

Приложение  
к приказу Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «02» марта 2020 г. № 443

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак**

**Назначение средства измерений**

Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак (далее – расходомеры) предназначены для измерения:

- массового расхода, массы, температуры жидкости и газов;
- плотности, объемного расхода, объема жидкостей.

**Описание средства измерений**

Принцип измерения массового расхода основан на эффекте кориолисовых сил, действующих на поток среды, двигающейся по тонкостенной трубке, испытывающей поперечные колебания с частотой вынуждающей силы, создаваемой катушкой индуктивности при пропускании через неё электрического тока заданной частоты. Силы Кориолиса, приложенные к двум половинам вибрирующей части трубки, тормозят движение первой по потоку половины и ускоряют движение второй. Возникающая вследствие этого разность фаз колебаний двух половин трубки, пропорциональная массовому расходу, регистрируется индукционными датчиками. Результаты измерений массового расхода не зависят от плотности, вязкости, наличия твердых частиц, режимов протекания измеряемой среды.

Колебания трубок возбуждаются на основной резонансной частоте системы. Функциональная зависимость резонансной частоты от плотности среды калибруется при изготовлении прибора. На основе данных калибровки, хранимых в энергонезависимой памяти прибора, измеряемый в процессе работы период колебаний пересчитывается в значение плотности рабочей среды.

Объемный расход вычисляется по данным измерений массового расхода и плотности.

В состав расходомеров входят следующие компоненты:

- первичный преобразователь массового расхода (далее Датчик);
- электронный преобразователь (далее ЭП).

Датчик (различные исполнения датчика представлены на рисунке 1) устанавливается в трубопровод и преобразует параметры процесса (расход, плотность, температуру) в электрические сигналы, которые поступают в ЭП. ЭП производит обработку сигналов с датчика и выдает результат на встроенный индикатор, обеспечивает интегрирование расходов (функция счетчика) и формирует выходные сигналы следующих типов: частотные, импульсные, дискретные, токовые от 4 до 20 мА, цифровые. Выходные интерфейсы варьируются в зависимости от исполнения ЭП.

Кроме того, ЭП обрабатывает управляющие сигналы, которые поступают на дискретные входы, и обеспечивает связь с внешними ведущими устройствами по цифровому интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU) или HART. ЭП через внешние интерфейсы может получать информацию о давлении измеряемой среды и осуществлять компенсацию влияния давления на показания расхода и плотности.

В расходомерах реализована функция расчета концентрации (объемной доли) взаимно-нерастворимых компонентов двухкомпонентной жидкости, основанная на измерении средней плотности и информации о плотности чистых компонентов.

Компоненты ЭП могут быть объединены конструктивно в различных сочетаниях или выполнены отдельными модулями (представлены на рисунке 2). Одним из модулей может являться видеографический регистратор ЭЛМЕТРО – ВиЭР. Модули соединяются специальными кабелями, которые входят в комплектацию расходомера. Возможные варианты компоновки ЭП описаны в руководстве по эксплуатации.

Расходомеры сертифицированы для работы во взрывоопасных зонах с видами взрывозащиты: взрывонепроницаемая оболочка и искробезопасная цепь. Маркировка взрывозащиты компонентов расходомера приведена в руководстве по эксплуатации на расходомер.



Рисунок 1 – Датчики расходомера



Рисунок 2 – Конструктивные исполнения модулей электронного преобразователя расходомера

## Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) расходомеров по аппаратному обеспечению является встроенным. Преобразование измеряемых величин и обработка измерительных данных выполняется с использованием внутренних аппаратных и программных средств. ПО хранится в энергонезависимой памяти. Программная среда постоянна, отсутствуют средства и пользовательская оболочка для программирования или изменения ПО.

Встроенное программное обеспечение разделено на:

- метрологически значимую часть;
- метрологически незначимую часть.

Номер версии ПО имеет структуру X.Y.Z (где X, Y, Z – десятичные числа):

X – номер версии метрологически значимой части ПО;

Y – номер версии метрологически незначимой части ПО, определяющей интерфейс взаимодействия с пользователем;

Z – вспомогательный идентификационный номер, для устранения ошибок и неточностей метрологически незначимой части ПО.

Идентификационные данные встроенного ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.Y.Z
Цифровой идентификатор ПО	0xFB3F
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16

Информация о версии и контрольной сумме ПО расходомера доступна через экранное меню.

Защита встроенного программного обеспечения от изменений посредством внешних интерфейсов или меню прибора (преднамеренных или непреднамеренных) обеспечивается аппаратными микропереключателями, расположенными внутри пломбируемого корпуса, и непосредственно пломбировкой корпуса расходомера (рисунок 3).

