

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

Западно-Сибирского филиала

ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Ю. Кондаков

«29» января 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры массовые Т9

Методика поверки

МП-503-310556-2023

г. Новосибирск

2024 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры массовые Т9 (далее – расходомеры) предназначенные для измерения массового и объёмного расхода, массы и объёма нефти, нефтепродуктов и других жидкостей в потоке, температуры нефти, нефтепродуктов и других жидкостей.
- 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:
- ГЭТ63-2019 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 34-2020 и ГЭТ 35-2021 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253.
- 1.4 Поверка выполняется методом непосредственного сличения.
- 1.5 Первичная поверка проводится при выпуске из производства, а также после ремонта.
- 1.6 Периодическая поверка проводится по истечении интервала между поверками.
- 1.7 Допускается проводить поверку расходомера, используемого для измерения меньшего числа единиц величин (массового и объёмного расхода, массы, объёма и температуры) с уменьшением количества измеряемых единиц величин и/или на отдельных измерительных каналах (частотный и /или токовый) на основании письменного заявления владельца расходомеров. 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 следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции 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
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 соблюдают следующие условия:
- температура окружающего воздуха – от 10 °С до 30 °С;
  - проверочная жидкость – вода;
  - температура жидкости (воды) – от 10 °С до 30 °С;
  - относительная влажность воздуха – от 30 % до 80 %;
  - атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
  - напряжения питания переменного тока 220 В с допусаемым отклонением от номинального значения –  $\pm 2\%$  и частотой  $50 \pm 1$  Гц;

### 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 и эталоны, приведенные в таблице 2.

5.2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие результаты поверки.

5.3 Эталоны, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке.

5.4 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик расходомера с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
п.10	Рабочий эталон 1-го разряда согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356	Пределы допускаемых относительных погрешностей (доверительные границы суммарной погрешности) при передаче единиц массы и объема пролитой жидкости, массового и объемного расходов должны быть меньше пределов относительной погрешности расходомера не менее чем в 2 раза (с необходимым диапазоном расходов)	3.1.ZZT.0438.2023 Государственный рабочий эталон единиц массы и объема жидкости в потоке 1 разряда в диапазоне значений от 0,002 до 1,0 т (м <sup>3</sup> ), единиц массового и объемного расходов жидкости 1 разряда в диапазоне значений от 0,005 до 140 т/ч (м <sup>3</sup> /ч)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
п.10	Средство измерений температуры	Диапазон измерений температуры от 0 до 100°C; пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05^\circ\text{C}$	Измеритель температуры многоканальный прецизионный «Термоизмеритель ТМ-12м» (регистрационный номер 70240-18)
п.10	Средство измерений силы постоянного тока	Диапазон измерений от 0 до 25 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ИКСУ-260»(регистрационный номер 35062-07)
п.10	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	Средство измерений температуры окружающей среды	Диапазон измерений от -40 до +55 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,4$ °С	Измеритель-регистратор температуры и относительной влажности «Eclerk-M-11-RHTP» (регистрационный номер 80931-21)
п.10	Средство измерений относительной влажности	Диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 4$ %	
п.10	Средство измерений атмосферного давления	Диапазон измерений от 30 до 110кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ кПа	

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверка выполняется специалистами аккредитованной в установленном порядке метрологической службы, ознакомившимися с технической и эксплуатационной документацией и настоящей методикой поверки.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования, предусмотренные правилами промышленной безопасности и охраны труда, действующими на территории проведения поверки.

6.3 Должны выполняться требования действующих нормативных актов, инструкций по охране труда и окружающей среды.

6.4 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей» и эксплуатационной документации расходомеров.

## 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.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют выполнение условий разделов 3, 4 и 5 настоящей методики;
- проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и руководствами по эксплуатации применяемого оборудования;
- устанавливают расходомер на эталон (поверочную установку);
- подготавливают к работе расходомер и средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность расходомера путем увеличения или уменьшения расхода в пределах диапазона измерений расходомера.

Результат опробования считают положительным, если при увеличении или уменьшении расхода показания расходомера изменялись соответствующим образом.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводят путем сравнения идентификационных данных ПО расходомера с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и указанных в описании типа.

9.2 Идентификационные признаки ПО отображаются на дисплее при выборе пункта меню «Версия прошивки» в соответствии рисунком 1.



Рисунок 1 – Меню расходомера

9.3 Результат проверки идентификационных данных ПО считают положительным, если идентификационные данные ПО совпадают с приведенными в описании типа.

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

10.1 Определение метрологических характеристик при измерениях массового и объемного расхода, массы, объема жидкости.

10.1.1 Определение погрешности измерений массового и объемного расхода, массы, объема жидкости проводят точках диапазона, соответствующих  $(0,10 - 0,15) \cdot G_{\max}$ ,  $(0,25 - 0,35) \cdot G_{\max}$  и  $(0,45 - 0,90) \cdot G_{\max}$ , где  $G_{\max}$  – максимальное значение диапазона измерений расходомера.

