

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 Первоначальная 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	
		первоначальной 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 соблюдаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха – от 10 °C до 30 °C;
- проверочная жидкость – вода;
- температура жидкости (воды) – от 10 °C до 30 °C;
- относительная влажность воздуха – от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- напряжения питания переменного тока 220 В с допускаемым отклонением от номинального значения – $\pm 2\%$ и частотой 50 ± 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 применения 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 ³), единиц массового и объемного расходов жидкости 1 разряда в диапазоне значений от 0,005 до 140 т/ч (м ³ /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 mA, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (10^{-4} \cdot I + 1) \text{ мкA}$	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 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$	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 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2 \text{ кПа}$	

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Проверка 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 (проверочную 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 изменились 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.

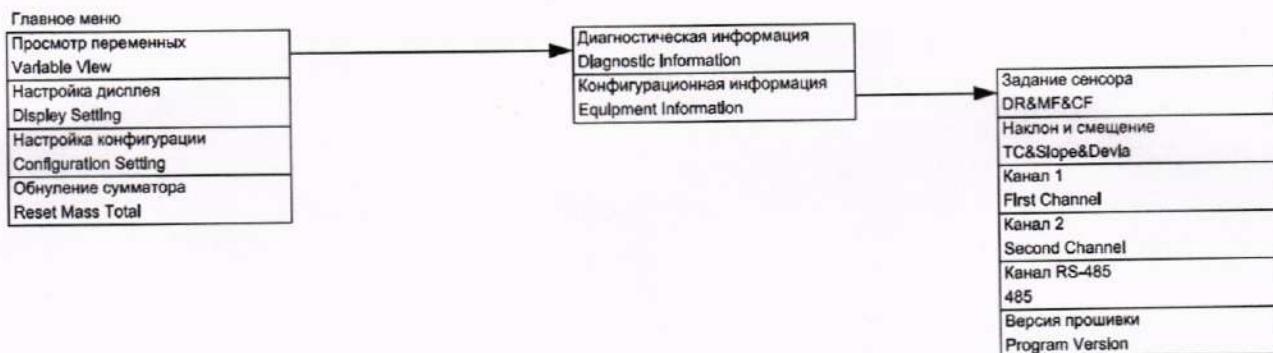


Рисунок 1 – Меню расходомера

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 объёмного расхода, массы, объёма жидкости.

10.1.1 Определение погрешности измерений массового и объёмного расхода, массы, объёма 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 объёмного расхода по показаниям индикатора расходомера и цифровому выходам, а также токовому и (или) частотному выходам 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:

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

где G_{P_M} – 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:

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

где G_{P_V} – объёмный расход жидкости по частотному выходу, м³/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, м³/ч;
 I – измеренное значение тока по токовому выходному сигналу, мА;
 G_{\min_I} – значение расхода (м³/ч), соответствующее выходному сигналу 4 мА;
 G_{\max_I} – значение расхода (м³/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:

$$\delta_G = \frac{G_I - G_3}{G_3} \cdot 100 \quad (7)$$

где δ_G – значение относительной погрешности измерения массового (объемного) расхода, %;
 G_I – массовый (объемный) расход жидкости по цифровому или аналоговому (токовому и частотному) выходным сигналам, кг/ч (м³/ч);
 G_3 – массовый (объемный) расход жидкости по показаниям эталона, кг/ч (м³/ч).
– относительную погрешность измерения массы:

$$\delta_M = \frac{M_I - M_3}{M_3} \cdot 100 \quad (8)$$

где δ_M – значение относительной погрешности измерения массы, %;
 M_I – масса жидкости по цифровому выходному сигналу, кг;
 M_3 – масса жидкости по показаниям эталона, кг.

– относительную погрешность измерения объема по формуле

$$\delta_V = \frac{V_I - V_3}{V_3} \cdot 100 \quad (9)$$

где δ_V – значение относительной погрешности измерения объема, %;
 V_I – объем жидкости по цифровому выходному сигналу, м³;
 V_3 – масса жидкости по показаниям эталона, м³.

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 выходам, а также токовому и (или) частотному выходам 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 (δ_{ij}) измерений по формулам (7), (8), (9).

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

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

где δ_{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

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

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

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

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

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

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

$$\theta_{\Sigma j} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{1,1}\right)^2 + \delta_{cpj}^2} \quad (14)$$

где δ_3 – 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

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

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:

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

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-YYY-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

$$\Delta_T = t_u - t_s \quad (20)$$

где Δ_T – значение абсолютной погрешности измерений температуры, $^{\circ}\text{C}$;
 t_u – значение температуры по показаниям расходомера, $^{\circ}\text{C}$;
 t_s – значение температуры по показаниям измерителя температуры, $^{\circ}\text{C}$

10.2.3 Результат проверки считают положительным, если значение абсолютной погрешности измерений температуры находится в пределах $\pm 0,5 \ ^{\circ}\text{C}$.

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.