ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СЕРТИФИКАТ

об утверждении типа средств измерений
№ **68358-17**

Срок действия утверждения типа до **15 августа 2027 г.**

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Расходомеры массовые Promass (модификации Promass 300 Promass 500)

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
Фирма "Endress+Hauser Flowtec AG", Швейцария;
Производственные площадки: Endress+Hauser Flowtec AG, Швейцария; Endress+Hauser Flowtec AG, Франция; Endress+Hauser Flowtec (China) Co. Ltd; Endress+Hauser Flowtec (India) Pvt. Ltd., Индия

ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ
-

КОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
ОС

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
МП 208-020-2017

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ **5 лет**

Изменения в сведения об утвержденном типе средств измерений внесены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии **от 23 июня 2022 г. N 1539.**

Заместитель Руководителя

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП, хранится в системе электронного документооборота Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 029D109B000BAE27A64C995DDB060203A9
Кому выдан: Лазаренко Евгений Русланович
Действителен: с 27.12.2021 до 27.12.2022

Е.Р.Лазаренко

«28» июня 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «23» июня 2022 г. № 1539

Регистрационный № 68358-17

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Расходомеры массовые Promass (модификации Promass 300, Promass 500)

Назначение средства измерений

Расходомеры массовые Promass (модификации Promass 300, Promass 500) (далее расходомеры) предназначены для измерений массового и объемного расхода, массы, объема, плотности и температуры жидкостей, газов, растворов, масел, пульпы и т.п.

Описание средства измерений

Принцип измерения массового расхода основан на измерении силы Кориолиса, возникающей в трубках (трубке) первичного преобразователя расхода при прохождении через них (нее) измеряемой среды. Принцип измерения плотности основан на измерении резонансной частоты колебания трубок (трубки) первичного преобразователя. Измерение температуры осуществляется с помощью термосопротивления. Объемный расход и объем, определяются на базе измеренных значений массового расхода, массы и плотности рабочей среды.

Расходомер состоит из первичного преобразователя расхода (датчика) Promass A, E, F, H, I, O, P, Q, S, X, отличающихся конструктивно количеством измерительных трубок, изгибом трубок, диаметрами условных проходов и одного из электронных преобразователей (ЭП) Promass 300 или Promass 500, смонтированных в герметичных корпусах. ЭП Promass 300 смонтирован компактно с датчиком, ЭП Promass 500 может быть удален от него на расстояние до 300 метров. Передача сигнала от первичного преобразователя к ЭП Promass 500 осуществляется в аналоговом или цифровом виде в зависимости от исполнения. Обслуживание, настройка, диагностика расходомеров возможна с дисплея, полевого коммуникатора, персонального компьютера, планшета, мобильного телефона или контроллера.

Электронный преобразователь обрабатывает первичные сигналы датчика и осуществляет следующие функции:

- вычисление массового расхода и массы жидкости или газа (в одном или двух направлениях потока);
- вычисление объёмного расхода и объёма жидкости или газа (в одном или двух направлениях потока);
- пересчет объёмного расхода, объёма и плотности к заданной температуре;
- индикацию результатов измерений расхода, количества, плотности, температуры, а также индикацию пересчетных параметров в различных единицах;
- индикацию массовой или объемной концентрации двухфазных сред;
- компенсацию дополнительной погрешности, вызванной отличием температуры и давления процесса от температуры и давления при калибровке;
- самодиагностику неисправностей и их индикацию;
- дозирование с помощью релейных выходов;
- передачу измерительной информации в аналоговом и/или в цифровом виде на персональный компьютер, контроллер, удаленное устройство индикации.

Расходомер Promass I 300, Promass I 500 позволяет измерять кинематическую и динамическую вязкость жидкости.

Расходомеры могут иметь взрывозащищенное и/или искробезопасное исполнение гигиеническое исполнение и специальные присоединения. Расходомеры могут иметь исполнение, сертифицированное согласно требованиям стандарта IEC 61508 (ГОСТ Р МЭК 61508) на применение электрических, электронных, программируемых системах связанных с безопасностью и имеющих уровень полноты безопасности SIL2 (1oo1) и SIL3 при однородном резервировании.

В расходомерах реализована технология Heartbeat™, позволяющая осуществлять имитационную поверку путем контроля дрейфа электромеханических характеристик первичного преобразователя (в том числе, вследствие критического износа измерительных трубок и/или слоя отложений на их внутренней поверхности) и характеристик электронного преобразователя, влияющих на метрологические характеристики прибора. Имитационная поверка может быть выполнена без демонтажа расходомера с трубопровода и остановки технологического процесса.

Для обслуживания, настройки и диагностики расходомеров с персонального компьютера могут использоваться сервисные программы FieldCare, SIMATIC PDM, AMS Device Manager, PACTware. Настройка и диагностика расходомеров может осуществляться по беспроводной локальной сети WLAN, если дисплей ЭП поддерживает данный тип связи.

Внешний вид расходомеров приведен на рисунках 1 и 2.

Схема пломбирования приведена на рисунке 3.

Promass A 300

Promass E 300

Promass F 300

Promass H 300

Promass I 300

Promass O 300

Promass P 300

Promass Q 300

Promass S 300

Promass X 300

Рисунок 1 – Общий вид расходомеров Promass 300 с первичными преобразователями A/E/F/H/I/O/P/Q/S/X

Promass A 500

Promass E 500

Promass F 500

Promass H 500

Promass I 500

Promass O 500

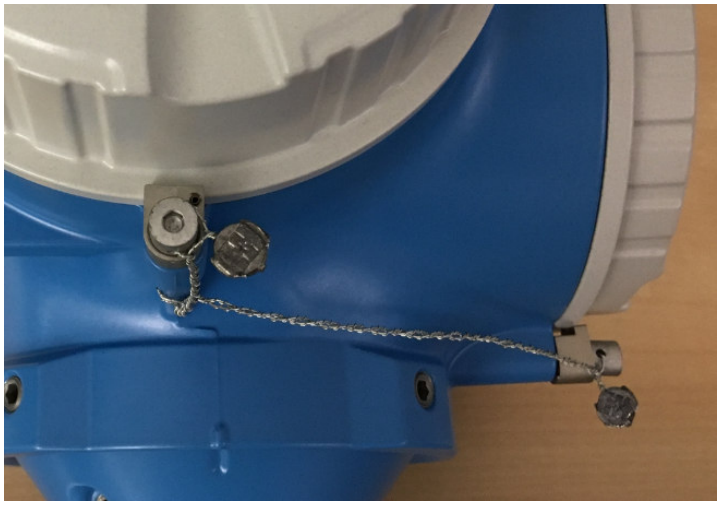
Promass P 500

Promass Q 500

Promass S 500

Promass X 500

Рисунок 2 – Общий вид расходомеров Promass 500 с первичными преобразователями A/E/F/H/I/O/P/Q/S/X



а)

б)

Рисунок 3 – Пломбирование корпуса электронного преобразователя в компактном (а) и раздельном (б) исполнении

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) расходомеров состоит из двух частей Firmware и Software. Обработка результатов измерений и вычисление (метрологически значимая часть ПО) проводится по специальным расчетным соотношениям, сохраняемых во встроенной программе (firmware) в виде Hex-File. Доступ к цифровому идентификатору firmware (контрольной сумме) невозможен.

Наименование ПО имеет структуру X.Y.Z, где:

X - идентификационный номер firmware;

Y - идентификационный номер текущей версии Software (от 00 до 99) - характеризующий функциональность преобразователя (различные протоколы цифровой коммуникации, а также совместимость с сервисными программами).

Z - служебный идентификационный номер (например, для усовершенствования или устранения неточностей (bugs tracing)) - не влияет на функциональность и метрологические характеристики расходомера.

Наименование ПО отображается на дисплее преобразователя при его включении (как неактивное, не подлежащее изменению).

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Promass 300 Promass 500
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01.yy.zz
Цифровой идентификатор ПО	не отображается

В соответствии с Р 50.2.077-2014 программное обеспечение расходомеров защищено от непреднамеренных и преднамеренных изменений согласно уровню защиты «Высокий».

