

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ "ВНИИМС")**



СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ "ВНИИМС"

А.Е. Коломин

"08" 09 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**РАСХОДОМЕРЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
С НАКЛАДНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ
АКРОН-01м**

**Методика поверки
МП 208-040-2023**

Москва
2023

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящий документ распространяется на расходомеры ультразвуковые с накладными излучателями "АКРОН-01м" (далее – расходомеры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок при выпуске из производства, при эксплуатации и после ремонта.

1.2. Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке массового и объемного расходов жидкости и массового расходов ГЭТ 63-2019 согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. №2356.

1.3. Настоящая методика поверки применяется для поверки расходомеров, используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности в диапазоне измеряемых расходов от 2 до 100 %:	
- объемного расхода	±1,5
- объемного расхода при имитационной поверке	±2,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений в диапазоне измеряемых расходов от 2 до 100 %:	
- суммарного (интегрального) объема (количества)	±2,0
- суммарного (интегрального) объема (количества) при имитационной поверке	±2,5

1.4. Настоящая методика описывает два метода поверки: проливной и имитационный. Первичная поверка выполняется только проливным методом, периодическая может выполняться проливным или имитационным методом.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +30 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 0,084 до 1 МПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- температура контролируемой среды от +15 до +30 °С;
- отсутствие вибрации, тряски, магнитного поля, кроме земного;
- Перед поверкой расходомер должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 30 мин, а перед включением – не менее часа в указанных выше условиях.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Перечень операций поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения	8	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается до устранения причин отрицательных результатов.

3.3. Допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин (объем, объемный расход) по заявлению владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и/или паспорте информации об объеме проведенной поверки.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К работе с расходомерами допускаются лица, имеющие допуск не ниже III разряда по ПТЭ и ПТБ для установок до 1000 В, и прошедшие обучение и инструктаж по правилам эксплуатации применяемых приборов.

4.2 Подключение расходомеров к электропитанию проводят специалисты согласно эксплуатационной документации на расходомеры.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки применяют поверочное и испытательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3

Номер пункта документа по поверке	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии - обозначения типа, модификации
9, 10	Рабочий эталон единиц объемного расхода, объема жидкости в потоке 2, 3-го разряда в соответствии с частью 1 Приказа Росстандарта от 26.09.2022 №2356 (далее – УЖ или эталон) с соотношением пределов допускаемой относительной погрешности эталона к пределам допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера не более 1/3.	Установка поверочная расходомерная Поток ПУ-30Э, регистрационный № 33732-08. Установка поверочная ENBRA М регистрационный № 67725-17
9, 10	Отрезок трубы длиной не менее 800 мм, внутренним диаметром от 40 до 200 мм и толщиной стенки не менее 3 мм.	Труба 100x4 – 12X18H10T ГОСТ 9940-81
9, 10	Рабочий эталон 2 разряда ГПС по Приказу Росстандарта № 3459 от 30.12.2019 штангенциркуль, пределы измерения от 0 до 250 мм, значение отсчета по нониусу 0,1 мм.	Штангенциркуль ШЦ-2, регистрационный № 77302-20
10	Рабочий эталон 5 разряда согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, секундомер, диапазон измерений от 0 до 9999,99 с, с ценой деления 0,01 с	Секундомер СТЦ-2М, регистрационный № 65349-16.
9, 10	Рабочий эталон 2 разряда ГПС по Приказу Росстандарта № 3459 от 30.12.2019 рулетка измерительная, предел измерения 3 м, класс точности 2	Рулетка P5Y3Д, регистрационный № 71665-18
9, 10	Измеритель влажности и температуры, диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, пределы абсолютной погрешности температуры $\pm 0,2$ °С; относительной влажности от 0 до 99%, пределы абсолютной погрешности влажности $\pm 2,0$ %; давления от 630 до 795 мм рт.ст.; пределы абсолютной погрешности давления $\pm 3,0$ мм рт.ст.	ИВТМ-7М-6-Д, регистрационный № 71394-18

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены. Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие свидетельства о поверке и удовлетворять требованиям точности согласно государственных поверочных схем.

5.3 Допускается применение средств измерений других типов, обеспечивающих измерение параметров с требуемой точностью.

6. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Требования безопасности при монтаже и поверке расходомеров должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0-75, "Правилам устройств электроустановок" (ПУЭ, гл. 7.3), "Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ и ПТБ), утверждённым Госэнергонадзором России.

6.2. В расходомере имеются цепи, находящиеся под опасным для жизни напряжением 220 В, поэтому категорически запрещается включение расходомеров с открытыми крышками.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре приборов:

- устанавливают состав и внешний вид в соответствии с эксплуатационной документацией;
- проверяют чёткость изображения надписей на маркировочных табличках, индикации цифр и отметок;
- проверяют наличие пломб.

Расходомер считают проверенным, если внешний вид, состав соответствует требованиям, изложенным в эксплуатационной документации; надписи, цифры и отметки на табло читаемы; соответствующие узлы опломбированы.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

После включения питания выполняется процедура самодиагностики, в том числе, в соответствии с алгоритмом CRC-16, вычисляется контрольная сумма содержимого программной памяти расходомера. В случае несовпадения вычисленного значения на дисплей выводится сообщение о неисправности.

После завершения самодиагностики необходимо проверить совпадение данных, которые приведены в таблице 4 для расходомера Акрон-01м-1 и таблице 5 для расходомера Акрон-01м-2 с данными, представленными в разделе "Справка" меню расходомера.

Проверка считается успешной, если данные на дисплее соответствуют данным, указанным в соответствующей таблице.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификатор ПО для АКРОН-01М-1	AKR1M-1-2023
Идентификационное наименование ПО	AM-1
Номер версии (идентификационный номер) ПО	A1(1 2023)
Цифровой идентификатор ПО	52C3

Таблица 5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификатор ПО для АКРОН-01М-2	AKR1M-2-2023
Идентификационное наименование ПО	AM-2
Номер версии (идентификационный номер) ПО	A2(2 2023)
Цифровой идентификатор ПО	7A82

9. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

9.1. Подготовка к проливной поверке и опробование.

При подготовке к поверке расходомер устанавливают на поверочную установку. Монтаж расходомера выполняют в соответствии с разделами 10 и 11 руководства по эксплуатации для расходомера Акрон-01м-1 и разделом 12 для расходомера Акрон-01м-2.

Изменяют расход, воспроизводимый поверочной установкой, от нуля до значения, равного верхнему пределу измеряемого расхода, наблюдая при этом на дисплее расходомера изменение результатов измерений.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если при увеличении (уменьшении) расхода поверочной установки увеличиваются (уменьшаются) результаты измерения на дисплее расходомера.

9.2. Подготовка к имитационной поверке и опробование.

Расходомер устанавливают на заглушенном с одной стороны прямолинейном отрезке трубы, заполненном водой. Длина отрезка трубы должна быть не менее 800 мм, внутренний диаметр от 40 до 200 мм и толщина стенки не менее 3 мм. Монтаж расходомера выполняют в соответствии с разделами 10 и 11 руководства по эксплуатации для расходомера Акрон-01м-1 и разделом 12 для расходомера Акрон-01м-2.

Согласно руководству по эксплуатации увеличивают имитируемый расход от Q_1 до Q_3 и уменьшают от Q_3 до Q_1 , наблюдая на дисплее изменение измеряемого расхода.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если при увеличении (уменьшении) имитируемого расхода увеличивается (уменьшается) измеряемый расход.

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

Определение основной погрешности расходомера допускается проводить двумя способами: проливным (на поверочной установке) и имитационным.

10.1. Определение основной погрешности на поверочной установке.

Для определения основной погрешности расходомера на поверочной установке необходимо:

- ввести в расходомер параметры трубопровода поверочной установки и верхний предел измеряемого расхода, см. раздел 9 руководства по эксплуатации для расходомера Акрон-01м-1 и раздел 12 для расходомера Акрон-01м-2;

- тип жидкости выбрать "спец. среда" и ввести скорость звука в жидкости и кинематическую вязкость. Для воды вязкость равна $1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; скорость (в м/с), в зависимости от температуры, необходимо выбрать из таблицы 6;

- установить первичный преобразователь ПП-1 на трубопровод в соответствии с разделом 11 руководства по эксплуатации для расходомера Акрон-01м-1 и разделом 12 для расходомера Акрон-01м-2;

- установить нулевое значение расхода расходомера в соответствии с разделом 12 руководства по эксплуатации.

