

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМС»

В.Н. Яншин

10 2012 г.

**Расходомеры ультразвуковые
TFX Ultra, TFXL, TFXP, DXN**

Методика поверки

2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	3
3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	4
5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	4
6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
6.1. Внешний осмотр	5
6.2. Опробование.....	5
6.3. Проверка версии программного обеспечения (ПО) расходомера	5
6.4. Определение метрологических характеристик	5
7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА И ПРЕДЕЛОВ ПОГРЕШНОСТИ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ	10
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСХОДОМЕРОВ TFX ULTRA, TFXL, TFXR, DXN	11

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры ультразвуковые TFX Ultra, TFXL, TFXP, DXN (далее - расходомеры), изготавливаемые фирмой "Dynasonics Company of Division Racine Federated Inc.", США и устанавливает правила и методы их поверки.

Межповерочный интервал не более 2 лет.

1. Операции поверки

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции поверки	№ пункта методики поверки
1.	Внешний осмотр	6.1
2.	Опробование	6.2
3.	Проверка версии программного обеспечения (ПО) расходомера	6.3
4.	Определение погрешности	6.4
	- при измерении расхода	6.4.1.
	- при измерении объема	6.4.2.
	- при преобразовании расхода в токовый выходной сигнал	6.4.3.
	- при преобразовании расхода в частотный выходной сигнал	6.4.4.
	- при преобразовании объема в импульсный выходной сигнал	6.4.5.

Примечание – Допускается не проводить поверку токового, частотного, импульсного выходов расходомеров.

2. Средства поверки и вспомогательное оборудование

2.1. При поведении поверки применяют следующие эталонные средства и вспомогательное оборудование.

2.1.1. Установка для поверки расходомеров, диапазон расходов от 0,1 до 2000 м³/ч, относительная погрешность не более 0,3 % (например, установка проливная метрологическая УРМ-2000).

2.1.2. Частотомер, диапазон измерений от 0 до 2500 Гц, относительная погрешность не более 0,01 % (например, частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1).

2.1.3. Миллиамперметр, диапазон измерений от 0 до 25 мА, приведенная погрешность не более 0,05 % (например, калибратор-вольтметр универсальный В1-28).

2.1.4. Штангенциркуль по ГОСТ 166-89, верхний предел измерений до 600 мм, абсолютная погрешность не более 0,1 мм.

2.1.5. Толщиномер, диапазон измерений от 1 до 20 мм (например, толщиномер ультразвуковой УТ-93П).

2.1.6. Источник постоянного тока Б5-45 по ЕЭЗ.233.219 ТУ.

2.1.7. ПЭВМ (IBM – совместимый компьютер) с программным обеспечением ULTRALINK.

2.1.8. Аспирационный психрометр - барометр по ГОСТ 6853-74.

2.1.9. Термометр с абсолютной погрешностью и ценой деления не более 1 °С по ГОСТ 28498-90.

2.2. Все эталонные средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

2.3. Допускается применять другие эталонные СИ с характеристиками не хуже, указанных в пункте 2.1.

3. Требования безопасности и к квалификации поверителей

3.1. К поверке допускают лиц, изучивших эксплуатационную документацию на расходомеры и средства поверки, правила пожарной безопасности, действующие на предприятии и утвержденные в установленном порядке, а также правила выполнения работ в соответствии с технической документацией, прошедших обучение и инструктаж по технике безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004 и аттестованных в качестве поверителя.

3.2. При поверке расходомеров соблюдают требования в соответствии с эксплуатационной документацией на средства поверки и расходомеры.

4. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- 4.1. Поверочная жидкость – водопроводная вода.
- 4.2. Температура воды от +10 до +30 °С.
- 4.3. Температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С.
- 4.4. Относительная влажность от 30 до 80 %.
- 4.5. Атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.
- 4.6. Напряжение питания переменного тока 220 В -15%/+10 % с частотой 50±1 Гц или постоянного тока 24 В ±10 % (для TFX Ultra, TFXL, DXN), от 12 до 15 В (для TFXP).
- 4.7. Отсутствие вибрации, тряски, магнитных поле и ударов, влияющих на работу расходомера и эталонных средств измерений.
- 4.8. Изменение температуры воды в течение проливки на одном расходе не должно превышать 3 °С. Температуру воды измеряют в начале и в конце проливки непосредственно в эталонной мере вместимости или за поверяемым расходомером.
- 4.9. Условия эксплуатации для эталонных средств измерений должны соответствовать требованиям их эксплуатационной документации.
- 4.10. Диаметр трубопровода поверочной установки должен соответствовать допустимому диаметру первичному преобразователю расходомера, приведенному в таблице 2.