Защита расходомера от преднамеренного изменения ПО через внутренний интерфейс (вскрытие прибора) обеспечивается нанесением пломбы на корпус ЭП расходомера.



Рисунок 3 – Место пломбирования расходомера и сообщение на дисплее при запрещающем положении микропереключателей

Защита ПО расходомера от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077-2014.

## Метрологические характеристики

Метрологические и технические характеристики приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диаметр условного прохода Ду, мм	от 1 до 200
Измеряемая среда (рабочая среда)	жидкость, газ
Верхняя граница диапазона измерений массового расхода жидкости $Q_{Mmax(F)}$ , кг/ч, в зависимости от Ду	от 20 до 740000
Верхняя граница диапазона измерений объёмного расхода жидкости (по воде при стандартных условиях) $Q_{Vmax(F)}$ , м <sup>3</sup> /ч, в зависимости от Ду	от 0,02 до 740
Верхняя граница диапазона измерений массового расхода газа $Q_{Mmax(G)}$ , кг/ч	$Q_{Mmax(F)} \cdot \rho_G / k_G$ , где $\rho_G$ – плотность газа при рабочих условиях, кг/м <sup>3</sup> ; $k_G$ – коэффициент, зависящий от Ду, кг/м <sup>3</sup>
Диапазон измерений температуры рабочей среды, °С	от -200 до +350
Диапазон измерений плотности рабочей среды, кг/м <sup>3*</sup>	от 1 до 3000
Стабильность нуля при измерении массового расхода (в зависимости от Ду) Z, кг/ч	от 0,002 до 74
Класс точности	0,1; 0,15; 0,2; 0,5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении массового расхода $\delta Q_M$ и массы $\delta M$ жидкости по индикатору, частотно-импульсному и цифровому выходным сигналам, %: при $Q_M \geq 100 \% \cdot Z / \delta_0$ при $Q_M < 100 \% \cdot Z / \delta_0$ , где $Q_M$ – измеряемый массовый расход, кг/ч, $\delta_0$ – величина, численно равная классу точности, %	$\pm \delta_0$ $\pm (Z / Q_M) \cdot 100\%$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении массового расхода и массы газа по индикатору, частотно-импульсному и цифровому выходным сигналам, %: при $Q_M \geq (100 \% \cdot Z / \delta_G)$ при $Q_M < (100 \% \cdot Z / \delta_G)$ где $\delta_G$ равен: 0,35 % – для кл. точности 0,1; 0,15 и Ду от 1 до 32 мм 0,5 % – для кл. точности 0,1; 0,15 и Ду от 50 до 200 мм и для кл. точности 0,2 и Ду от 1 до 200 мм 0,75 % – для кл. точности 0,5 и Ду от 1 до 200 мм	$\pm \delta_G$ $\pm (Z / Q_M) \cdot 100 \%$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении плотности рабочей среды по индикатору, частотному и цифровому выходным сигналам $\Delta \rho$ , кг/м <sup>3**</sup>	$\pm 0,3; \pm 1; \pm 2; \pm 5$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta Q_V$ и объема $\delta V$ жидкости по индикатору, частотно-импульсному и цифровому выходным сигналам, %: - для класса точности 0,1 и $\Delta\rho=\pm 1$ кг/м <sup>3</sup> - для других сочетаний классов точности и $\Delta\rho$	$\delta Q_V = \delta V = \pm 0,15$ $\delta Q_V = \pm \sqrt{(\delta Q_M)^2 + ([\Delta\rho/\rho] \cdot 100\%)^2}$ , $\delta V = \pm \sqrt{(\delta M)^2 + ([\Delta\rho/\rho] \cdot 100\%)^2}$ , где $\rho$ – измеряемая плотность, кг/м <sup>3</sup>
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры рабочей среды по индикатору, частотному и цифровому выходным сигналам ( $\Delta T$ ), °С	$\Delta T = \pm(0,9 + 0,008 \cdot  t )$ °С, где $t$ – измеряемое значение температуры, °С
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности при измерении массового расхода и массы жидкости и газа, в зависимости от $D_u$ , вызываемой изменением: - давления измеряемой среды на 1 МПа, % - температуры измеряемой среды на 10 °С, %	от $\pm 0,001$ до $\pm 0,5$ от 0 до $\pm(0,015 \cdot Q_{Mnom}/Q_M)$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности при измерении плотности жидкости, в зависимости от $D_u$ , вызываемой изменением: - давления измеряемой среды на 1 МПа, кг/м <sup>3</sup> - температуры измеряемой среды на 10 °С, кг/м <sup>3</sup>	от $\pm 0,03$ до $\pm 0,5$ от $\pm 0,3$ до $\pm 2,0$
Потери давления на датчике расходомера при номинальном расходе воды $Q_{Mnom}$ , МПа, не более	0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал, мкА, не более ***	$\pm 10$
Параметры измеряемой среды:	
- диапазон температур, °С	от -200 до +350
- избыточное давление, МПа, не более	100
<p>Примечания - Значения <math>Z</math>, <math>k_G</math>, <math>Q_{Mmax(F)}</math>, <math>Q_{Mnom}</math> для каждого типоразмера приведены в руководстве по эксплуатации</p> <p>* Диапазон индикации плотности рабочей среды от 0 до 5000, кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>** <math>\Delta\rho = \pm 0,3</math> кг/м<sup>3</sup> по специальному заказу в диапазоне плотности рабочей среды от 400 до 1300 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>*** В исполнении ЭП без видеографического регистратора.</p>	

