

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

февраля 20 15 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

ГСИ

**Расходомеры ультразвуковые «Вымпел-500» исполнений «01» и «02»**

Методика поверки

ВМПЛ1.456.005 МП

и.р.60367-15

Москва

2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....	3
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	4
4. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	4
5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ .....	5
6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
6.1 Внешний осмотр.....	5
6.2 Опробование .....	6
6.3 Определение погрешностей измерительных каналов расходомера.....	7
6.4 Определение погрешности преобразования значения расхода газа в частотный сигнал.....	9
6.5 Определение погрешности измерения расхода и объема газа проливным методом.....	10
6.6 Поверка расходомера проливным методом на объекте.....	13
6.7 Имитационная поверка .....	14
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А.Схема поверки расходомера проливным методом на объекте.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.Протокол поверки.....	17

Настоящая методика распространяется на расходомеры ультразвуковые «Вымпел-500» конструктивных исполнений «1» и «2» (далее - расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Основная область применения расходомеров – коммерческий и технологический учет природного и других газов.

Интервал между поверками – 4 года.

## 1. Операции поверки

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	+	+
Опробование	6.2	+	+
Определение погрешностей измерительных каналов расходомера	6.3	+	+
Определение погрешности преобразования значения расхода газа в частотный сигнал	6.4	+	+
Определение погрешности измерения объемного расхода газа*			
Проливным методом	6.5	+	+
Проливным методом на объекте	6.6	-	+
Имитационным методом	6.7	+	+
Определение погрешности измерения расхода и объёма газа, приведенных к стандартным условиям	6.8	+	+

\*– выбор метода определения метрологических характеристик при проведении поверки определяется заказчиком с учётом следующего ограничения:

Для расходомеров с относительной погрешностью измерения расхода газа не более  $\pm 0,3\%$  поверка проводится на поверочной установке на природном газе с относительной погрешностью не более  $\pm 0,17\%$ .

Для расходомеров с относительной погрешностью измерения расхода газа  $\pm 0,5\%$  поверка проводится на поверочной установке, работающей на природном газе или воздухе, с относительной погрешностью не более  $\pm 0,3\%$ .

Для расходомеров с относительной погрешностью измерения расхода газа  $\pm 0,7\%$  допускается имитационная поверка.

## **2. Средства измерений, используемые при поверке**

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений (СИ):

- поверочные установки (ПУ) с погрешностью измерения расхода  $\pm 0,17\%$ ,  $\pm 0,3\%$  и диапазоном расходов от 30 до 45000 м<sup>3</sup>/час;
- калибратор давления СРН 6400 с эталонными датчиками давления;
- магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737. Класс точности 0,02/2·10<sup>-6</sup>, сопротивление до 11111,111 Ом (№ 6332-77в Государственном реестре средств измерений);
- штангенциркуль ГОСТ 166-89 ШЦ-III-315-0,1 (№41095-09в Государственном реестре средств измерений);
- частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/3, относительная погрешность измерения интервала времени  $\pm 1 \cdot 10^{-7} \%$  (№32359-06 в Государственном реестре средств измерений);
- компьютер с установленной терминальной программой (программа поставляется в комплекте с расходомером).

2.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается использовать другие средства измерений, если они по своим метрологическим характеристикам не хуже указанных в п.2.1.

## **3. Требования безопасности**

3.1. При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности при эксплуатации используемых при поверке средств измерений, приведенными в их эксплуатационной документации;
- ПБ 08-624-2003 Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности.

3.2. К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, изучившие эксплуатационную документацию на средства измерений, используемые при поверке и настоящий документ.

3.3. Монтаж и демонтаж расходомера должен производиться при неработающей поверочной установке и отсутствии избыточного давления в измерительной линии.

3.4. Заземление электрооборудования должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030-81.

## **4. Условия проведения поверки**

4.1 В поверочных установках со счетчиками объема используется природный газ или воздух.

4.2 Давление природного газа или воздуха должно быть не более рабочего давления поверяемого расходомера и определяться технологическими возможностями поверочной установки.

4.3 При проведении поверки на поверочной установке соблюдают нормальные условия по ГОСТ 8.395:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| - рабочая среда                         | газ известного состава или воздух |
| - температура среды, °С                 | 20 ±5;                            |
| - температура окружающего воздуха *, °С | 20 ±5;                            |

- относительная влажность окружающего воздуха, % 30...80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
- изменение температуры среды за время поверки, °С, не более 2.

\* - При проведении поверки расходомера имитационным методом без снятия с измерительной линии или на поверочной установке, работающей на природном газе допускается проведение поверки при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 55 °С.

4.4 Тряска, вибрация, удары, а также внешние электрические и магнитные поля (кроме земного) отсутствуют.