Таблица 2.

Тип первичного преобразователя	Диапазон номинальных диаметров трубопровода, мм
DTTN, DTTH	от 50 до 2500
DTTL	от 600 до 3050
DTTSU	от 12 до 60

5. Подготовка к поверке

5.1. Перед определением погрешности расходомеров должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

5.1.1. Подготавливают к работе поверочную установку и средства измерений, согласно их эксплуатационной документации.

5.1.2. Измеряют внутренний диаметр трубопровода в месте установки первичных преобразователей расходомера на поверочную установку в соответствии с Приложением А.

5.1.3. Устанавливают расходомер на поверочную установку.

5.1.4. Проводят необходимые подключения согласно эксплуатационной документации на расходомер и поверочную установку.

5.1.5. Подключают к расходомеру ПЭВМ с программным обеспечением ULTRALINK.

5.1.6. Вводят в память расходомера настроечные параметры (материал трубопровода, внутренний диаметр трубопровода, диапазон расходов и т.д.).

5.1.7. Пропускают воду через поверочную установку для удаления из нее воздуха.

6. Проведение поверки

6.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре расходомеров должно быть установлено:

- соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации на расходомер;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей, маркировки и показывающего устройства.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются вышеперечисленные условия.

6.2. Опробование

При опробовании расходомеров проверяют:

- действие органов управления;
- работоспособность расходомера при пропускании через него воды.

Результаты опробования считают положительными, если выполняют вышеперечисленные условия, на показывающем устройстве расходомера значение объема увеличивается, а при увеличении (уменьшении) расхода воды через расходомер увеличивается (уменьшается) значение расхода на его показывающем устройстве.

6.3. Проверка версии программного обеспечения (ПО) расходомера

С показывающего устройства расходомера считывают номер версии программного обеспечения.

Результаты проверки версии ПО считают положительными, если номер версии расходомера соответствует номеру версии ПО, приведенному в таблице 3.

Таблица 3.

Наименование расходомера	Номер версии ПО
расходомеры ультразвуковые TFX Ultra	Rev B
расходомеры ультразвуковые TFXL	Rev E
расходомеры ультразвуковые TFXP	Rev B
расходомеры ультразвуковые DXN	Rev N

6.4. Определение метрологических характеристик

6.4.1. Определение погрешности при измерении расхода

6.4.1.1. Относительную погрешность расходомеров при измерении расхода определяют при пяти поверочных расходах (скоростях) потока жидкости равномерно распределенных во всем диапазоне измерений, включая максимальное и минимальное значения расхода (скорости) потока жидкости.

При поверке расходомеров с первичными преобразователями DTTN/DTTH/DTTL/DTTSU определение погрешности при измерении расхода проводят в диапазоне скоростей потока жидкости от 0,3 до 12 м/с (для расходомеров ультразвуковых TFX Ultra, TFXL, TFXP) и от 0,6 до 12 м/с (для расходомеров ультразвуковых DXN).

При поверке расходомеров с первичными преобразователями DTTS/DTTC определение погрешности при измерении расхода проводят в диапазоне расходов, приведенных в таблице Б.2. Приложения Б.

Примечание – Допускается поверку расходомера проводить в диапазоне расхода (скоростей) при которых он применяется в эксплуатации.

6.4.1.2. Относительную погрешность расходомера при измерении расхода определяют по результатам сравнения расходов, измеренных расходомером и поверочной расходомерной установкой.

На каждом расходе считывают не менее N раз ($N \geq 0$) результаты измерений расхода расходомером Q_i и поверочной расходомерной установкой Q_{0i} .