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Выходные сигналы: *	
- частотно-импульсный масштабируемый, Гц	от 0 до 10 000
- аналоговый токовый, мА	от 4 до 20
- дискретный	Оптранный, с открытым коллектором
- цифровой	RS-485 (Modbus RTU) или HART
Входные сигналы: *	
- дискретный универсальный, В	$\pm 0...5/\pm 10..30$
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °С	от -40 до +60/ от -50 до +60(опция)/ от -60 до +60 (опция)

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
- относительная влажность воздуха при температуре +35°С, %, не более	98
- давление воздуха, кПа	от 84,0 до 106,7
<b>Маркировка взрывозащиты:</b>	
- электронный преобразователь: 1Ex db IIB T6 Gb X; 1Ex db IIC T6 Gb X; 1Ex db [ia Ga] IIB T6 Gb X; 1Ex db [ia Ga] IIC T6 Gb X; 1Ex db [ia Ga] IIB T6...T4 Gb; 1Ex db [ia Ga] IIB T6...T3 Gb	
- датчик: 0Ex ia IIB T6...T4 Ga X; 0Ex ia IIC T6...T4 Ga X; 0Ex ia IIB T6...T3 Ga X; 0Ex ia IIC T6...T3 Ga X; 0Ex ia IIB T6...T2 Ga X; 0Ex ia IIC T6...T2 Ga X;	
<b>Напряжение электрического питания, В:</b>	
- от сети переменного тока частотой (50±1) Гц**	от 80 до 264
- постоянный ток**	от 20 до 140
Потребляемая мощность, В·А, не более**	12
<b>Габаритные размеры, мм:</b>	
- высота	от 200 до 2100
- ширина	от 200 до 1300
- глубина (с клеммной коробкой)	от 210 до 450
Масса, кг	от 1 до 400
Средний срок службы, лет, не менее	12
<p><b>Примечания:</b>  * В исполнении ЭП с видеографическим регистратором ЭЛМЕТРО-ВиЭР технические характеристики входных и выходных каналов определены в РЭ на регистратор.  ** В исполнении ЭП без видеографического регистратора.</p>	

**Знак утверждения типа**

наносится на эксплуатационную документацию (руководство по эксплуатации, методику поверки, паспорт) расходомера типографским способом, на таблички, размещенные на корпусах датчика и электронного преобразователя методом шелкографии, металлографии или гравировки.

**Комплектность средства измерений**

Комплектность средства измерений приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Счетчик-расходомер массовый ЭЛМЕТРО-Фломак	-	1
Паспорт 3124.0000.00 ПС	-	1
Руководство по эксплуатации 3124.0000.00 РЭ	-	1
Методика поверки 3124.0000.00-01 МП, с изменением №1	-	1
Комплект монтажных частей	-	1 (по заказу)
Кабельная система	-	1 (по заказу)
ПО ПК конфигурирования расходомера, компакт-диск	-	1
Упаковка	-	1

**Поверка**

осуществляется в соответствии с документом «Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак. Методика поверки 3124.0000.00-01 МП» с изменением №1, утвержденным ФГУП «ВНИИМС» 14 января 2020 г.