Таблица 6. Скорость звука в воде в зависимости от температуры

°С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1447	1451	1455	1459	1462	1466	1469	1473	1476	1479
20	1482	1485	1488	1491	1494	1497	1499	1502	1504	1507

Расход и объем измеряют в точках 20 ± 2 , 50 ± 2 и 95 ± 2 % от верхнего предела диапазона измерения. Верхний предел, в $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле

$$Q_{\max} = 2,827 \cdot 10^{-3} \cdot D_y^2 \cdot v, \quad (1)$$

где D_y - диаметр трубопровода, мм
 v - скорость, выбираемая поверителем, от 5 до 8 м/с.

Основную приведенную к верхнему пределу измерений погрешность при измерении объемного расхода определяют по формуле

$$\gamma = \frac{Q_i - Q}{Q_{\max}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где Q_i - расход, измеренный расходомером, $\text{м}^3/\text{ч}$.
 Q - расход, измеренный поверочной установкой, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Расходомер считают прошедшим поверку, если значение погрешности не превышает значений, указанных в таблице 1 данной методики.

Основную относительную погрешность при измерении суммарного объема определяют по формуле

$$\delta = \frac{V_u - V}{V} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где V_u - суммарный объем, измеренный расходомером, м^3 ;
 V - объем, измеренный поверочной установкой, м^3 , или вычисленный по формуле $V = Q \cdot t$, где t - период измерения.

Минимальный период измерения 300 с.

Расходомер считают прошедшим поверку, если погрешности при всех измерениях суммарного объема не превышают значений, указанных в таблице 1 данной методики.

10.2. Определение погрешности имитационным методом.

Имитируемое значение расхода создается задержкой одного из N зондирующих импульсов. Число N зависит от диаметра отрезка трубы и значения имитируемого расхода. Измерительный тракт преобразует время прохождения пачки из N импульсов в расход.

При определении погрешности расходомера имитационным методом ПП-1 устанавливают на заглушенном с одной стороны прямолинейном отрезке трубы, заполненном водой. Длина отрезка трубы должна быть не менее 800 мм, внутренний диаметр от 40 до 200 мм и толщина стенки не менее 3 мм.

Перед проведением имитационной поверки необходимо:

- ввести значения внутреннего диаметра трубы D_y , толщину стенки трубы, тип жидкости и вариант установки датчиков в соответствии с разделом 9 руководства по эксплуатации для расходомера Акрон-01м-1 и разделом 12 для расходомера Акрон-01м-2;
- первичный преобразователь ПП-1 установить в соответствии с разделом 11 руководства по эксплуатации для расходомера Акрон-01м-1 и разделом 12 для расходомера Акрон-01м-2;
- установить нулевое значение расхода в соответствии с разделом 12 руководства по эксплуатации.

Для определения основной, приведенной к верхнему пределу измерений погрешности необходимо определить максимальный расход Q_{\max} и три поверочные точки расхода: Q_1 , Q_2 и Q_3 . Максимальный расход вычисляется ПО расходомера в зависимости от диаметра

используемого отрезка трубы; поверочные точки Q_1 , Q_2 и Q_3 соответствуют 20 ± 5 , 50 ± 5 и 90 ± 5 % максимального расхода. Для проведения поверки необходимо провести измерения во всех трех точках.

Измерение суммарного объема начинают и останавливают с помощью кнопки "ВВОД" у расходомера Акрон-01м-1 и с помощью кнопки "Старт Стоп" у расходомера Акрон-01м-2. При измерении суммарного объема в левом нижнем углу дисплея появляется символ «J». Сброс измеренных значений Q_i и V_i осуществляют однократным нажатием кнопки "Архив".

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

Основную приведенную погрешность при измерении расхода γ определяют по формуле

$$\gamma = \frac{Q_i - Q}{Q_{max}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где Q_i - среднее измеренное значение расхода в контрольной точке за период измерения, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q - расчетное (имитированное) значение расхода в контрольной точке, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_{max} - верхний предел измерений расхода, определяемый расходомером, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Основную относительную погрешность при измерении суммарного объема определяют в трех указанных точках диапазона по формуле

$$\delta = \frac{V_u - V_p}{V_p} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где V_u - суммарный объем, измеренный расходомером, м^3 ;

V_p - расчетное значение суммарного объема в контрольной точке за период измерения ($V = Q \cdot t$, где t - период измерения), м^3 .