4.5 Средства измерений, используемые для поверки, и расходомер перед поверкой должны быть выдержаны во включенном состоянии не менее времени, указанного в их эксплуатационной документации.

4.6 Все средства измерений, применяемые в составе расходомера (датчики температуры, давления), должны иметь действующие свидетельства о поверке и/или оттиск поверительного клейма.

## **5. Подготовка к поверке**

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

5.1. Проверяют выполнение условий, изложенных в разделах 2.3,4.

5.2. Подготавливают к работе поверяемый расходомер и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.3 При проведении операций поверки проливным методом по п. 6.5:

5.3.1 Длина прямолинейного входного участка должна быть не менее двадцати условных диаметров (20 Ду), при наличии струевыпрямителя – не менее 10Ду, длина прямолинейного выходного участка должна быть не менее 3 Ду.

5.3.2 После монтажа расходомера проверяют герметичность первичного преобразователя поверяемого расходомера, задвижек и соединительных трубопроводов.

5.3.3 Стабилизируют температуру среды в поверяемом расходомере и эталонном СИ. Для этого пропускают рабочую среду через ПУ и расходомер в течение 30 минут до стабилизации её температуры.

## **6. Проведение поверки**

### **6.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида расходомера и его составных частей требованиям эксплуатационной документации, комплектность;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность расходомера;
- резьбы на соединительных элементах (разъемах) - не должны иметь сорванных ниток и забоин;
- наличие маркировок на составных частях и соответствие сведений, указанных на них, параметрам, указанным в формуляре;
- наличие пломбировочных чашек на элементах, предназначенных для пломбирования расходомера.

## 6.2 Опробование

6.2.1 Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее ПК), с установленной на нем терминальной программой или непосредственно при помощи встроенного интерфейса дисплея расходомера.

6.2.2 В режиме измерений наблюдают за показаниями давления, температуры, расхода и объёма газа, даты и текущего времени по индикатору расходомера и дисплею компьютера. Проверяют конфигурационные параметры на соответствие их паспорту измерительного узла или варианту исходных данных.

6.2.3 Опробование проводится при тех же условиях окружающей среды, что и поверка расходомера.

6.2.4 Проверку общей работоспособности расходомера проводят путем проверки отсутствия индикации ошибок на его показывающем устройстве (дисплее). Кроме того, контролируют объемный расход и объем газа на показывающем устройстве (дисплее) расходомера, а также наличие импульсов на выходе расходомера. Для этого, изменяя расход измеряемой среды через расходомер в пределах его диапазона измерений, следят за показаниями объемного расхода и изменениями прошедшего объема на дисплее расходомера.

6.2.5 Результаты проверки работоспособности расходомера считают положительными, если индикация ошибок на дисплее расходомера отсутствует, значения расхода на дисплее и частота следования импульсов с выхода расходомера увеличиваются (уменьшаются) при увеличении (уменьшении) расхода среды, а значения объема среды возрастают.

6.2.4 Процедура подтверждения соответствия программного обеспечения (ПО) расходомера включает в себя следующее:

- определение идентификационного наименования ПО;
- определение номера версии ПО;
- определение цифрового идентификатора (контрольной суммы) ПО.

При включении расходомера на встроенный индикатор выводится наименование ПО и номер версии. Цифровой идентификатор (контрольная сумма) определяется при подключении расходомера к компьютеру с установленной терминальной программой.

Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные в ходе выполнения процедуры данные (идентификационное наименование ПО, номер версии ПО, цифровой идентификатора (контрольной суммы) ПО), соответствуют данным, указанным в описании типа расходомера:

Идентификационные данные (признаки)	Значение
1	2
Идентификационное наименование ПО	fmeb-005
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0
Цифровой идентификатор ПО	1dfd804f (CRC32)

Примечание.

1. Номер версии ПО зависит от модели расходомера. Допускается обновление ПО, не приводящее к изменению его метрологических характеристик, при согласовании действий с заводом изготовителем.

эксплуатирующей расходомер организацией и региональным ЦСМ. Дополнительная поверка расходомера после обновления ПО не требуется при наличии сертификата на ПО.

2. Цифровой идентификатор (контрольная сумма) зависит от версии ПО и особенности конкретной модификации расходомера. Возможно отслеживание целостности ПО по значениям контрольной суммы, предоставленным заводом изготовителем для конкретного счётчика.