Относительную погрешность расходомера при измерении расхода для каждого поверочного расхода определяют по формуле:

$$\delta Q = \frac{\bar{Q} - \bar{Q}_0}{\bar{Q}_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где
 $\bar{Q}$ – средний расход воды, измеренный поверяемым расходомером, рассчитанный по формуле

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N}, \quad (2)$$

$\bar{Q}_0$ – средний расход воды, измеренный поверочной установкой, рассчитанный по формуле

$$\bar{Q}_0 = \frac{\sum_{i=1}^N Q_{0i}}{N}. \quad (3)$$

6.4.1.3. Результаты поверки считают положительными, если на каждом расходе выполняется условие

$$|\delta Q| < \sqrt{\delta Q_P^2 + \delta D_B^2}, \quad (4)$$

где
 δQ_P – пределы относительной погрешности расходомера, приведенные в таблице Б.1 Приложения Б, %;

δD_B – пределы относительной погрешности определения внутреннего диаметра измерительной трубопровода, рассчитываемые по Приложения А, %.

6.4.2. Определение погрешности при измерении объема

6.4.2.1. Относительную погрешность расходомеров при измерении объема определяют при произвольном расходе, при выполнении требований пункта 6.4.1.1.

6.4.2.2. Минимальный объем воды V_{MIN} , пропускаемый через расходомер должен быть, не менее объема, соответствующего 500 значащих единиц на показывающем устройстве расходомера (дисплею ПЭВМ).

6.4.2.3. Относительную погрешность расходомера определяют по результатам измерения одного и того же объема воды, пропущенного через него и измеренного поверочной установкой.

Относительную погрешность расходомера в процентах для каждого поверочного расхода определяют по формуле:

$$\delta V = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где

V – объем воды, измеренный поверяемым расходомером;

V_0 – объем воды, измеренный поверочной установкой.

6.4.2.4. Результаты поверки считают положительными, если выполняется условие

$$|\delta V| < \sqrt{\delta V_P^2 + \delta D_B^2}, \quad (6)$$

где

δV_P – пределы погрешности расходомера, приведенные в таблице Б.1 Приложения Б, %.

δD_B – пределы относительной погрешности определения внутреннего диаметра измерительной трубопровода, рассчитываемые по Приложению А.

6.4.3. Определение погрешности при преобразовании расхода в токовый выходной сигнал

6.4.3.1. Погрешность при преобразовании расхода в токовый выходной сигнал определяют при поверочных расходах, приведенных в пункте 6.4.1.1.

6.4.3.2. На каждом расходе считывают не менее N раз ($N \geq 0$) результаты измерений расхода расходомером Q_i и токового сигнала на выходе расходомера, измеренные миллиамперметром I_i .

Погрешность расходомера по токовому выходу рассчитывают по формуле:

$$\gamma I = \frac{\bar{I} - \bar{I}_0}{16} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где

$\bar{I}$ – среднее значение тока, рассчитанное по формуле:

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N}, \quad (8)$$

$\bar{I}_0$ – среднее значение тока, соответствующее измеренному расходомером значению расхода $\bar{Q}$, рассчитываемое по формуле

$$\bar{I}_0 = 4 + \frac{16}{Q_{MAX} - Q_{MIN}} \cdot (\bar{Q} - Q_{MIN}), \quad (9)$$

где

$\bar{Q}$ – средний расход воды, рассчитанный по формуле (2);

Q_{MIN} – расход воды, соответствующий выходному токовому сигналу 4 мА;

Q_{MAX} – расход воды, соответствующий выходному токовому сигналу 20 мА.

Примечание – Допускается проводить определение погрешности токового выхода расходомера путем установки в расходомере значения тока на выходе расходомера I_0 с помощью программы ULTRALINK и измерений значения токового выходного сигнала расходомера миллиамперметром I . Погрешность при преобразовании расхода в токовый выходной сигнал, рассчитанная по формуле (7) не должна превышать значений, приведенных в пункте 6.4.3.3.

6.4.3.3. Результаты поверки считают положительными, если рассчитанная погрешность не более 0,2 %.

6.4.4. Определение погрешности при преобразовании расхода в частотный выходной сигнал

6.4.4.1. Погрешность расходомера при преобразовании расхода в частотный выходной сигнал определяют при поверочных расходах, приведенных в пункте 6.4.1.1.