Основные средства поверки приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные средства поверки

Наименование	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемые эталоны и СИ
Установка поверочная счётчиков жидкости	<p>Минимальный расход: не более 10% от номинального расхода поверяемого расходомера.</p> <p>Максимальный расход: не менее 40% от номинального расхода поверяемого расходомера.</p> <p>Предел допускаемой относительной погрешности установки при измерении массы поверочной жидкости, прошедшей через расходомер: не более ½ предела допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера</p>	Установка поверочная автоматизированная УПСЖМ (рег. №53855-13)
Установка трубопоршневая поверочная	<p>Минимальный расход: не более 10% от номинального расхода поверяемого расходомера.</p> <p>Максимальный расход: не менее 40% от номинального расхода поверяемого расходомера.</p> <p>Предел допускаемой относительной погрешности установки при измерении массы поверочной жидкости, прошедшей через расходомер: не более ½ предела допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера</p>	Установка трубопоршневая поверочная стационарная «ОЗНА-Прuver С-0,05» (рег. № 31455-06)
Преобразователь плотности жидкости проточный	<p>Диапазон измерения плотности должен включать плотность поверочной жидкости.</p> <p>Предел допускаемой основной абсолютной погрешности: не более 1/3 предела допускаемой основной абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности</p>	Преобразователь плотности жидкости измерительный модель 7835 (рег. № 52638-13)
<p>Контроллер-вычислитель, обеспечивающий прием и обработку сигналов от:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- датчика температуры;</li> <li>- датчика давления;</li> <li>- поточного преобразователя плотности</li> <li>- массового расхода с импульсного выхода поверяемого расходомера</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-предел допускаемой абсолютной погрешности преобразования сопротивления в значение температуры не более <math>\pm 0,05</math> °С;</li> <li>-предел допускаемой относительной погрешности преобразования тока в значение давления не более <math>\pm 0,025\%</math>;</li> <li>-предел допускаемой относительной погрешности преобразования тока в значение плотности не более <math>\pm 0,025\%</math>;</li> <li>- с погрешностью не более <math>\pm 1</math> импульс за один проход поршня</li> </ul>	Контроллер-вычислитель OMNI (рег. № 15066-09)

Продолжение таблицы 5

Наименование	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемые эталоны и СИ
Средство измерения плотности жидкости: лабораторный плотномер, ареометр или пикнометр	Диапазон измерения плотности должен включать плотность поверочной жидкости. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности: не более 1/3 предела допускаемой основной абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности (в том числе при поверке с калибровкой измерения плотности в рабочих условиях)	Измеритель плотности жидкостный вибрационный ВИП-2МР (рег. № 27163-09)
Весы лабораторные	Наименьший предел взвешивания: не более максимального допустимого значения массы порции при определении погрешности измерения расхода в точке с наименьшим расходом. Наибольший предел взвешивания: не менее минимального допустимого значения массы порции при определении погрешности измерения расхода в точке с наибольшим расходом. Предел допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_g$ должен удовлетворять условию: $\frac{\Delta_g}{m_n} \cdot 100\% \leq \frac{\delta M}{3},$ где $m_n$ – масса поверочной порции жидкости	Весы лабораторные СПВ-120 (рег. № 52638-13)
Счетчик импульсов	Частота импульсов до 1000 Гц Допустимая погрешность $\pm 1$ импульс	Счетчик импульсов Овен СИ8 (рег. № 28696-10)
Измеритель влажности и температуры	Диапазон измерения температуры: от +15 до +30 °С. Диапазон измерений относительной влажности: от 10 до 80 %. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: - при измерении влажности: $\pm 2$ %. - при измерении температуры: $\pm 0,2$ °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 2 (рег. № 15500-12)
Термопреобразователь сопротивления платиновый ТСП	Класс А	Термопреобразователь сопротивления платиновый ТСП Метран-206 (рег. № 50911-12)
Измеритель входных сигналов ТСП	Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов ТСП при измерении температуры поверочной жидкости: $\pm 0,1$ °С	Калибратор многофункциональный портативный Метран 510-ПКМ-А (рег. № 26044-07)

Допускается применение других средств измерений и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых расходомеров с требуемой точностью.

Знак поверки наносится в паспорт расходомера или на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

изложены в документе 3124.0000.00 РЭ «Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак. Руководство по эксплуатации».

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к счетчикам-расходомерам массовым ЭЛМЕТРО-Фломак**

ГОСТ 15528-86 Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения

Приказ Росстандарта от 07.02.2018 г. № 256 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости утвержденная

Приказ Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа

ГОСТ 8.558-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

ГОСТ 8.024-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности

ТУ 4213-025-99278829-2011 с Изменением № 7 от 25.10.2019 г. Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак. Технические условия

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «ЭлМетро Групп» (ООО «ЭлМетро Групп»)

ИНН 7448092141

Адрес: 454106, г. Челябинск, ул. Неглинная, д. 21, пом. 106

Тел.: (351) 793-8028

Факс: (351) 742-6884

E-mail: info@elmetro.ru

Web-сайт: www.elmetro.ru

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

Тел./факс: (495) 437-55-77, (495) 437-56-66

E-mail: office@vniims.ru

Web-сайт: www.vniims.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 29.03.2018 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А. В. Кулешов

М.п.

«02» марта 2020 г.