### 6.3 Определение погрешностей измерительных каналов расходомера

6.3.1 Перед операцией поверки необходимо предварительно провести коррекцию нулевого сигнала по каналу давления, для чего необходимо:

- 1) соединить штатный датчик давления расходомера с калибратором давления и задать давление, равное верхнему пределу измерения данного датчика (датчик эталонного калибратора должен быть такого же типа, как и штатный датчик расходомера);
- 2) выдержать датчик под этим давлением в течение двух минут;
- 3) сбросить давление до атмосферного, выдержать три минуты.
- 4) Открыть терминальную программу. В поле «Барометрическое давление» будет отображаться некоторое значение давления.
- 5) Если датчик измеряет абсолютное давление, то в поле «Барометрическое давление» необходимо вписать атмосферное давление, измеренное калибратором, со знаком «минус». После этого нажать кнопку «Обнуление давления». После обнуления в поле «Барометрическое давление» записать «0» и нажать кнопку «Записать параметры».
- 6) Если датчик измеряет избыточное давление, то необходимо насосом калибратора увеличить давление до некоторой величины, при которой в поле «Барометрическое давление» будет отображаться небольшое (близкое к нулю) положительное значение. После этого в поле «Барометрическое давление» необходимо вписать результат измерения давления калибратором, со знаком «минус». После этого нажать кнопку «Обнуление давления». После обнуления в поле «Барометрическое давление» записать «0» и нажать кнопку «Записать параметры». Сбросить давление.

6.3.2 Для определения погрешности измерения по каналу абсолютного/избыточного давления необходимо:

- 1) К штатному датчику давления расходомера подсоединить калибратор давления с соответствующим по типу и диапазону эталонным датчиком давления.
- 2) В пределах диапазона измерений датчика давления расходомера выбрать 5 значений давления  $P_{ном,i}$  и последовательно задать их с помощью калибратора, контролируя по эталонному датчику. Для каждого из 5 выбранных значений  $P_{ном,i}$  давления фиксируются действительные значения  $P_{зад,i}$  (по эталонному датчику) и результаты измерений давления  $P_{изм,i}$  (по датчику расходомера).
- 3) Приведенную погрешность канала абсолютного/избыточного давления для каждого выбранного значения рассчитывают по формуле:

$$\gamma_{pi} = [(P_{изм,i} - P_{зад,i})/P_{пр}] \times 100\%, \quad (1)$$

где  $\gamma_{pi}$  – приведенная погрешности-го измерения, %;

$P_{зад,i}$  –  $i$ -ое значение давления, заданное с помощью эталонного калибратора;

$P_{изм,i}$  –  $i$ -й результат измерения с помощью датчика расходомера;

$P_{пр}$  – верхний предел измерения датчика расходомера.

- 4) Полученные по формуле (1) значения приведённой погрешности не должны превышать границ (в %), определяемых выражением:

$$\gamma_{\max} = \pm(0,01+0,2(P_{\text{ном},i}/P_{\text{пр}})) \quad (2)$$

6.3.3 Для определения абсолютной погрешности преобразования сопротивления термопреобразователя в температуру необходимо:

- 1) Вместо датчика температуры подключить к электронному блоку расходомера магазин сопротивлений.
- 2) Исходя из диапазона измерений температуры расходомера, выбирают 5 значений температуры. Далее, в соответствии с ГОСТ 6651-2009, с помощью магазина сопротивлений последовательно задают 5 значений сопротивления, соответствующих выбранным значениям температуры. Для каждого из 5 измерений фиксируются: действительное значение температуры  $t_{\text{зад}i}$ , соответствующее заданному значению сопротивления, и температура  $t_{\text{изм}i}$ , измеренная расходомером.
- 3) Абсолютную погрешность преобразования сопротивления термопреобразователя в температуру для каждого выбранного значения температуры (сопротивления) рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_i = t_{\text{изм}i} - t_{\text{зад}i} \quad (3)$$

где

$t_{\text{изм}i}$  –  $i$ -ый результат измерения температуры расходомером;

$t_{\text{зад}i}$  –  $i$ -ое действительное значение температуры, соответствующее по ГОСТ 6651-2009 заданному значению сопротивления.

Для каждого заданного ( $i$ -го) значения сопротивления делают по 3 измерения температуры расходомером, затем находят соответственно 3 значения абсолютной погрешности и среднюю абсолютную погрешность.

Результаты поверки считаются положительными, если средняя абсолютная погрешность преобразования сопротивления термопреобразователя в температуру для каждого выбранного значения температуры (сопротивления) не превышает границ погрешности, указанных в руководстве по эксплуатации расходомера.

6.3.4 Определение относительной погрешности вычисления электронным блоком расходомера объёмного расхода, приведённого к стандартным условиям.

В режиме эмуляции, с помощью терминальной программы задаются 5 комбинаций параметров, приведённых в таблице 2.

Таблица 2.