6.4.4.2. На каждом расходе считывают не менее N раз ($N \geq 0$) результаты измерений расхода расходомером Q_i и частотного сигнала на выходе расходомера, измеренные частотомером F_i .

Погрешность расходомера по частотному выходу определяют по формуле:

$$\gamma^F = \frac{\bar{F} - \bar{F}_0}{F_{MAX} - F_{MIN}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где

$\bar{F}$ – среднее значение частоты, рассчитанное по формуле:

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^N F_i}{N}, \quad (11)$$

где

F_{MIN} – частота, соответствующая минимальному расходу, Гц;

F_{MAX} – частота, соответствующая максимальному расходу, Гц.

$\bar{F}_0$ – среднее значение частоты, соответствующее измеренному расходомером значению расхода $\bar{Q}$, рассчитываемое по формуле

$$\bar{F}_0 = F_{MIN} + \frac{F_{MAX} - F_{MIN}}{Q_{MAX} - Q_{MIN}} \cdot (\bar{Q} - Q_{MIN}), \quad (12)$$

где

$\bar{Q}$ – средний расход воды, рассчитанный по формуле (2);

Q_{MIN} – расход воды, соответствующий частоте F_{MIN} ;

Q_{MAX} – расход воды, соответствующий частоте F_{MAX} .

6.4.4.3. Результаты поверки считают положительными, если рассчитанная погрешность не более 0,1 %.

6.4.5. Определение погрешности при преобразовании объема в импульсный выходной сигнал.

6.4.5.1. Погрешность расходомеров при преобразовании объема в импульсный выходной сигнал определяют при произвольном расходе, при выполнении требований пункта 6.4.1.1.

6.4.5.2. Минимальный объем воды V_{MIN} , пропускаемый через расходомер должен быть, не менее объема, соответствующего 500 значащих единиц на показывающем устройстве расходомера (дисплею ПЭВМ).

6.4.5.3. Погрешность расходомера определяют по результатам измерения расходомером объема воды, пропущенного через него и количества воды, рассчитанного по количеству импульсов, измеренных счетчиком импульсов (частотомером) на выходе расходомера.

6.4.5.4. Результаты поверки считают положительными, если выполняется условие

$$|V - C \cdot N| \leq 1 \cdot C, \quad (13)$$

где

V – объем, измеренный расходомером;

C – цена импульса расходомера.

7. Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме. Протокол поверки должен содержать следующую информацию:

- наименование организации, проводившей поверку;
- наименование и обозначение типа поверяемого расходомера;
- заводской номер поверяемого расходомера;
- наименование, обозначение и основные технические характеристики (диапазон измерений и пределы погрешности) оборудования, на котором проводилась поверка;
- результаты проведения поверки по соответствующим пунктам.
- Ф.И.О. и подпись поверителя.

7.2. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке согласно ПР 50.2.006-94. На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- диапазон скоростей (расходов) потока жидкости, на которых проводилась поверка;
- пределы погрешности расходомера при измерении расхода;
- пределы приведенной погрешности токового выхода расходомера (если проводилась его поверка);
- пределы приведенной погрешности частотного выхода расходомера (если проводилась его поверка).
- пределы погрешности импульсного выхода расходомера ± 1 импульс (если проводилась его поверка).

7.3. При отрицательных результатах свидетельство о поверке не выдается, ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется, владельцу выдают извещение о непригодности.

Приложение А. Определение внутреннего диаметра измерительного трубопровода и пределов погрешности его определения

А.1. Определение внутреннего диаметра измерительного трубопровода и пределов погрешности его определения при непосредственном измерении внутреннего диаметра измерительного трубопровода (далее - ИТ).

А.1.1. Определение внутреннего диаметра ИТ

Внутренний диаметр ИТ рассчитывают по результатам его измерений в четырех диаметральных направлениях равноудаленных друг от друга по формуле.

$$D_B = \frac{\sum_{i=1}^4 D_{Bi}}{4}, \quad (\text{A.1})$$

где

D_{Bi} – значение внутреннего диаметра ИТ в i – м диаметральных направлениях.

А.1.2. Определение погрешности измерения внутреннего диаметра ИТ.