10.1.2 При каждом измерении фиксируют значения массового и объемного расхода по показаниям индикатора расходомера и цифровому выходу, а также токовому и (или) частотному выходу при их наличии, значения массы и объема пролитой жидкости по показаниям индикатора расходомера и цифровому выходу.

10.1.3 Для расходомеров исполнений Т9-XXX-YYY-0,20-И в каждой точке расхода проводят не менее трех измерений.

10.1.4 По результатам каждого измерения рассчитывают расход жидкости для частотного выхода по формуле

– для массового расхода:

$$G_{PM} = F_{cp} \cdot P \cdot 3600 \quad (2)$$

где  $G_{PM}$  – массовый расход жидкости по частотному выходу, кг/ч;

$P$  – вес импульса, кг/импульс;

$F_{cp}$  – осредненная за время каждого измерения расхода частота, рассчитываемая по формуле

$$F_{cp} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=0}^{N-1} F_i \quad (3)$$

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

$N$  – количество отсчетов частоты, шт.

– для объемного расхода:

$$G_{PV} = F_{cp} \cdot P \cdot 3,6 \quad (4)$$

где  $G_{PV}$  – объемный расход жидкости по частотному выходу, м<sup>3</sup>/ч;

$P$  – вес импульса, кг/импульс.

10.1.5 По результатам каждого измерения рассчитывают расход жидкости для токового выхода по формуле

– для массового расхода:

$$G_{IM} = G_{\min\_I} + (G_{\max\_I} - G_{\min\_I}) \cdot \frac{I-4}{16} \quad (5)$$

где  $G_{IM}$  – массовый расход жидкости по токовому выходу, кг/ч;  
 $I$  – измеренное значение тока по токовому выходному сигналу, мА;  
 $G_{\min\_I}$  – значение расхода (кг/ч), соответствующее выходному сигналу 4 мА;  
 $G_{\max\_I}$  – значение расхода (кг/ч), соответствующее выходному сигналу 20 мА.  
– для объемного расхода:

$$G_{IV} = G_{\min\_I} + (G_{\max\_I} - G_{\min\_I}) \cdot \frac{I-4}{16} \quad (6)$$

где  $G_{IV}$  – объемный расход жидкости по токовому выходу, м<sup>3</sup>/ч;  
 $I$  – измеренное значение тока по токовому выходному сигналу, мА;  
 $G_{\min\_I}$  – значение расхода (м<sup>3</sup>/ч), соответствующее выходному сигналу 4 мА;  
 $G_{\max\_I}$  – значение расхода (м<sup>3</sup>/ч), соответствующее выходному сигналу 20 мА.

10.1.6 Определяют погрешность для каждого из измерений по всем видам выходных сигналов по формулам

– относительную погрешность измерения расхода:

$$\delta_G = \frac{G_{И} - G_{Э}}{G_{Э}} \cdot 100 \quad (7)$$

где  $\delta_G$  – значение относительной погрешности измерения массового (объемного) расхода, %;  
 $G_{И}$  – массовый (объемный) расход жидкости по цифровому или аналоговому (токовому и частотному) выходным сигналам, кг/ч (м<sup>3</sup>/ч);  
 $G_{Э}$  – массовый (объемный) расход жидкости по показаниям эталона, кг/ч (м<sup>3</sup>/ч).  
– относительную погрешность измерения массы:

$$\delta_M = \frac{M_{И} - M_{Э}}{M_{Э}} \cdot 100 \quad (8)$$

где  $\delta_M$  – значение относительной погрешности измерения массы, %;  
 $M_{И}$  – масса жидкости по цифровому выходному сигналу, кг;  
 $M_{Э}$  – масса жидкости по показаниям эталона, кг.  
– относительную погрешность измерения объема по формуле

$$\delta_V = \frac{V_{И} - V_{Э}}{V_{Э}} \cdot 100 \quad (9)$$

где  $\delta_V$  – значение относительной погрешности измерения объема, %;  
 $V_{И}$  – объем жидкости по цифровому выходному сигналу, м<sup>3</sup>;  
 $V_{Э}$  – масса жидкости по показаниям эталона, м<sup>3</sup>.

10.1.6 Результат проверки считают положительным, если при всех измерениях значения относительной погрешности измерений массы, объема, массового и объемного расходов для расходомеров исполнений Т9-XXX-YYY-0,20-И находятся в пределах  $\pm 0,20$  %.

10.1.7 Для расходомеров исполнений Т9-XXX-YYY-0,15-И в каждой точке расхода проводят не менее пяти измерений.

10.1.8 При каждом измерении фиксируют значения массового и объемного расхода по показаниям индикатора расходомера и цифровому выходу, а также токовому и (или) частотному выходу при их наличии, значения массы и объема пролитой жидкости по показаниям индикатора расходомера и цифровому выходу.