№ комбинации	Объёмный расход в рабочих условиях $Q_{\text{раб}}$ ( $Q_{\text{min}}$ , $Q_{\text{max}}$ – границы диапазона измерений расхода)	Абсолютное давление $P_{\text{раб}}$ , ( $P_{\text{min}}$ , $P_{\text{max}}$ – границы диапазона измерений давления)	Температура измеряемой среды ( $T_{\text{раб}}$ ) ( $T_{\text{min}}$ , $T_{\text{max}}$ – границы диапазона измерений температуры)
1	$Q_{\text{min}}$	$P_{\text{min}}$	$T_{\text{min}}$
2	$0,25Q_{\text{max}}$	$0,3P_{\text{max}} + 0,7P_{\text{min}}$	$0,3T_{\text{max}} + 0,7T_{\text{min}}$
3	$0,5Q_{\text{max}}$	$0,5P_{\text{max}} + 0,5P_{\text{min}}$	$0,5T_{\text{max}} + 0,5T_{\text{min}}$
4	$0,75Q_{\text{max}}$	$0,7P_{\text{max}} + 0,3P_{\text{min}}$	$0,7T_{\text{max}} + 0,3T_{\text{min}}$
5	$Q_{\text{max}}$	$P_{\text{max}}$	$T_{\text{max}}$

Примечание:

Допускается задавать иные значения давления, расхода и температуры, достаточно равномерно распределённые в диапазонах измерений соответствующих каналов приборов.

Объёмный расход газа, приведённый к стандартным условиям рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{стан}} = Q_{\text{раб}} \cdot \frac{P_{\text{раб}}}{P_{\text{стан}}} \cdot \frac{T_{\text{стан}}}{T_{\text{раб}}} \cdot \frac{1}{k_{\text{сж}}}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{см}} = 101,325$  кПа,  $T_{\text{см}} = 293,15^{\circ}\text{К}$

$k_{\text{сж}}$  - коэффициент сжимаемости газа определяется по ГОСТ 30319.2 «Газ природный. Методы расчёта физических свойств».

Для расчёта коэффициента сжимаемости природного газа применяются методы NX19 мод. и GERG-91 мод. Коэффициент сжимаемости воздуха – по табличным данным ГСССД.

При каждой комбинации параметров из таблицы 2 измеренные (вычисленные по формуле (4) электронным блоком расходомера) значения объёмного расхода  $Q_{\text{выч}}$  регистрируются по индикатору прибора или компьютера.

Относительную погрешность вычисления объёмного расхода среды для каждой комбинации параметров из таблицы 2 рассчитываются по формуле:

$$\delta Q_i = [(Q_{\text{выч}i} - Q_{\text{расч}i})/Q_{\text{расч}i}] \times 100, \quad (5)$$

где  $Q_{\text{расч}i}$  - значения объёмного расхода (опорные значения), при каждой комбинации параметров из таблицы 2, вычисленные по формуле (4) вручную, либо с помощью сертифицированных программных комплексов.

Результаты поверки считаются положительными, если ни одно значение погрешности не превышает границ погрешности, указанных в руководстве по эксплуатации расходомера.

#### 6.3.5 Коррекция нулевого сигнала по каналу измерения расхода

Перед операцией первичной поверки необходимо предварительно произвести коррекцию нулевого сигнала (обнулить скорость) по каналу измерения расхода с помощью терминальной программы. При этом преобразователь расхода необходимо заглушить с двух сторон заглушками и выдержать в течении 15 минут перед коррекцией.

### 6.4 Определение погрешности преобразования значения расхода газа в частотный сигнал

Погрешность определяют при пяти значениях расхода в рабочих условиях:

$Q_{\text{мин}}, 0,25Q_{\text{макс}}, 0,5Q_{\text{макс}}, 0,75Q_{\text{макс}}, Q_{\text{макс}}$ .

К частотному выходу расходомера подключают частотомер. С помощью терминальной программы вводят в режиме эмуляции значение расхода в расходомер, считывают значение расхода в рабочих условиях  $Q_{\text{изм}}$  по индикатору расходомера или дисплею компьютера, а значение частоты  $F_{\text{изм}}$  - по показанию частотомера.

Определяют расчётное значение частоты:

$$F_{\text{расч}} = F_{\text{макс}} Q_{\text{изм}} / Q_{\text{макс}} \quad (6)$$

где  $F_{\text{макс}}, Q_{\text{макс}}$  - максимальные значения частоты (1000Гц) и объёмного расхода.

Вычисляют относительную погрешность расходомера по частотному выходу в каждой точке расхода:

$$\delta F = [(F_{\text{изм}} - F_{\text{расч}})/F_{\text{расч}}] \times 100\%, \quad (7)$$

Значения  $\delta F$  не должны превышать границ, указанных в руководстве по эксплуатации расходомера.

## 6.5 Определение погрешности измерения расхода и объёма газа проливным методом

6.5.1 Для расходомеров с границами относительной погрешности измерения расхода не более  $\pm 0,3\%$  определение погрешности измерения расхода и объёма газа проводится проливным методом на природном газе.