Метрологические и технические характеристики

приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики

Первичный преобразователь (датчик)	Promass E	Promass F	Promass I	Promass A	Promass S/P
Количество измерительных трубок, форма	две изогнутые	две изогнутые	одна прямая	одна изогнутая	одна изогнутая
Диаметры условных проходов, мм	8, 15, 25, 40, 50, 80	8, 15, 25, 40, 50, 80, 100, 150, 250	8, 15, 25, 40, 50, 80	1, 2, 4	8, 15, 25, 40, 50
Диапазон измерений массового расхода жидкости, т/ч	от 0,02 до 180	от 0,02 до 2200	от 0,02 до 180	от 0,002 до 0,45	от 0,02 до 70
Диапазон измерений массового расхода газа, т/ч, где $\rho_{газа}$ (кг/м^3) - плотность газа при рабочих условиях; χ (кг/м^3)[1)]	$\frac{(0{,}02 \ldots 180) \times \rho_{газа}}{\chi}$	$\frac{(0{,}02 \ldots 2200) \times \rho_{газа}}{\chi}$	$\frac{(0{,}02 \ldots 180) \times \rho_{газа}}{\chi}$	$\frac{(0{,}002 \ldots 0{,}45) \times \rho_{газа}}{\chi}$	$\frac{(0{,}02 \ldots 70) \times \rho_{газа}}{\chi}$
Диапазон измерений объемного расхода жидкости (по воде при нормальных условиях), м^3/ч	от 0,02 до 180	от 0,02 до 2200	от 0,02 до 180	от 0,002 до 0,45	от 0,02 до 70
Диапазон измерений плотности, ρ, кг/м^3	от 500 до 1800				
Диапазон измерений вязкости, η, мПа·с	-		от 0,4 до 1100	-	
Диапазон давления рабочей среды, МПа	от 0 до 10,0	от 0 до 10,0 (спец. от 0 до 25,0)	от 0 до 10,0	от 0 до 40,0	от 0 до 6,3
Диапазон температуры рабочей среды, °С	от -40 до +150	от -50 до +150 (опция от -50 до +240 от -50 до +350 от -196 до +150)	от -50 до +150	от -50 до +205	(для Promass S от -50 до +150) (для Promass P от -50 до +150 от -50 до +205)
Температура окружающего воздуха, °С	от -40 до +60 (от -50 до +60 опция; от -60 до +60 опция)				
Монтажная длина (с фланцами), мм	от 229 до 915	от 370 до 1951,2	от 402 до 1236	от 393 до 600	от 336 до 1120
Масса, кг	от 4 до 36	от 9 до 398	от 24 до 269	от 8 до 13	от 11 до 78

Первичный преобразователь (датчик)	Promass E	Promass F	Promass I	Promass A	Promass S/P
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера с преобразователем 300/500, Δ %[3]: - массового расхода и массы жидкости,	±0,15;±0,10	±0,10;±0,05 (±0,20;±0,25)[2] ±0,35[5]	±0,10	±0,10	±0,10
	±0,75	±0,35	±0,50	±0,5	-
- массового расхода и массы газа, - объемного расхода и объема жидкости	±0,15	±0,10 (±0,20;±0,25)[2]	±0,10	±0,10	±0,10
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера с преобразователем 300/500 после имитационной поверки, %: - массового расхода и массы жидкости, - массового расхода и массы газа, - объемного расхода и объема жидкости	±0,45 ±1,50 ±0,45	±0,30 ±0,70 ±0,30	±0,30 ±1,00 ±0,30	±0,30 ±1,00 ±0,30	±0,30 - ±0,30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности жидкости, кг/м^3: - после полевой калибровки, - после стандартной калибровки (опция при заказе), - после специальной калибровки (опция при заказе), - после имитационной поверки	±0,5 ±20 - ±50	±0,5 ±10 ±1 ±25	±0,5 ±20 ±4 ±50	±0,5 ±20 ±2 ±50	±0,5 ±10 ±2 ±25
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения вязкости η ньютоновской жидкости с преобразователем, %	-	-	$\pm (5 + \frac{0,5}{\eta})$	-	-
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, ºС	±(0,5+0,005×T)[4]				
Выходной сигнал: - токовый (вход/выход), мА - имп., импульс/с; част, Гц; релейный, В - цифровой	от 4 до 20 до 10000; до 12500; 30 HART, WirelessHART, PROFIBUS PA/DP, FOUNDATION Fieldbus, Modbus RS485, EtherNet/IP, PROFINET				

Электропитание, В: - переменного тока, частотой от 45 до 65 Гц, - постоянного тока	от 85 до 260 от 19 до 30				
Температура транспортировки и хранения, °С	от -50 до +80 (от -60 до +80 опция)				
Средний срок службы, лет	20				
Первичный преобразователь (датчик)	Promass E	Promass F	Promass I	Promass A	Promass S/P
Наработка на отказ, лет, не менее	55				

Примечания: [1] χ - определяется в руководстве по эксплуатации для соответствующей модели и диаметра расходомера;

[2] При поверке согласно МИ 3151-2008 или МИ 3272-2010;

[3] при $Q < (Z_s/\Delta)\cdot 100$ (кг/ч), погрешность определяется по формуле $\pm (Z_s/Q)\cdot 100$ %, где Zs - значение стабильности нуля расходомера (Zero stability), указанное в руководстве по эксплуатации для соответствующей модели; Q - текущее значение расхода;

[4] Т - температура рабочей среды, ºС

[5] При измерении расхода криогенных жидкостей с использованием исполнения для диапазонов рабочей среды от -196 до +150 ºС

Таблица 3 – Метрологические и технические характеристики

Первичный преобразователь (датчик)	Promass Q	Promass X	Promass O	Promass H
Количество измерительных трубок, форма	Две изогнутые	четыре изогнутые	Две изогнутые	одна изогнутая
Диаметры условных проходов, мм	25, 40, 50, 80, 100, 150, 200, 250	300, 350, 400	80, 100, 150, 250	8, 15, 25, 40, 50
Диапазон измерений массового расхода жидкости, т/ч	от 0,04 до 3080	от 8,2 до 4100	от 0,36 до 2200	от 0,02 до 70
Диапазон измерений массового расхода газа, т/ч, где $\rho_{газа}$ (кг/м^3) - плотность газа при рабочих условиях; χ (кг/м^3)[1)]	$\frac{(0{,}04 \ldots 3080) \times \rho_{газа}}{\chi}$	$\frac{(8{,}2 \ldots 4100) \times \rho_{газа}}{\chi}$	$\frac{(0{,}36 \ldots 2200) \times \rho_{газа}}{\chi}$	$\frac{(0{,}02 \ldots 70) \times \rho_{газа}}{\chi}$
Диапазон измерений объемного расхода жидкости (по воде при нормальных условиях), м^3/ч	от 0,04 до 3080	от 8,2 до 4100	от 0,36 до 2200	от 0,02 до 70
Диапазон измерений плотности, кг/м^3	от 500 до 1800			
Диапазон давления рабочей среды, МПа	от 0 до 10,0	от 0 до 10,0	от 0 до 25,0	от 0 до 10,0
Диапазон температуры рабочей среды, °С	от -50 до +205 (опция от -196 до +150)	от -50 до +180	от -40 до +205	от -50 до +205
Температура окружающего воздуха, °С	от -40 до +60 (от -50 до +60 опция; от -60 до +60 опция)			
Монтажная длина (с фланцами), мм	от 232 до 915	от 370 до 1951,2	от 402 до 1582	от 393 до 600
Масса, кг	от 6 до 29	от 9 до 398	от 24 до 269	от 8 до 13

Первичный преобразователь (датчик)	Promass Q	Promass X	Promass O	Promass H
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера с преобразователем 300/500, Δ %[3]: - массового расхода и массы жидкости,	±0,10;±0,05 (±0,20;±0,25)[2] ±0,35[6]	±0,10;±0,05 (±0,20;±0,25)[2]	±0,10;±0,05 (±0,20;±0,25)[2]	±0,10
- массового расхода и массы газа,	±0,35	±0,35	±0,35	±0,5
- объемного расхода и объема жидкости	±0,10 (±0,20;±0,25)[2]	±0,10 (±0,20;±0,25)[2]	±0,10 (±0,20;±0,25)[2]	±0,10
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера с преобразователем 300/500 после имитационной поверки, %: - массового расхода и массы жидкости, - массового расхода и массы газа, - объемного расхода и объема жидкости	±0,30 ±0,70 ±0,30	±0,30 ±0,70 ±0,30	±0,30 ±0,70 ±0,30	±0,30 ±1,00 ±0,30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности жидкости, кг/м^3: - после полевой калибровки - после стандартной калибровки (опция при заказе) - после специальной калибровки (опция при заказе) - после имитационной поверки	- ±0,2[4] - ±10	±0,5 ±10 ±1 ±25	±0,5 ±10 ±1 ±25	±0,5 ±20 ±2 ±50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, ºС	±(0,1+0,003·T)[5]	±(0,5+0,005·T)[5]		
Выходной сигнал: - токовый (вход/выход), мА - имп., импульс/с; част, Гц; релейный, В - цифровой	от 4 до 20 до 10000; до 12500; 30 HART, WirelessHART, PROFIBUS PA/DP, FOUNDATION Fieldbus, Modbus RS485, EtherNet/IP, PROFINET			
Электропитание, В: переменного тока, частотой от 45 до 65 Гц постоянного тока	от 85 до 260 от 19 до 30			
Температура транспортировки и хранения, °С	от -50 до +80; (от -60 до +80 опция)			
Средний срок службы, лет	20			

