.5 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 2510 от 31 июля 2020 г.
- 11.6 В случае поверки отдельных отдельных измерительных каналов расходомера в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются признак поверки в сокращенном объеме и характеристика объема поверки.
- 11.7 По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

Схема электрических подключений расходомера
(обязательное)