6.5.2 Для расходомеров с границами относительной погрешности  $\pm 0,5\%$  и более допускается проведение поверки проливным методом путем сличения результатов измерений объёма с аналогичными результатами, полученными СИ, имеющим границы относительной погрешности не более  $\pm 0,3\%$ .

6.5.3 Измерения проводятся при следующих номинальных значениях объемного расхода  $Q_i$ :  $Q_{\max}$ ;  $0,7Q_{\max}$ ;  $0,5Q_{\max}$ ;  $0,3 Q_{\max}$ ;  $0,1Q_{\max}$ . Допускается проводить измерения для произвольного числа номинальных значений расхода, равномерно распределенных по всему диапазону (но не менее 5 точек).

6.5.4 Для каждого номинального значения расхода проводят не менее 3-х измерений длительностью не менее 100 с. Результаты измерений объемного расхода, полученные по показаниям эталонного счётчика,  $Q_s$  приводят к условиям измерений поверяемым расходомером  $Q_{mg}$  по формуле\*:

$$Q_{mg} = \frac{P_s}{P_s - \Delta P_{sm}} \cdot \frac{T_m Z_m (P_s - \Delta P_{sm}; T_m)}{T_s Z_s (P_s; T_m)} \cdot \frac{Q_s}{1 + e_s}, \quad (8)$$

где  $P_s$ ,  $T_s$  - абсолютное давление и абсолютная температура на входе в эталонный счётчик;

$P_m$ ,  $T_m$  - абсолютное давление и абсолютная температура на входе в поверяемый расходомер;

$\Delta P_{sm} = P_s - P_m$  - перепад давления между эталонным и поверяемым счётчиками;

$Z_m$  и  $Z_s$  - факторы сжимаемости газа для рабочих условий поверяемого и эталонного счётчиков;

$Q_s$  - показания эталонного счётчика при измерении среднего объемного расхода, м<sup>3</sup>/час;

$e_s$  - отклонение (поправка) результатов измерений среднего расхода эталонным счётчиком от результатов измерений этого же расхода эталонным СИ, используемым при калибровке эталонного счётчика.

$$e_s = e_i \frac{Q_{s,i+1} - Q_s}{Q_{s,i+1} - Q_{s,i}} + e_{i+1} \frac{Q_s - Q_{s,i}}{Q_{s,i+1} - Q_{s,i}}$$

$$e_s = e(Q_s)$$

$Q_{s,i+1}$ ;  $Q_{s,i}$  - значения среднего расхода в узлах таблицы отклонений  $e_i$ ;  $i = 1, 2, \dots, m$ .

полученной при первичной калибровке эталонного счётчика.

\*Примечание. Как правило, программный комплекс поверочной установки приводит показания эталонного счётчика к условиям работы поверяемого расходомера автоматически, без необходимости выполнения ручных вычислений.

6.5.5 Внесение корректировочных коэффициентов в электронный блок расходомера

$\overline{(Q_{mg})}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{mgi})_j$  – среднее арифметическое действительных значений усреднённого объёмного расхода, воспроизводимых эталонным счётчиком в рабочих условиях поверяемого расходомера;

$\overline{(Q_m)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{mi})_j$  – среднее арифметическое результатов измерений усреднённого объёмного расхода поверяемым расходомером.

Корректировочный коэффициент вычисляется по формуле:

$$K_j = \frac{\overline{(Q_{mg})}_j}{\overline{(Q_m)}_j} \quad (9)$$

Результаты вычислений по формулам (8-9) и результаты измерений объёмного расхода заносятся в таблицу 3.

Таблица 3

Номинальное значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Действительные значения расхода, воспроизводимые эталонным СИ в рабочих условиях поверяемого расходомера, м <sup>3</sup> /ч	Результаты измерений объёмного расхода поверяемым расходомером, м <sup>3</sup> /ч	Значения корректировочного коэффициента
$\tilde{Q}_1$	$(Q_{mg1})_1$	$(Q_{m1})_1$	$K_1$
	$(Q_{mg2})_1$	$(Q_{m2})_1$	
	...	...	
	$(Q_{mgn})_1$	$(Q_{mn})_1$	
$\tilde{Q}_2$	$(Q_{mg1})_2$	$(Q_{m1})_2$	$K_2$
	$(Q_{mg2})_2$	$(Q_{m2})_2$	
	...	...	
	$(Q_{mgn})_2$	$(Q_{mn})_2$	
...	...	...	...
$\tilde{Q}_q$	$(Q_{mg1})_q$	$(Q_{m1})_q$	$K_q$
	$(Q_{mg2})_q$	$(Q_{m2})_q$	
	...	...	
	$(Q_{mgn})_q$	$(Q_{mn})_q$	

6.5.6 В каждой точке номинального расхода корректируют показания поверяемого расходомера умножением на рассчитанный корректировочный коэффициент  $K_j$ ,  $j=1,2,\dots,q$ . При этом получают исправленные результаты измерений объёмного расхода газа поверяемым расходомером  $(Q^r_{mi})_j$ ,  $i=1,2,\dots,n$ , для каждого номинального расхода  $\tilde{Q}_j$ ,  $j=1,2,\dots,q$ . Так же допускается применения полиномиальных корректировочных коэффициентов, определенных для каждого номинального значения расхода. Запись коэффициентов в память расходомера производится с помощью терминальной программы.