Первичный преобразователь (датчик)	Promass Q	Promass X	Promass O	Promass H
Наработка на отказ, лет, не менее	55			

Примечания: [1] χ - определяется в руководстве по эксплуатации для соответствующей модели и диаметра расходомера;

[2] При поверке согласно МИ 3151-2008 или МИ 3272-2010;

[3] при $Q < (Z_s / \Delta) \cdot 100$ (кг/ч), погрешность определяется по формуле $\pm (Z_s/Q) \cdot 100$ %, где Zs - значение стабильности нуля расходомера (Zero stability), указанное в руководстве по эксплуатации для соответствующей модели; Q - текущее значение расхода;

[4] для температурного диапазона от +20 до +60 °С. За пределами данного диапазона абсолютная погрешность увеличивается на 0,015 кг/(м^3·°С);

[5] Т - температура рабочей среды, °С;

[6] При измерении расхода криогенных жидкостей с использованием исполнения для диапазонов рабочей среды от -196 до +150 ºС.

Знак утверждения типа
наносится на корпус расходомера методом наклейки и на титульные листы эксплуатационной документации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
Расходомер массовый в составе: первичный преобразователь электронный преобразователь	Promass A/E/F/H/I/O/P/Q/S/X 300/500	1 шт.	В соответствии с заказом
Принадлежности: - модем HART, - преобразователь сигнала HART HMX50, - модуль дисплея A309, A310, - блок выносного дисплея с удалением от ЭП, - защитный козырек	 FXA195-* 71063562 XPD0031-* DKX0001-* 71343504, 71343505	1 шт.	В соответствии с заказом
Руководство по эксплуатации		1 экз.	Для соответствующего исполнения расходомера
Паспорт		1 экз.	
Методика поверки		1 экз.	На партию

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к расходомерам массовым Promass (модификации Promass 300, Promass 500)

ГОСТ 8.142-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости

ГОСТ 8.510-2002 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений объема и массы жидкости

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия

Техническая документация фирмы-изготовителя.

Изготовитель

Фирма Endress+Hauser Flowtec AG, Швейцария
Адрес: Kaegenstrasse 7, 4153 Reinach/BL, Switzerland
Тел./факс: +41 61 715-61-11/+41 61 711-09-89
E-mail: info@flowtec.endress.com

Производственные площадки:

Endress+Hauser Flowtec AG, Швейцария
Адрес: Kaegenstrasse 7, 4153 Reinach BL 1, Switzerland
Тел.: +41 61 715 61 11
Факс: +41 61 711 09 89

Endress+Hauser Flowtec AG, Франция
Адрес: 35, rue de l'Europe, 68700 Cernay, France
Тел.: +41 61 715 61 11
Факс:+41 61 715 66 99

Endress+Hauser Flowtec (China) Co. Ltd
Адрес 1: No. 465, Suhong Zhong Lu SIP, 215021 Suzhou, P.R. China
Тел.: +86 512 625 80208
Факс: +86 512 625 81061
Адрес 2: Jiang-Tian-Li-Lu, No. 31, Suzhou industrial Park (SIP), 215126, Suzhou, P.R. China
Тел.: +86 512 625 80911

Endress+Hauser Flowtec (India) Pvt. Ltd., Индия
Адрес: M 171-176, MIDC Waluj, Aurangabad - 431136, Maharashtra, India
Тел.: +91 240 256 3600
Факс: +91 240 255 5179

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46
Тел./факс: +7 (495)437-55-77 / 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 26.07.2013

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП, хранится в системе электронного документооборота Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 029D109B000BAE27A64C995DDB060203A9
Кому выдан: Лазаренко Евгений Русланович
Действителен: с 27.12.2021 до 27.12.2022

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ (ФГУП "ВНИИМС")

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП "ВНИИМС"
_____Н.В. Иванникова

"07" 07 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ МАССОВЫЕ PROMASS (МОДИФИКАЦИИ PROMASS 300, PROMASS 500)

Методика поверки
МП 208-020-2017

МОСКВА

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящий документ распространяется на расходомеры массовые Promass (модификации Promass 300, Promass 500) (далее расходомеры) фирмы Endress+Hauser Flowtec AG (Швейцария), при использовании их в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок при выпуске из производства и после ремонта.

1.2 Интервал между поверками – не более 5 лет.

1.3 Методика описывает два метода поверки: проливной и имитационный.

1.4 Для первичной поверки может использоваться только проливной метод поверки.

1.5 Имитационный метод может использоваться только для поверки расходомера по массовому расходу (массе), объемному расходу (объему) и плотности.

1.6 Для периодической поверки допускается использование проливного или имитационного метода поверки. Метод поверки выбирается пользователем расходомера, исходя из экономических факторов и особенностей технологического процесса в месте установки расходомера.

2. ПРОЛИВНОЙ МЕТОД ПОВЕРКИ

2.1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:
- внешний осмотр, п.2.6.1.
- проверка идентификационных данных ПО, п.2.6.2.
- проверка герметичности, п.2.6.3.
- опробование, п.2.6.4.
- определение метрологических характеристик расходомера, п.2.6.5.

2.1.2 При применении расходомера в составе систем измерений количества и показателей качества нефти, нефтепродуктов и жидких углеводородов на месте эксплуатации поверка может быть проведена согласно методикам "Преобразователи массового расхода. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователем плотности. МИ 3151-2008", утвержденной ФГУП "ВНИИР" 03.10.2008 или "Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности. МИ 3272-2010", утвержденной ФГУП "ВНИИМС" 15.03.2010. В этом случае выполняются только те действия, которые предусмотрены в данных методиках.

2.2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.2.1 При проведении поверки применяют следующие эталоны и испытательное оборудование:

2.2.2 При операциях п.2.6.3 гидравлический пресс с контрольным манометром классом точности не более 0,4.

2.2.3 При определении метрологических характеристик применяют следующие эталоны и вспомогательное оборудование:

- рабочий эталон единицы расхода 1-ого или 2-ого разряда по ГОСТ 8.142-2013 и ГОСТ 8.510-2002;
- источник постоянного тока напряжением 24 В, переменного тока 220 В частотой 50 Гц;
- электронный счетчик импульсов амплитудой до 50 В и частотой от 0 до 10 кГц;
- миллиамперметр постоянного тока для измерений в диапазонах от 0/4 до 20 мА с погрешностью ±0,05 %;
- термометр жидкостной стеклянный по ГОСТ 28498-90 с ценой деления 0,1 °С, погрешностью ±0,2 °С и диапазоном измерений температуры соответствующим контрольным точкам при выполнении операции п.2.6.5.5;
- термометр цифровой прецизионный DTI-1000, пределы допускаемой абсолютной погрешности: ±0,031 °С в диапазоне температур от минус 50 °С до плюс 400 °С;
- ареометр с диапазоном измерений плотности от 500 до 2000 кг/м^3 по ГОСТ 18481-81 и погрешностями измерений ±0,5; ±1 кг/м^3;
- автоматический плотномер-рабочий эталон единицы плотности 1-го разряда по ГОСТ 8.024-2002 с диапазоном измерений от 300 до 1300 кг/м^3 и погрешностями измерений не более 0,1 кг/м^3 в диапазоне температур от +20 °С до +50 °С;
- государственные стандартные образцы плотности жидкостей с погрешностью ±0,00005 г/см^3: РЕП-1 (ГСО8579-2004), РЭП-5 (ГСО 8583-2004) и РЭП-8 (ГСО 8102-2002);
- стандартные образцы вязкости жидкостей с диапазоном измерений вязкости от 0,4 до 1100 мПа·с по ГОСТ 8.025 и относительной погрешностью ±1,5 %;
- психрометр аспирационный для измерения влажности в диапазоне от 30 до 90 %.