Погрешность измерения внутреннего диаметра ИТ принимают равной погрешности средства измерений, которым проводились его измерения.

А.2. Определение пределов погрешности определения внутреннего диаметра измерительного трубопровода при измерении внешнего диаметра и толщины стенки ИТ.

А.2.1. Определение внутреннего диаметра ИТ

Внутренний диаметр ИТ рассчитывают по результатам измерений внешнего диаметра ИТ в четырех диаметральных направлениях равноудаленных друг от друга и толщины стенок в восьми равноудаленных друг от друга точках по формуле

$$D_B = \frac{\sum_{i=1}^4 D_{BHi}}{4} - \frac{\sum_{j=1}^8 h_j}{4}, \quad (\text{A.2})$$

где

D_{BHi} – внешний диаметр ИТ в i – м диаметральных направлениях;

h_j – толщина стенки ИТ в j – й точке измерения.

А.2.2. Определение погрешности измерения внутреннего диаметра ИТ.

$$\delta D_B = \frac{100}{D_{BH} - 2 \cdot h} \cdot \sqrt{\Delta L^2 + 4 \cdot \Delta h^2}, \quad (\text{A.3})$$

где

D_{BH} – средний внешний диаметр ИТ.

h – средняя толщина стенки ИТ;

ΔL – пределы абсолютной погрешности штангенциркуля;

Δh – пределы абсолютной погрешности толщиномера.

Приложение Б. Метрологические характеристики расходомеров TFX Ultra, TFXL, TFXP, DXN

Таблица Б.1. Пределы погрешности расходомеров

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (скорости потока) и объема измеряемой среды в трубопроводе при применении первичных преобразователей DTTN/DTTH/DTTL/DTTSU, %: - для расходомеров ультразвуковых TFX Ultra, TFXL, TFXP при скорости потока v: - $v \geq 0,3$ м/с - $v < 0,3$ м/с - для расходомеров ультразвуковых DXN при скорости потока измеряемой среды v: - $v \geq 0,6$ м/с - $v < 0,6$ м/с	± 1 $\pm 0,3/v$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (скорости потока) и объема измеряемой среды в трубопроводе при применении первичных преобразователей DTTS/DTTC (диаметр трубопровода 25 мм и более) при скорости потока измеряемой среды v, %: - $v \geq 1,2$ м/с - $v < 1,2$ м/с	± 1 $\pm 1,2/v$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений объемного расхода (скорости потока) и объема измеряемой среды в трубопроводе при применении первичных преобразователей DTTS/DTTC (диаметр трубопровода менее 25 мм), %	± 1

Для расходомеров с первичными преобразователями DTTS/DTTC (диаметр трубопровода менее 25 мм) значения пределов относительной погрешности при измерении расхода δQ_p (объема δV_p) рассчитывают по формуле

$$\delta Q_p = \frac{Q_{MIN} - Q_{MAX}}{Q} \cdot \gamma Q, \quad (Б,1)$$

где

Q_{MAX} , Q_{MIN} – соответственно, максимальный и минимальный расходы, приведенные в таблице Б.2;

Q – расход жидкости при определении погрешности;

γQ – пределы приведенной погрешности измерений расхода (объема) жидкости, %.

Таблица Б.2. Максимальный и минимальный расходы расходомеров с первичными преобразователями DTTS/DTTC.

Размер ИТ, дюйм	Трубопровод*	Объемный расход, дм ³ /мин	
		Минимальный Q _{MIN}	Максимальный Q _{MAX}
½" (12,5 мм)	ANSI/DN	8	144
	Copper	7	102
	Tubing	6	68
¾" (19 мм)	ANSI/DN	10	250
	Copper	10	204
	Tubing	10	170
1" (25 мм)	ANSI/DN	13	409
	Copper	13	360
	Tubing	13	320
1 ¼" (31,75 мм)	ANSI/DN	19	704
	Copper	17	575
	Tubing	15	514
1 ½" (38 мм)	ANSI/DN	23	946
	Copper	19	814
	Tubing	19	757
2" (50 мм)	ANSI/DN	30	1590
	Copper	30	1419
	Tubing	30	1381

* - по спецификации расходомера.