6.5.7 Для каждого номинального значения расхода  $\tilde{Q}_j$ ,  $j=1,2,\dots,q$ , рассчитывают абсолютные погрешности  $\Delta_{ij}$  измерений расхода газа поверяемым расходомером:

$$\Delta_{ij} = (Q^r_{mi})_j - (Q_{mgi})_j, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Находим СКО абсолютной погрешности измерений расхода газа поверяемым расходомером:

$$S_{\Delta_j}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta_{ij} - \bar{\Delta}_j)^2 \quad (11)$$

где 
$$\bar{\Delta}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_{ij} \quad (12)$$

Абсолютная погрешность поверяемого расходомера  $\Delta_j$ , установленная в результате выполнения приведённой последовательности действий на поверочной установке при заданном j-ом номинальном значении расхода, определяется выражением:

$$\Delta_j = \bar{\Delta} \pm t \sqrt{\left(\frac{\delta(\overline{Q_{mg}})_j}{100t_3}\right)^2 + S_{\Delta_j}^2} \quad (13)$$

где  $\delta$  – относительная погрешность поверочной установки, %;

$t_3 = 1,96$  – коэффициент Стьюдента, соответствующий бесконечному числу степеней свободы и доверительной вероятности  $p=0,95$  (при определении СКО абсолютной погрешности поверочной установки принимаем, что границы её относительной погрешности соответствуют доверительной вероятности 0,95);

$t$  – коэффициент Стьюдента, соответствующий числу степеней свободы  $n-1$  и доверительной вероятности  $p=0,95$ .

Полученные по формуле (13) границы абсолютной погрешности используют для расчёта границ относительной погрешности  $\delta_{nj}$  при каждом заданном j-ом номинальном значении расхода:

$$\delta_{nj} = \frac{\Delta_j}{(\overline{Q^r_m})_j} \quad (14)$$

где 
$$(\overline{Q^r_m})_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q^r_{mi})_j$$

6.5.8 Полученные значения относительной погрешности вносят в таблицу 4:

Таблица 4.

Номинальное значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Действительные значения расхода, воспроизводимые эталонным СИ в рабочих условиях поверяемого расходомера, м <sup>3</sup> /ч	Результаты измерений объёмного расхода поверяемым расходомером после коррекции, м <sup>3</sup> /ч	Относительные погрешности измерений объёмного расхода поверяемым расходомером, %
$\bar{Q}_1$	$(Q_{mg1})_1$	$(Q^r_{m1})_1$	$\delta_{n1}$
	$(Q_{mg2})_1$	$(Q^r_{m2})_1$	
	...	...	
	$(Q_{mgn})_1$	$(Q^r_{mn})_1$	
$\bar{Q}_2$	$(Q_{mg1})_2$	$(Q^r_{m1})_2$	$\delta_{n2}$
	$(Q_{mg2})_2$	$(Q^r_{m2})_2$	
	...	...	

	$(Q_{mgn})_2$	$(Q^r_{mn})_2$	
...	...	...	...
$\bar{Q}_q$	$(Q_{mg1})_q$	$(Q^r_{m1})_q$	$\delta_{пq}$
	$(Q_{mg2})_q$	$(Q^r_{m2})_q$	
	...	...	
	$(Q_{mgn})_q$	$(Q^r_{mn})_q$	

Расходомер считается прошедшим поверку, если установленные границы относительной погрешности  $\pm \delta_{пj}$  не превосходят границ погрешности, заявленных в руководстве по эксплуатации (формуляре) в соответствии с исполнением по точности ( $\pm 0,3\%$  или  $\pm 0,5\%$ ).

### 6.6 Поверка расходомеров проливным методом на объекте при погрешности измерения расхода в рабочих условиях $\pm 0,5\%$ и более

6.6.1 Для расходомеров с границами относительной погрешности  $\pm 0,5\%$  и более допускается проведение поверки проливным методом на объекте путем сличения результатов измерений расхода с результатами измерений этой же величины, полученных с помощью СИ, имеющего относительную погрешность не более  $\pm 0,3\%$ .

6.6.2 В качестве такого СИ можно использовать, например, ультразвуковой расходомер «Вымпел-500», имеющий границы относительной погрешности не более  $\pm 0,3\%$  в условиях работы поверяемого расходомера и имеющий действующее свидетельство о поверке (далее – эталон-переносчик).