2.2.4 В случае проведения поверки по МИ 3151-2008 и МИ 3272-2010 применяют средства поверки, указанные в данных методиках поверки.

2.2.5 При определении метрологических характеристик допускается соотношение погрешностей проверяемого параметра поверяемого расходомера и поверочной установки менее 3:1 при условиях поверки, указанных в п. 2.6.5.1.

2.2.6 Используемые эталоны должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства о поверке или сертификат калибровки.

2.2.7 Допускается применение аналогичных указанным в п.2.2.3. средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

2.3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.3.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности действующими на поверочной установке;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонов, испытательного оборудования и поверяемого расходомера приведенными в эксплуатационной документации.

2.3.2 Монтаж электрических соединений должен производиться в соответствии с ГОСТ 12.3.032 и "Правилами устройства электроустановок" (раздел VII).

2.3.3 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", изучивших руководство по эксплуатации на расходомер и настоящий документ.

2.4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

2.4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- поверочные среды - вода водопроводная, керосин, нефть, бензин, дизтопливо, минеральное масло и т.п.;
- температура окружающего воздуха 20 ±5 °С;
- температура измеряемой среды от +15 до +50 °С, при этом изменение температуры во время измерения не должно превышать 0,5 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 107 кПа.

При поверке расходомера Promass Q 300/500 по плотности с использованием автоматических плотномеров дополнительно соблюдают условия:

- изменение плотности среды в процессе измерений при поверке не более 0,1 кг/м^3 в течение 5 мин;
- изменение температуры среды в процессе измерений при поверке не более 0,1 °С в течение 5 мин;
- изменение давления среды в процессе измерений при поверке не более 0,05 МПа в течение 5 мин.

2.4.2 В случае проведения поверки по МИ 3151-2008 и МИ 3272-2010 соблюдают условия поверки, указанные в данных методиках поверки.

2.5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

2.5.1 Поверяемый расходомер монтируют на поверочной установке и подготавливают к работе согласно руководству по эксплуатации поверяемого расходомера или поверяют на месте эксплуатации без демонтажа с помощью эталонного поверочного оборудования, отвечающего по точности требованиям п. 2.2.3.

2.5.2 Проводят проверку токового выхода. Для этого задают в ячейке "проверка токового выхода" ("simulation current") не менее трёх из имеющихся токовых значений в произвольном порядке.

Абсолютную погрешность Δ_i по токовому сигналу рассчитывают по формуле

$$\Delta i = |Is| - |Ip| \ , \qquad (1)$$

где

I_P - значение тока на выходе расходомера в мА;

I_S – проверочное значение тока в мА,

Расходомер считают выдержавшим проверку по токовому выходу, если значение погрешности не превышает значения допустимой абсолютной погрешности токового сигнала

$$|\Delta i| \le |\Delta' i| \qquad (2)$$

где

Δ'_i - значение допустимой абсолютной погрешности токового сигнала расходомера, указанно в руководстве по эксплуатации соответственно его исполнению.

2.5.3 Проводят проверку частотного выхода. Для этого задают в ячейке "проверка частотного сигнала" ("simulation frequency") не менее трёх из имеющихся значений частоты в произвольном порядке.

Расходомер считают выдержавшим проверку по частотному выходу, если значение частоты на выходе расходомера совпадает с заданным.

Примечания:

1) При выполнении операций поверки, единицы измерений физических величин у поверочной установки, эталонов и у поверяемого расходомера должны быть одинаковы;

2) При выполнении операций поверки допускается проводить определение метрологических характеристик согласно пункту 2.6.5 данной методики только тех каналов (масса и массовый расход, объем и объемный расход, плотность, вязкость, температура), которые используются при эксплуатации расходомера.

2.6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

2.6.1 Внешний осмотр.

2.6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- на расходомере отсутствуют механические повреждения, препятствующие его применению;
- надписи и обозначения на расходомере четкие и соответствуют требованиям эксплуатационной документации.
- комплектность расходомера, соответствует указанной в документации;
- соответствие исполнения расходомера его маркировке.

2.6.1.2 Расходомер не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

2.6.2 Проверка идентификационных данных ПО.

2.6.2.1 При запуске расходомера номера версий программного обеспечения должны:

- выводиться на экран преобразователя путем следующих команд в меню прибора Diagnostics → Device info → Firmware version (Диагностика → Информация о приборе → Версия программного обеспечения);
- отображаться в программном обеспечении FieldCare в следующем разделе Diag-

nostics → Device information → Firmware version (Диагностика → Информация о приборе → Версия программного обеспечения).

Номера версий ПО также должны отображаться на дисплее преобразователя при его включении как неактивные, не подлежащие изменению, в случае наличия дисплея у данного исполнения Promass.

2.6.2.2 Результаты проверки считаются положительными, если отображаются следующие идентификационные данные программного обеспечения, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Promass 300 Promass 500
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01.yy.zz
Цифровой идентификатор ПО	не отображается

2.6.3 Проверка герметичности.

2.6.3.1 Проверку герметичности проводят путем создания в полости первичного преобразователя расходомера давления не менее 0,5 МПа. Время выдержки под давлением не менее 15 мин.

2.6.3.2 Расходомер считают выдержавшим проверку, если в течение 15 минут не наблюдалось просачивания жидкости/воздуха, запотевания сварных швов и снижения давления.

2.6.4 Опробование.

2.6.4.1 Опробуют расходомер на поверочной установке путем увеличения/уменьшения расхода жидкости в пределах рабочего диапазона измерений.

2.6.4.2 Результаты опробования считают удовлетворительными, если при увеличении/уменьшении расхода жидкости соответствующим образом изменялись показания на дисплее расходомера, на мониторе компьютера, контроллера, выходной измерительный сигнал/сигналы.

2.6.5 Определение метрологических характеристик

2.6.5.1 Погрешность расходомера при измерении массы определяют сравнением значений массы, измеренных расходомером с показаниями поверочной установки не менее, чем в трех точках $j \geq 3$, соответствующих $0{,}05Q_{max}$, $0{,}06\ldots0{,}1\ Q_{max}$, $0{,}15\ldots0{,}5\ Q_{max}$, где Q_{max} – максимальный предел измерений расходомера (для Ду>100 мм допускается $0{,}03Q_{max}\ldots0{,}05Q_{max}$, $0{,}06Q_{max}\ldots0{,}9Q_{max}$, $0{,}1Q_{max}\ldots0{,}2Q_{max}$; для Ду<8 допускается $0{,}05\ldots0{,}3Q_{max}$, $0{,}5\ldots0{,}6Q_{max}$, $0{,}7\ldots0{,}9Q_{max}$). Допускается определение метрологических характеристик в трех точках рабочего диапазона: при минимальном (Q_{min}^{p}), среднем ($0{,}5*(Q_{min}^{p}+ Q_{max}^{p})$) и максимальном ($Q_{max}^{p}$) значениях расхода. Число измерений в каждой точке не менее пяти $i \geq 5$, при допустимом отклонении установленного массового расхода Q_m от контрольных точек ±3 %. На заданном массовом расходе проводят измерение массы жидкости;

- среднее квадратичное отклонение (далее - СКО) результатов определений коэффициентов коррекции для точек расхода в рабочем диапазоне $S^{MF}_{диап}$, рассчитанное по формуле (3), не превышает 0,02 %

$$S_{диап}^{MF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{MF_{ij} - \overline{MF_j}}{\overline{MF_j}}\right)^2}{\sum n_j - 1}} \cdot 100 \le 0{,}02\%, \qquad (3)$$

где

Σn_j – суммарное количество измерений в рабочем диапазоне;

m – количество точек разбиения рабочего диапазона;

MF_{ij} – коэффициент коррекции измерений массы при i-м измерении в j-й точке расхода, рассчитанный по формуле (4);

$\overline{MF_j}$ - среднее арифметическое значение коэффициента коррекции в j-й точке расхода, вычисленное по формуле (5)

$$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{рэ}}{M_{ij}^{мас}}, \qquad (4)$$

где

$M_{ij}^{рэ}$ - значение массы рабочей жидкости для i-го измерения в j-й точке, полученное в результате измерений рабочего эталона;

$M_{ij}^{мас}$ - значение массы рабочей жидкости для i-го измерения в j-й точке, полученное в результате измерений поверяемым расходомером

$$\overline{MF_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ij}}{n_j} \qquad (5)$$

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

$$\delta_{ij} = \frac{M_{ij}^{мас} - M_{ij}^{рэ}}{M_{ij}^{рэ}} \cdot 100\%, \qquad (6)$$

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение его погрешности при измерении массы в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой погрешности δ'_{ij}:

$$\delta'_{ij} = \pm(0{,}05...0{,}15)\% \qquad (7)$$

где

±(0,05...0,15) % - значение погрешности при измерении массы, указанное в руководстве по эксплуатации и соответствующее расходомеру

Т.е. выполняется условие - $|\delta_{ij}| \le |\delta'_{ij}|$.