Минимальный период измерения 300 с.

Расходомер считают прошедшим поверку, если погрешность при измерении объемного расхода и суммарного объема не превышает значений, приведенных в таблице 1 данной методики.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1. Сведения о результатах поверки средств измерений вносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. №2510 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

11.2. Результаты поверки заносят в протоколы, рекомендуемая форма которых приведена в приложении А и приложении Б.

11.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. №2510 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отдела 208
ФГБУ "ВНИИМС"



Б.А. Иполитов

Начальник сектора
ФГБУ "ВНИИМС"



В.И. Никитин

Представитель
ООО "ПНП СИГНУР"



Л.М. Козьмин

Приложение А

Рекомендуемая форма протокола имитационной поверки

Протокол поверки расходомера					
№: _____					
Организация, выполнившая поверку: Аттестат аккредитации Адрес: Тел.: E-mail:					
Наименование, тип, модификация, год изготовления СИ ультразвуковой с накладными излучателями АКРОН-01м	Расходомер				
Регистрационный номер по Госреестру СИ					
Заводской номер прибора _____	Первичный преобразователь ПП-1 № _____ Блок электронный БЭ-1м № _____				
Организация (частное лицо), предоставившая прибор	<small>наименование и адрес</small>				
Средства поверки					
Основное оборудование: _____					
Вспомогательное оборудование: _____					
2. Условия поверки: Температура, °С _____ Температура воды, °С _____ Относительная влажность, % _____ Атмосферное давление, мм рт.ст. _____					
3. Результаты поверки: Внешний осмотр _____ Проверка программного обеспечения _____ Опробование _____					
Определение приведенной погрешности измерения расхода					
Максимальный расход Q _{max} , м ³ /ч	Имитированный расход Q _и , м ³ /ч	Измеренный расход Q _{ср} , м ³ /ч	γ %	Заключение	
$\gamma = \frac{Q_{ср} - Q_{и}}{Q_{max}} \times 100 \%$					
Определение относительной погрешности измерения объема					
Имитированный расход Q, м ³ /ч	Время измерения объема t, сек	Расчетный объем V _р , м ³	Полученный объем V _и , м ³	δ, %	Заключение
$V_p = \frac{Q}{3600} \times t$ $\delta = \frac{V_{и} - V_p}{V_p} \times 100 \%$					
Результат поверки: Приведенная погрешность измерения расхода _____ Основная относительная погрешность измерения объема _____ Расходомер _____ к применению.					
Поверитель _____				Дата: _____	
<small>Ф.И.О.</small>					

Приложение Б Рекомендуемая форма протокола проливной поверки

Протокол поверки расходомера

№: _____

Организация, выполнившая поверку:
Аттестат аккредитации
Адрес:

Тел.:
E-mail:

Наименование, тип, модификация, год изготовления СИ ультразвуковой с накладными излучателями АКРОН-01м	Расходомер
Регистрационный номер по Госреестру СИ	
Заводской номер прибора _____	Первичный преобразователь ПП-1 № _____
	Блок электронный БЭ-1м № _____
Организация (частное лицо), предоставившая прибор	<small>наименование и адрес</small>

Средства поверки

Основное оборудование: _____

Вспомогательное оборудование: _____

2. Условия поверки:

Температура, °С _____
Температура воды, °С _____
Относительная влажность, % _____
Атмосферное давление, мм рт.ст. _____

3. Результаты поверки:

Внешний осмотр _____
Проверка программного обеспечения _____
Опробование _____

Определение приведенной погрешности измерения расхода

Максимальный расход Q _{max} , м ³ /ч	Расход поверочной установки Q, м ³ /ч	Измеренный расход Q _{ср} , м ³ /ч	γ %	Заключение

$$\gamma = \frac{Q - Q_{ср}}{Q_{max}} \times 100 \%$$

Определение относительной погрешности измерения объема

Расход поверочной установки Q, м ³ /ч	Время измерения объема t, сек	Расчетный объем V _p , м ³	Полученный объем V _и , м ³	δ, %	Заключение

$$V_p = \frac{Q}{3600} \times t$$

$$\delta = \frac{V_p - V_{и}}{V_p} \times 100 \%$$

Результат поверки:

Приведенная погрешность измерения расхода
Основная относительная погрешность измерения объема

Расходомер _____ к применению.

Средства поверки

Поверитель _____

Дата: _____