10.1.9 По результатам каждого измерения рассчитывают относительную погрешность ( $\delta_{ij}$ ) измерений по формулам (7), (8), (9).

10.1.10 Для каждой  $j$ -ой точки расхода вычисляют среднее арифметическое значение погрешности измерений ( $\delta_{срj}$ ) массового и объемного расхода по показаниям индикатора расходомера и цифровому выходу, а также токовому и (или) частотному выходу при их наличии, массы и объема пролитой жидкости по показаниям индикатора расходомера и цифровому выходу по формуле

$$\delta_{срj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{ij} \quad (10)$$

где  $\delta_{ij}$  – относительная погрешность  $i$ -го измерения в  $j$ -ой точке расхода, в единицах измерений физической величины;  
 $n$  – количество измерений в точке расхода.

10.1.11 Для каждой точки расхода по всем измерениям для всех видов выходных сигналов вычисляют среднее квадратическое отклонение ( $S_j$ ) по формуле

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\delta_{ij} - \delta_{срj})^2} \quad (11)$$

10.1.12 Для каждой точки расхода по всем измерениям для всех видов выходных сигналов вычисляют среднее квадратическое отклонение среднего арифметического ( $S_{срj}$ ) по формуле

$$S_{срj} = \frac{S_j}{\sqrt{n}} \quad (12)$$

10.1.13 Для каждой точки расхода по всем измерениям для всех видов выходных сигналов вычисляют относительные погрешности по формуле

$$\delta_j = t_{0,95} \cdot S_{срj} \quad (14)$$

где  $t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности  $P=0,95$  (определяется в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011).

10.1.14 Для каждой точки расхода для всех видов выходных сигналов по всем измерениям вычисляют относительные погрешности по формуле

$$\theta_{\Sigma j} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{\Sigma}}{1,1}\right)^2 + \delta_{срj}^2} \quad (14)$$

где  $\delta_{\Sigma}$  – доверительные границы суммарной погрешности (пределы допускаемой относительной погрешности) эталона, %;

10.1.15 Для каждой точки расхода для всех видов выходных сигналов по всем измерениям вычислить относительные погрешности (без учета знака):

$$\delta_{\Sigma j} = K_j \cdot S_{\Sigma j} \quad (15)$$

где  $S_{\Sigma j}$  – суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины, вычисляемое по формуле

$$S_{\Sigma j} = \sqrt{S_{\theta j}^2 + S_{срj}^2} \quad (16)$$

где  $S_{\theta j}$  – среднее квадратическое отклонение НСП, вычисляемое по формуле

$$S_{\theta j} = \frac{\theta_{\Sigma j}}{1,1 \cdot \sqrt{3}} \quad (17)$$

$K_j$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, вычисляемый по формуле:

$$K_j = \frac{\varepsilon_j + \theta_{\Sigma j}}{S_{срj} + S_{\theta j}} \quad (18)$$

10.1.16 Результат проверки считают положительным, если для каждой точки расхода для всех видов выходных сигналов значения относительной погрешности измеряемых величин (массы, объема, массового и объемного расходов) для расходомеров исполнений Т9-XXX-УУУ-0,15-И находятся в пределах  $\pm 0,15$  %.

10.2 Определение метрологических характеристик при измерениях температуры

10.2.1 Перед проведением проверки устанавливают заглушку с одной стороны сенсора и устанавливают расходомер в вертикальное положение не заглушенной стороной вверх.

10.2.2 Проверку погрешности измерений температуры проводят в следующем порядке:

10.2.2.1 Заполняют расходомер жидкостью.

10.2.2.2 Фиксируют измеренные значения температуры по показаниям измерителя температуры и расходомера.

10.2.2.3 Вычисляют значение абсолютной погрешности измерений температуры по формуле



$$\Delta_T = t_n - t_3 \quad (20)$$

- где  $\Delta_T$  – значение абсолютной погрешности измерений температуры, °С;  
 $t_n$  – значение температуры по показаниям расходомера, °С;  
 $t_3$  – значение температуры по показаниям измерителя температуры, °С

10.2.3 Результат проверки считают положительным, если значение абсолютной погрешности измерений температуры находится в пределах  $\pm 0,5$  °С.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.
- 11.2 Положительные результаты поверки расходомеров оформляют в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 2510 от 31 июля 2020 г.
- 11.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при заявлении) и на пломбы в соответствии со схемой пломбировки расходомера, указанной в описании типа.
- 11.4 В случае поверки отдельных измерительных каналов расходомера в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются признак поверки в сокращенном объеме и характеристика объема поверки.
- 11.5 Результаты поверки считают отрицательными, если при проведении поверки установлено несоответствие хотя бы по одному из пунктов настоящей методики.
- 11.6 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга РФ № 2510 от 31 июля 2020 г.
- 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.