<u>Примечание</u>:

– при положительном результате поверки по измерению массы, расходомер признают годным для измерений массового расхода и массового дозирования;

– при положительном результате поверки по измерению массы для расходомера в исполнении для диапазона рабочей среды от -196 до +150 °С, данное исполнение расходомеров признают годным для измерений массы и массового расхода криогенных жидкостей с погрешностью ±0,35 %;

– при использовании импульсного выхода пересчитывают измеренную расходомером массу по формуле

$$M_{ij}^{мас} = N_{ij} \cdot q\,, \qquad (8)$$

где

N_{ij} - количество импульсов наработанных расходомером за время измерений массы;

q – цена импульса расходомера при измерении массы.

– при поверке расходомера по объему выполняют действия, аналогичные п. 2.6.5.1. При этом при расчете относительной погрешности по формуле (6) вместо величин $M_{ij}^{рэ}$ и $M_{ij}^{мас}$ используют $V_{ij}^{рэ}$ и $V_{ij}^{мас}$,

где $V_{ij}^{рэ}$ - значение объема рабочей жидкости для i-го измерения в j-й точке, полученное в результате измерений рабочего эталона;

$V_{ij}^{мас}$ - значение объема рабочей жидкости для i-го измерения в j-й точке, полученное в результате измерений поверяемым расходомером;

– при положительном результате поверки по измерению объема, расходомер признают годным для измерений объемного расхода и объемного дозирования.

2.6.5.2 Погрешность расходомеров при измерении массы объемными установками определяют сравнением значений массы, измеренной расходомером и пересчитанной исходя из измеренных объема и плотности на поверочной установке. Массу, измеренную поверочной установкой вычисляют по формуле

$$M_{ij}^{у}=V_{ij}^{у}\cdot\rho_{ij}\,, \qquad (9)$$

где

$V_{ij}^{у}$ – объем жидкости, измеренный установкой, м^3;

ρ_{ij} – плотность жидкости при i-м измерении в j-й точке расхода, кг/м^3, измеренная автоматическим плотномером-рабочим эталоном плотности 1-го разряда по ГОСТ 8.024-2002 и погрешностями измерений не более 0,1 кг/м^3 в диапазоне температур от +20 до +50 °С. Значения измеренной плотности должны быть приведены к рабочим условиям поверочной жидкости, протекающей через расходомер с учетом коэффициентов объемного расширения и сжимаемости для данного типа поверочной жидкости.

Измерения проводят не менее, чем в трех точках j≥3, соответствующих 0,05Q_{max}, 0,06…0,1 Q_{max}, 0,15…0,5 Q_{max}, где Q_{max} – максимальный предел измерений расходомера (для Ду>100 мм допускается 0,03Q_{max}…0,05Q_{max}, 0,06Q_{max}…0,9Q_{max}, 0,1Q_{max}…0,2Q_{max}; для Ду<8 допускается 0,05…0,3Q_{max}, 0,5…0,6Q_{max}, 0,7…0,9Q_{max}). Допускается определение метрологических характеристик в трех точках рабочего диапазона: при минимальном ($Q_{min}^{р}$), среднем (0,5*($Q_{min}^{р}$+ $Q_{max}^{р}$)) и максимальном ($Q_{max}^{р}$) значениях расхода. Число измерений в каждой точке не менее пяти i≥5, при допустимом отклонении установленного массового расхода Q_{ij}^{m} от контрольных точек ±3 %.

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

$$\delta_{ij}^{m} = \frac{M_{ij}^{p} - M_{ij}^{y}}{M_{ij}^{y}} \cdot 100\%, \qquad (10)$$

где

M_{ij}^{y} - масса жидкости, измеренная установкой при установленном массовом расходе Q_{ij}^{m};

M_{ij}^{p} - масса жидкости, измеренная расходомером, т.е. показания расходомера на дисплее, мониторе компьютера/контроллера в единицах измерений массы.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение его погрешности при измерении массы в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой погрешности $\delta_{ij}'^{m}$

$$\delta_{ij}'^{m} = \pm(0{,}05...0{,}15)\% \qquad (11)$$

где

±(0,05...0,15) % - значение погрешности при измерении массы, указанное в руководстве по эксплуатации и соответствующее расходомеру

Т.е. выполняется условие - $|\delta_{ij}^{m}| \leq |\delta_{ij}'^{m}|$.

Примечания:

– при положительном результате поверки по измерению массы, расходомер признают годным для измерений массового расхода;

– данный способ поверки не распространяется для расходомеров в исполнении для диапазона рабочей среды от -196 до +150 °С;

– при использовании импульсного выхода пересчитывают измеренную расходомером массу по формуле (8).

2.6.5.3 Абсолютную погрешность расходомеров по плотности определяют в соответствии с пунктами пп.2.6.5.3.1-2.6.5.3.4 в зависимости от модификации расходомера и наличия соответствующего эталона для поверки.

2.6.5.3.1 Абсолютную погрешность расходомеров Promass A/E/F/H/I/O/P/Q/S/X 300/500 при измерении плотности определяют сравнением по показаниям дисплея, монитора компьютера, контроллера с показаниями ареометра в рабочем диапазоне измерений плотности. Для этого берут пробу поверочной среды на выходном участке трубопровода, заливают в сосуд с ареометром и определяют её плотность. Число измерений не менее двух.

Абсолютную погрешность измерений плотности Δ_n в каждой точке при каждом измерении рассчитывают по формуле

$$\Delta_n = \rho_p - \rho_\partial \ , \qquad (12)$$

где

ρ_p – значение плотности измеренное расходомером, кг/м^3;

$\rho_\partial = \dfrac{\rho_a}{1 + \alpha(t - t_a)}$ – значение плотности, кг/м^3, измеренное ареометром и приведенное к температуре, измеренной расходомером t;

ρ_a – плотность жидкости, кг/м^3, измеренная ареометром при температуре жидкости во время измерений t_a, °С;

α - коэффициент объемного расширения жидкости, 1/°С.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение абсолютной погрешно-

сти измерений плотности Δ_n в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допустимой абсолютной погрешности измерений плотности, указанного в таблице 2 и соответствующее его исполнению (±1...±20) кг/м^3.

Примечание. Операция поверки расходомера по плотности может быть проведена как на поверочной установке, так и без демонтажа на месте эксплуатации.

Таблица 2

Первичный преобразователь	E	F/X/O	I	A/H	S/P	Q
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности жидкости, кг/м^3:						
- после полевой калибровки	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	-
- после стандартной калибровки (опция при заказе)	±20	±10	±20	±20	±10	±0,2*
- после специальной калибровки (опция при заказе)	-	±1	±4	±2	±2	-

* – для температурного диапазона от +20 до +60 °С. За пределами данного диапазона абсолютная погрешность увеличивается на 0,015 кг/(м^3·°С).

2.6.5.3.2 Абсолютную погрешность расходомеров при поверке с использованием государственных стандартных образцов плотности жидкостей определяют сравнением показаний расходомера с дисплея, монитора компьютера, контроллера со значениями плотности образцов в рабочем диапазоне измерений плотности. Для этого берут стандартный образец плотности жидкости и заполняют данной средой полость расходомера, установленного на трубопроводе. Создают скорость потока в трубопроводе не менее 0,2 м/с. После чего проводят измерения плотности стандартного образца при помощи расходомера. Число измерений не менее двух.

Абсолютную погрешность измерений плотности Δ_s в каждой точке при каждом измерении рассчитывают по формуле

$$\Delta_s = \rho_p - \rho_s \ , \qquad (13)$$

где

ρ_p – значение плотности измеренное расходомером;

ρ_s – значение плотности государственных стандартных образцов плотности жидкостей при температуре и давлении процесса во время измерений данного параметра расходомером.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение абсолютной погрешности измерений плотности Δ_s в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности, указанного в таблице 2 и соответствующее его исполнению (±0,2...±20) кг/м^3.