6.6.3 Для поверки путём сличения результатов измерений расхода реализуется схема, представленная в Приложении А.

В соответствии со схемой монтируется байпасная линия ниже по потоку (на расстоянии не менее  $3D_u$ ) относительно поверяемого расходомера с установленным на ней эталоном-переносчиком и отсечными кранами 2 и 3. Длина прямого участка перед эталоном-переносчиком и перед поверяемым расходомером должна соответствовать требованиям п.5.3.1 данной методики.

При практической реализации схемы поверки методом сличения результатов измерений расхода на действующем узле учёта необходимо предусмотреть возможность измерения температуры и давления газа во входных сечениях поверяемого расходомера и эталона-переносчика.

При проведении поверки перекрывается кран 1 на основном трубопроводе и открываются краны на байпасной линии 2 и 3, реализуя схему последовательного включения поверяемого и эталонного расходомеров.

6.6.4 Проведение поверки расходомера осуществляется следующим образом:

На реально работающем трубопроводе выполняют три измерения объёмного расхода газа поверяемым расходомером и эталоном-переносчиком. Длительность каждого измерения не менее 100 с. Измерения проводятся в диапазонах измерений эталона-переносчика и поверяемого расходомера.

6.6.5 Результаты измерений объёмного расхода газа эталоном-переносчиком приводят к рабочим условиям поверяемого расходомера по формуле (8).

6.6.5 Расходомер считается прошедшим поверку, если выполняется неравенство:

$$|\overline{Q_m} - \overline{Q_{mg}}| \leq \frac{\delta_n \overline{Q_m} - \delta_s \overline{Q_{mg}}}{100} \quad (15)$$

где

$\overline{Q_m} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 Q_{mi}$  - среднее арифметическое действительных значений усреднённого объёмного расхода поверяемого расходомера;

$\overline{Q_{mg}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 Q_{mgi}$  - среднее арифметическое действительных значений усреднённого объёмного расхода, воспроизводимых эталоном-переносчиком в рабочих условиях поверяемого расходомера;

$\delta_s$  и  $\delta_n$  - относительные погрешности (в %) эталона-переносчика и поверяемого расходомера, заявленные в технической документации на эти СИ ( $\delta_s < \delta_n$ ).

### 6.7 Имитационная поверка

6.7.1 Применение имитационного способа возможно как на снятом с трубопровода расходомере, так и без его снятия с измерительной линии.

6.7.2 Имитационный метод может применяться для поверки расходомеров с границами относительной погрешности определения расхода газа  $\pm 0,5\%$  и более.

6.7.3 При проведении имитационной поверки снятого с трубопровода расходомера его помещают в отдельное помещение, герметично закрывают со стороны фланцев и в проточную часть закачивают при атмосферном давлении неагрессивный газ известного состава, например, воздух. Выдерживают в течении 3 час при стабильной температуре окружающей среды и атмосферном давлении.

Так же расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей и должен находиться на достаточном удалении от источников тепла, так как эти факторы могут привести к неравномерному нагреву корпуса расходомера и возникновению внутри него конвекционных потоков.

Далее подключают расходомер к компьютеру с установленной терминальной программой и проводят измерения скорости звука, температуры и скорости потока газа. Проверяют стабильность температуры в течении 30 мин. За указанный интервал времени изменение температуры газа не должно превышать  $2^0$  С. Поверка начинается, когда изменение в течении 15 мин усреднённого для каждого акустического пути (канала) значения скорости звука не будет превышать  $0,2$  м/с.

Для каждого акустического канала измерения скорости звука выполняют 3-5 раз в течении 15 мин с осреднением полученных результатов.

Результаты измерений скорости звука сравнивают с расчётной скоростью звука, вычисляемой согласно ГСССД МР 112-03 (для воздуха).

Результаты поверки считаются положительными, если для каждого канала измеренная скорость потока газа не превышает  $0,006$  м/с, а результаты измерений скорости звука, соответствующие акустическим путям, отличаются от её расчётного значения не более чем, на  $\pm 0,3\%$ . Взаимные абсолютные отклонения скоростей звука по акустическим каналам должны быть не более  $\pm 0,3$  м/с.

6.7.4 Проведение имитационной поверки расходомера без снятия его с измерительной линии возможно только в том случае, если отрезок трубопровода с расходомером может быть перекрыт с обеих сторон от расходомера, чтобы полностью исключить внутри него течение газа.

После перекрытия запорной арматуры из изолированного участка с расходомером частично стравливают газ, так чтобы давление на участке с расходомером отличалось от рабочего на 5-10%. Контролируют давление на участке с расходомером. Изменение давления свидетельствует о наличии протечек в запорной арматуре. В этом случае необходимо выбрать другой способ поверки расходомера.