2.6.5.3.3 Абсолютную погрешность расходомеров при поверке с использованием автоматических плотномеров-рабочих эталонов определяют сравнением показаний расходомера с дисплея, монитора компьютера, контроллера с показаниями автоматических плотномеров в рабочем диапазоне измерений плотности. Измерение плотности проводится в следующем порядке. Устанавливается скорость потока в трубопроводе перед расходомером не менее 0,2 м/с. При достижении условий п. 2.4.1., проводят измерение плотности поверяемым и эталонным средствами, а также температуры и давления процесса. Чис-

ло измерений не менее трех.

Абсолютную погрешность измерений плотности Δ_a в каждой точке при каждом измерении рассчитывают по формуле

$$\Delta_a = \rho_p - \rho_a \ , \qquad (14)$$

где

ρ_p – значение плотности измеренное расходомером, кг/м^3;

ρ_a – результат измерений плотности рабочим эталоном, кг/м^3, приведенный по температуре и давлению к условиям измерений поверяемого расходомера по формуле соответствующей характеристикам рабочей жидкости.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение абсолютной погрешности измерений плотности Δ_a в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности, указанного в таблице 2 и соответствующее его исполнению (±0,2...±20) кг/м^3.

2.6.5.3.4 Абсолютную погрешность расходомера Promass Q 300/500 при поверке с использованием пикнометров определяют согласно методике, “Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации. МИ 2816-2012”.

При этом абсолютная погрешность расходомера, вычисленная по формуле (15) для каждого измерения плотности при поверке расходомера, не должна превышать ±0,20 кг/м^3.

$$\Delta\rho = \rho_{t,p} - \rho_{Пприв,} \qquad (15)$$

где

$\rho_{t,p}$ - плотность, измеренная расходомером при температуре и давлении поверки, кг/м^3;

$\rho_{Пприв}$ - результат измерения плотности эталонным средством измерения, приведенный к температуре продукта в расходомере, кг/м^3.

2.6.5.4 Абсолютную погрешность расходомера при измерении вязкости определяют сравнением по показаниям дисплея, монитора компьютера, контроллера со значениями вязкости стандартных образцов вязкости жидкостей в рабочем диапазоне измерений вязкости. Для этого берут стандартный образец вязкости жидкости и заполняют данной средой полость расходомера, после чего проводят измерения вязкости стандартного образца при помощи расходомера. Число измерений не менее двух.

Относительную погрешность измерений плотности Δ_η в каждой точке при каждом измерении рассчитывают по формуле

$$\Delta_\eta = \eta_p - \eta_\partial \ , \qquad (16)$$

где

η_p – значение вязкости, измеренное расходомером;

η_∂ – значение вязкости стандартного образца вязкости жидкости при температуре процесса t_o = 20 °С.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение относительной погрешности измерений вязкости Δ_η в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении вязкости η

ньютоновской жидкости, рассчитанной по формуле

$$\pm(5+0{,}5/\eta), \qquad (17)$$

где

η - значение вязкости, измеренное расходомером.

Примечание. Операция поверки расходомера по вязкости может быть проведена как на поверочной установке, так и без демонтажа на месте эксплуатации.

2.6.5.5 Абсолютную погрешность измерений температуры определяют сравнением показаний дисплея, монитора компьютера/контроллера с показаниями эталонного термометра в рабочем диапазоне измерений температуры. Для этого рядом с местом установки расходомера в поверочную среду погружают термометр и проводят не менее двух измерений температуры.

Абсолютную погрешность измерений температуры Δ_t в каждой точке при каждом измерении рассчитывают по формуле

$$\Delta t = t_p - t_T, \qquad (18)$$

где

t_p – значение температуры измеренное расходомером,

t_T – значение температуры измеренное термометром.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение абсолютной погрешности измерений температуры Δt в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры, рассчитанной для Promass A/E/F/H/I/O/P/S/X по формуле

$$\Delta' t \leq \pm 0{,}5 \pm 0{,}005 t_T, \qquad (19)$$

для Promass Q по формуле

$$\Delta' t \leq \pm 0{,}1 \pm 0{,}003 t_T, \qquad (20)$$

где

t_T – значение температуры измеренное термометром, в °С.

Т.е. выполняется условие - $|\Delta t| \leq |\Delta' t|$.

Примечание. Операция поверки расходомера по температуре может быть проведена как на поверочной установке, так и без демонтажа на месте эксплуатации.

2.6.5.6 При положительных результатах поверки на жидкой среде расходомер признают годным к измерениям на газовых и криогенных рабочих средах с метрологическими характеристиками, указанными в описании типа соответственно исполнению расходомера. По окончании поверки проводят перенастройку прибора, в соответствии с параметрами настройки, указанными в руководстве по эксплуатации.

2.7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

2.7.1 Результаты поверки оформляют протоколами по формам, указанным в приложении А.

При поверке согласно п.2.1.2 данной методики оформление результатов поверки проводится в соответствии с указаниями, изложенными в соответствующей методике (МИ 3151-2008 или МИ 3272-2010).

2.7.2 Положительные результаты поверки оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

В свидетельстве о поверке делают ссылку на документ, на основании которого выполнена поверка:

- на данную методику, если поверка проводилась без использования методик, упомянутых в пункте 2.1.2 данной методики;
- на МИ 3151-2008 или МИ 3272-2010, указанные в пункте 2.1.2 данной методики, если поверка проходила с использованием этих методик.

2.7.3 При отрицательных результатах поверки выписывается "Извещение о непригодности к применению" в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815.

3. ИМИТАЦИОННЫЙ МЕТОД ПОВЕРКИ

3.1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1.1 Имитационный метод поверки расходомеров массовых Promass (модификации Promass 300, Promass 500) состоит из следующих операций:

- внешний осмотр, п. 3.6.1;
- проверка идентификационных данных ПО расходомера п. 3.6.2;
- контроль метрологических характеристик, п. 3.6.3.

Примечание: имитационный метод поверки распространяется на все модели расходомеров массовых Promass (модификации Promass 300, Promass 500) за исключением низкотемпературного исполнения датчика, предназначенного для измерения расхода криогенных жидкостей с допустимым диапазоном температуры рабочей среды от -196 до +150 °С.

3.2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.2.1 Для контроля метрологических характеристик расходомера применяют следующее оборудование:

- программное обеспечение с функцией Heartbeat Verification, которое должно быть активировано в расходомере;
- частотомер электронно-счетный Ч3-49А амплитудой до 50 В и частотой от 0 до 10 кГц (для расходомеров с частотно-импульсным выходным сигналом).

3.2.2 Персональный компьютер с возможностью подключения к расходомеру при помощи USB или Ethernet интерфейса (см. руководство по эксплуатации) или мобильное устройство или планшет с точкой доступа по WI-FI и веб-браузером.

3.3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.3.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности действующими на месте эксплуатации расходомера,
- правилами безопасности по эксплуатации поверяемого расходомера, приведенными в соответствующих руководствах по эксплуатации.

3.3.2 Монтаж электрических соединений должен проводиться в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и "Правилами устройства электроустановок" (раздел VII).

3.3.3 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", изучивших руководство по эксплуатации расходомера.

3.3.4 К поверке допускают лиц, изучивших инструкцию по применению технологии Heartbeat™ или прошедших информационный семинар по работе со встроенной в расходомере технологией Heartbeat™ с подтверждением соответствующим свидетельством, выданным компанией ООО "Эндресс+Хаузер".

3.4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 0 до 30 °С;
- температура процесса (при поверке без демонтажа) от 0 до 80 °С;
- атмосферное давление от 86 до 107 кПа;
- давление процесса избыточное (при поверке без демонтажа) от 0 до 1,5 МПа;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

3.5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

3.5.1 Имитационную поверку расходомера допускается проводить без демонтажа с трубопровода и остановки технологического процесса.

3.5.2 Перед началом поверки выполняют электрическое подключение поверяемого расходомера к персональному компьютеру одним из способов, описанных в руководстве по эксплуатации расходомера, или беспроводное удаленное подключение персонального компьютера, мобильного устройства или планшета согласно руководству по эксплуатации.

3.5.3 Выполняют активацию программного обеспечения с функцией Heartbeat Verification, если в коде прибора отсутствует опция функции Heartbeat Verification. Активация функции проводится при помощи настроек прибора в разделе Setup→Advanced setup→Enter access code (Настройка→Расширенная настройка→Ввести код доступа).

3.5.4 Если поверяемый расходомер установлен во взрывоопасной зоне, предусмотренной модификацией прибора, то допускается удаленное подключение к нему персонального компьютера, мобильного устройства или планшета согласно руководству по эксплуатации.

3.5.5 При поверке расходомера с частотным/импульсным выходным сигналом выполняется электрическое подключение частотомера к соответствующим выходам расходомера по схемам, указанным в Приложении Б.

3.5.6 Выходной токовый сигнал поверяемого расходомера должен быть подключен в систему сбора информации или замкнут при помощи проводника тока во время поверки.

3.6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.6.1 Внешний осмотр.

3.6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают, что:

– на расходомере отсутствуют механические повреждения, препятствующие его применению;

– надписи и обозначения на паспортной табличке расходомера соответствуют требованиям эксплуатационной документации;

– комплектность расходомера соответствует указанной в документации;

– исполнение расходомера соответствует его маркировке.

3.6.1.2 Расходомер, не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

3.6.2 Проверка идентификационных данных ПО расходомера происходит в соответствии с пунктом см. п. 2.6.2. данной методики. Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения дополнительно сравнивается со значением Firmware version в pdf отчете, формируемом в соответствии с инструкцией по применению технологии Heartbeat™.

3.6.3 Контроль метрологических характеристик.

3.6.3.1 С помощью функции (Diagnostics → Heartbeat → Performing verification → Start verification) (Диагностика → Heartbeat → Выполнение проверки → Начало проверки), в соответствии с инструкцией по применению технологии Heartbeat™, в расходомере инициируется процедура самоповерки, в ходе которой контролируется следующие параметры:

Исправность электронных элементов первичного преобразователя:

- чувствительных элементов (параметры Inlet pickup coil, Outlet pickup coil, Pickup coil symmetry);
- датчика измерения температуры измерительных трубок (параметр Measuring tube temperature sensor);
- датчика измерения температуры корпуса первичного преобразователя (параметр Carrier tube temperature sensor);
- катушки возбуждения колебаний (параметр Frequency lateral/torsion mode);

Дрейф электромеханических характеристик первичного преобразователя:

- Целостность первичного преобразователя (параметр Sensor integrity или HBSI)

– относительное изменение целостности первичного преобразователя в процентах от начального состояния, включая электрические, механические и электромеханические модули (измерительные трубки, электродинамические чувствительные элементы, система возбуждения колебаний измерительных трубок, электрические цепи);

Дрейф характеристик электронного преобразователя измерительных сигналов:

- дрейф референсного напряжения, встроенного в модуль цифровой обработки сигнала (параметр Supply voltage);
- дрейф частоты кварцевого генератора, встроенного в модуль цифровой обработки измерительных сигналов (параметр Reference clock);
- дрейф нулевой точки (параметр Zero point tracking);
- стабильность величины сопротивления встроенного образцового резистора (параметр Reference temperature);
- дрейф характеристик модуля формирования аналогового выходного сигнала (параметр I/O module).
- Контроль условий процесса (System status): температура среды, текущее значение расхода, температура электроники и т.д.

Примечание:

При отрицательных результатах проверки параметра контроля условий процесса (System status) выполняется следующий порядок действий:

- идентификация кода ошибки в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор;

- допускается повторное проведение п. 3.6.3.1 после устранения причин ошибки.

3.6.3.2 Результаты поверки считаются положительными, если в отчете о поверке, формируемом программой Heartbeat™ (Verification report, см. Приложение В), результаты контроля параметров расходомера отображаются в виде (Passed) (Пройдено), и значение параметра Sensor integrity (HBSI, Целостность сенсора), отображаемого в диалоговом окне программы FieldCare, не превышает ±1 %.

3.6.3.3 При положительных результатах имитационной поверки расходомеры признают годными к измерениям массового расхода и массы жидкости и газа, объемного расхода, объема и плотности жидкости с погрешностью, указанной в таблице 3.

Таблица 3

Первичный преобразователь	E	F/X	I/A/H	Q	S/P/O
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров Promass 300, Promass 500 при имитационной поверке, %					
- массового расхода и массы жидкости;	±0,45	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30
- массового расхода и массы газа;	±1,50	±0,70	±1,00	±0,70	±1,00
- объемного расхода и объема жидкости.	±0,45	±0,30	±0,30	±0,30	±0,30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности жидкости, кг/м^3	±50	±25	±50	±10	±25

3.7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

3.7.1 Согласно руководству по эксплуатации и инструкции по применению технологии Heartbeat™, происходит сохранение результатов, формируемых в виде отчета в pdf файле.

Отчет (см. Приложение В), который является протоколом поверки, выводят на печать.

3.7.2 Положительные результаты поверки оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

3.7.3 При отрицательных результатах поверки выписывается "Извещение о непригодности к применению" в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815.

Начальник отдела 208 ФГУП "ВНИИМС" _____ Б. А. Иполитов

Начальник сектора ФГУП "ВНИИМС" _____ В. И. Никитин

Представитель фирмы ООО "Эндресс+Хаузер" _____ А.С. Гончаренко

Приложение А
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ поверки расходомера массового Promass _____ .

Серийный номер _____
Ду, мм _____
Применяемый диапазон измерений по расходу, т/ч _____
Средства поверки _____

Результаты поверки

2.5 Заключение по подготовке к поверке _____
2.6.1 Заключение по внешнему осмотру _____
2.6.2 Заключение по проверке ПО _____
2.6.3 Заключение по проверке герметичности _____
2.6.4 Заключение по опробованию _____

2.6.5.1 Определение погрешности измерений массы, δ_{ij}.

Массовый расход, [т/ч]	Измерение	Показания расходомера по измеренной массе $M^{мас}_{ij}$, [т]	Показания поверочной установки $M^{рэ}_{ij}$, [т]	Средне квадратичное отклонение $S^{MF}_{диап}$, [%]	Значение относительной погрешности δ_{ij}, [%]	Значение допускаемой погрешности δ'_{ij}, [%]
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	…					
	…					
	…					
	…					
	…					

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ( ) "____" _____

ПРОТОКОЛ поверки расходомера массового Promass _____ .

Серийный номер _____
Ду, мм _____
Применяемый диапазон измерений по расходу, $м^3/ч$ _____
Средства поверки _____

Результаты поверки

2.5 Заключение по подготовке к поверке _____
2.6.1 Заключение по внешнему осмотру _____
2.6.2 Заключение по проверке ПО _____
2.6.3 Заключение по проверке герметичности _____
2.6.4 Заключение по опробованию _____

2.6.5.1 Определение погрешности измерений объема, δ_{ij}.

Объемный расход, [$м^3/ч$]	Измерение	Показания расходомера по измеренному объему $V^{мас}_{ij}$, [$м^3$]	Показания поверочной установки $V^{рэ}_{ij}$, [$м^3$]	Среднее квадратичное отклонение $S^{MF}_{диап}$, [%]	Значение относительной погрешности δ_{ij}, [%]	Значение допускаемой погрешности δ'_{ij}, [%]
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	…					
	…					
	…					
	..					
	…					

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ( ) "____ " _____

ПРОТОКОЛ поверки расходомера массового Promass _____ .

Серийный номер _____
Ду, мм _____
Применяемый диапазон измерений по расходу, т/ч _____
Средства поверки _____

Результаты поверки

2.5 Заключение по подготовке к поверке _____
2.6.1 Заключение по внешнему осмотру _____
2.6.2 Заключение по проверке ПО _____
2.6.3 Заключение по проверке герметичности _____
2.6.4 Заключение по опробованию _____

2.6.5.2 Определение погрешности измерений массы, δ_{ij}^{m}

Массовый расход, [т/ч]	Измерение	Показания расходомера по измеренной массе M_{ij}^{p}, [т]	Показания поверочной установки M_{ij}^{y}, [т]	Значение относительной погрешности δ_{ij}^{m}, [%]	Значение допускаемой погрешности $\delta_{ij}^{'m}$, [%]
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	…				
	…				
	…				
	…				
	…				
	…				

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ( ) "____" _____

ПРОТОКОЛ поверки расходомера массового Promass _____ .

Серийный номер _____
Ду, мм _____
Поверяемый параметр _____
Средства поверки _____

Результаты поверки

2.5 Заключение по подготовке к поверке _____
2.6.1 Заключение по внешнему осмотру _____
2.6.2 Заключение по проверке ПО _____
2.6.3 Заключение по проверке герметичности _____
2.6.4 Заключение по опробованию _____

2.6.5.3 Определение абсолютной погрешности измерений плотности $\Delta_п$, [кг/дм^3]

Измере-ние	Значение плотности измеренное расходомером $\rho_р$, [кг/дм^3]	Значение плотности измеренное эталоном , [кг/дм^3]	Абсолютная погрешность $\Delta_п$, [кг/дм^3]
1			
2			

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ( ) «____ «_____

ПРОТОКОЛ поверки расходомера массового Promass _____ .

Серийный номер _____
Ду, мм _____
Поверяемый параметр _____
Средства поверки _____

Результаты поверки

2.5 Заключение по подготовке к поверке _____
2.6.1 Заключение по внешнему осмотру _____
2.6.2 Заключение по проверке ПО _____
2.6.3 Заключение по проверке герметичности _____
2.6.4 Заключение по опробованию _____

2.6.5.4 Определение абсолютной погрешности измерений вязкости Δ_η , [мПа·с]

Измере-ние	Значение вязкости измеренное расходомером $\eta_р$, [мПа·с]	Значение вязкости стандартных образцов жидкости $\eta_д$, [мПа·с]	Абсолютная погрешность Δ_η , [мПа·с]
1			
2			

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ( ) «____ « _____

ПРОТОКОЛ поверки расходомера массового Promass _____

Серийный номер _____
Ду, мм _____
Поверяемый параметр _____
Средства поверки _____

Результаты поверки

2.5 Заключение по подготовке к поверке _____
2.6.1 Заключение по внешнему осмотру _____
2.6.2 Заключение по проверке ПО _____
2.6.3 Заключение по проверке герметичности _____
2.6.4 Заключение по опробованию _____

2.6.5.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры Δ_t [°C]

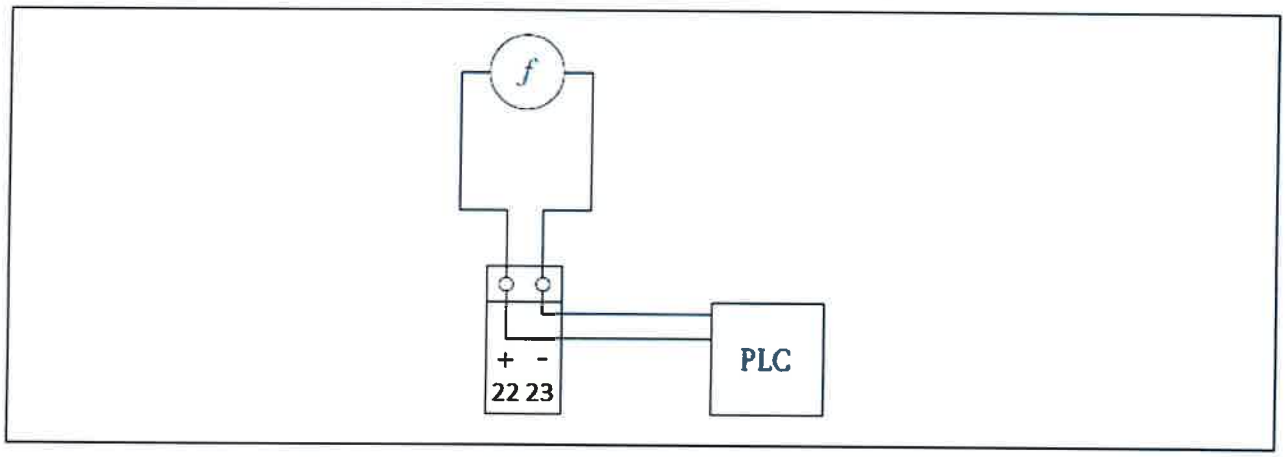
Измерение	Значение температуры, измеренное расходомером t_p , [°C]	Значение температуры, измеренное термометром t_T , [°C]	Абсолютная погрешность Δ_t , [°C]	Значение допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанной по формуле Δ'_t , [°C]
1				
2				

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ( ) "____" _____

Приложение Б

Схема подключения к расходомеру с частотным/импульсным выходным сигналом частотомера и контроллера



22, 23 – клеммы частотно-импульсного выходного сигнала расходомера;
f – частотомер;
PLC – контроллер

Приложение В

Verification Report Promass 300

Endress+Hauser
People for Process Automation

Plant Operator: ----------

Device Information

Location	----------
Device tag	Promass
Module name	C300
Nominal diameter	DN25 / 1"
Device name	Promass 300
Order code	8Q3B25-11J4/0
Serial number	LB12EE02000
Firmware version	01.00.02

Heartbeat Technology

Calibration

Calibration factor	0.82453
Zero point	-16

Verification Information

Operating time (counter)	0d05h23m55s
Date/time (manually recorded)	17.01.17 16:26
Verification ID	3

Overall verification result

Passed	Details see next page

*Result of the complete device functionality test via Heartbeat Technology

Confirmation

Heartbeat Verification verifies the function of the flowmeter within the specified measuring tolerance, over the useful lifetime of the device, with a total test coverage > 94 %, and complies with the requirements for traceable verification according to DIN EN ISO 9001:2008 - Section 7.6 a.

Notes

Date	Operator's Signature	Inspector's Signature

Verification Report Promass 300

Endress+Hauser
People for Process Automation

Plant Operator: _____

Device Identification and Verification Identification	
Serial number	LB12EE02000
Device tag	Promass
Verification ID	3

Heartbeat Technology

Sensor		**Passed**
Inlet pickup coil		Passed
Outlet pickup coil		Passed
Measuring tube temperature sensor		Passed
Carrier tube temperature sensor		Passed
Pickup coil symmetry		Passed
Frequency lateral mode		Passed
Frequency torsion mode		Passed
HBSI		**Passed**
Sensor electronic module (ISEM)		**Passed**
Supply voltage		Passed
Zero point tracking		Passed
Reference clock		Passed
Reference temperature		Passed
System status		**Passed**
I/O module		**Passed**
Input/output 1	26-27 (I/O 1)	Passed
Input/output 2	24-25 (I/O 2)	Passed
Input/output 3	22-23 (I/O 3)	Passed

Verification Report Promass 300

Endress+Hauser
People for Process Automation

Plant Operator: ----------

Device Identification and Verification Identification

Serial number	LB12EE02000
Device tag	Promass
Verification ID	3

Heartbeat Technology

Test item with value	Unit	Actual	Min.	Max.	Visualization
Sensor					
Pickup coil symmetry	%	-2.0691		25.0	
Frequency lateral mode	Hz	311.328	185.000	350.000	
Frequency torsion mode	Hz	1904.08	1100.00	2250.00	
HBSI					
HBSI	%	-0.1095			
Sensor electronic module (ISEM)					
Supply voltage Vin	V	29.738	0.000	35.000	
Supply voltage 5.0V	V	4.971	4.700	5.200	
Supply voltage -25.0V	V	-2.452	-3.000	-1.500	
Supply voltage 12.0V	V	12.034	11.000	13.000	
Supply voltage -12.0V	V	-11.889	-13.000	-11.000	
Supply voltage 3.3V	V	3.319	3.000	3.500	
Zero point tracking		-45.459		1000	
Reference clock	ppm	3.1250			
Reference temperature	Ohm	-0.1508	-55.0	250.0	
System status					

Verification Report Promass 300

Endress+Hauser
People for Process Automation

Test item with value	Unit	Actual	Min.	Max.	Visualization
I/O module					
Output 1 actual value 1		0.0122	-0.1400	0.1400	
Output 1 actual value 2		0.0000	0.0000	0.0000	
Output 2 actual value 1		1.0000	0.9995	1.0005	
Output 2 actual value 2		0.0000	0.0000	0.0000	
Output 3 actual value 1		1.0000	0.9995	1.0005	
Output 3 actual value 2		0.0000	0.0000	0.0000	

Verification Report Promass 300

Endress+Hauser
People for Process Automation

Plant Operator: _____

Device Identification and Verification Identification	
Serial number	LB12EE02000
Device tag	Promass
Verification ID	3

Heartbeat Technology

Test item with value	Unit	Actual
Reference conditions		
Mass flow verification value	kg/h	-0.7630
Density verification value	kg/m?	1.1074
Damping verification value		168.3658
Process temperature verification value	°C	25.6835
Electronic temperature	°C	35.4917

Приложение Г

Year:	17	
Month:	January	
Day:	17	d
Hour:	16	h
Minute:	55	min
Verification mode:	External verification	
External device information :	Ч3-86	
Start verification:	Frequency output 1	
Progress:	100	%
Measured values:	10000,0000	Hz
Output values:	10000,0000	Hz
Status:	Done	
Overall result:	Passed	