Поверку проводят при рабочем давлении и стабильной температуре окружающей среды. Расходомер и участки трубопровода до запорной арматуры (но не менее 10Ду) должны быть закрыты от попадания солнечных лучей, осадков и источников тепла.

Перед проведением поверки проверяется стабилизация температуры – допускается изменение в пределах 2 °С за 15 мин. Так же проверяется стабилизация скорости звука по каналам – допускается её изменение для каждого канала в пределах  $\pm 0,2$  м/с за 15 мин.

Далее подключают расходомер к компьютеру с установленной терминальной программой и проводят измерения скорости звука и скорости потока газа. Эти измерения проводят 3-5 раз в течение 15 мин с осреднением полученных результатов.

Измеренная скорость звука сравнивается со скоростью звука, определяемой в соответствии с положениями ГОСТ 30319-1-96.

Результаты поверки считаются положительными, если для каждого канала измеренная скорость потока газа не превышает 0,006 м/с, а результаты измерений скорости звука, соответствующие акустическим путям, отличаются от её расчётного значения не более чем, на  $\pm 0,3\%$ . Взаимные абсолютные отклонения скоростей звука по каналам должны быть не более  $\pm 0,3$  м/с.

## **7. Оформление результатов**

7.1. Результаты поверки заносят в протоколы по форме приложения Б данной методики.

7.2. При положительных результатах поверки расходомер пломбируют и оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

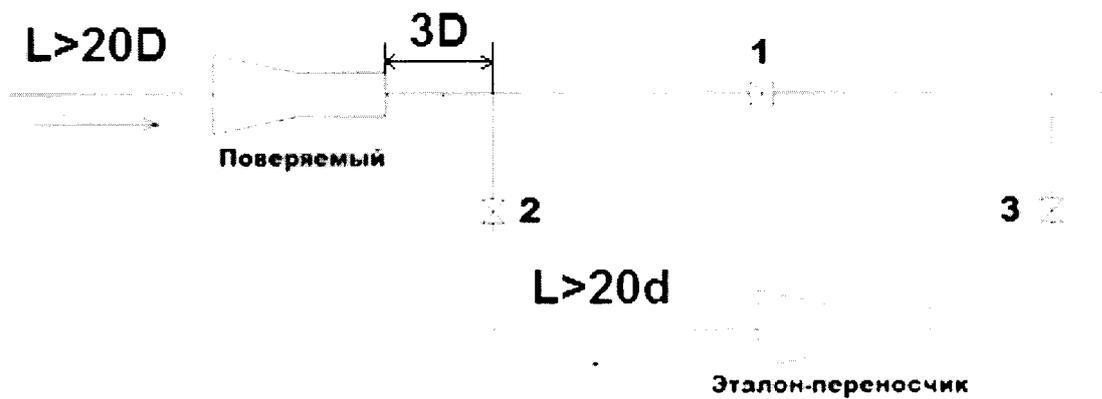
На обратной стороне свидетельства о поверке для расходомеров указывают:

- направление (направления) движения измеряемой среды через расходомер при поверке;
- границы погрешности при измерении объема и соответствующий им диапазон объемных расходов.

7.3. При отрицательных результатах поверки расходомер к применению не допускают и выдают извещение о непригодности расходомера с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема поверки расходомера проливным методом на объекте с помощью эталона-переносчика



$D$  – диаметр поверяемого расходомера;

$d$  – диаметр эталона-переносчика.

## Приложение Б

### Протокол поверки

Расходомер ультразвуковой «Вымпел-500» зав. № \_\_\_\_\_

№ п/п	Канал измерения давления				Канал измерения температуры			Канал вычисления расхода			
	$P_{\text{эталон}}, \text{кгс/см}^2$	$P_{\text{измеренное}}, \text{кгс/см}^2$	$\gamma_{\text{п}}, \%$	$\gamma_{\text{макс}}, \%$	$t_{\text{эт}}, ^\circ\text{C}$ ( $R_{\text{обр}}$ ) Ом	$t_{\text{измер.}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	Заданный расход в рабочих условиях $Q_{\text{раб}}, \text{м}^3/\text{час}$	Опорное значение расхода $Q_{\text{расч.}}, \text{м}^3/\text{час}$	Измеренное (вычисленное) значение расхода $Q_{\text{выч.}}, \text{м}^3/\text{час}$	$\delta Q, \%$
1											
2											
3											
4											
5											

№ п/п	Относительная погрешность преобразования расхода газа в частотный сигнал			
	Заданный расход в рабочих условиях $Q_{\text{изм.}}, \text{м}^3/\text{час}$	Расчётное значение частоты $F_{\text{расч.}}, \text{Гц}$	Измеренная частота $F_{\text{изм.}}, \text{Гц}$	Относительная погрешность частотного сигнала $\delta F, \%$
1				
2				
3				
4				
5				

№ п/п	Относительная погрешность измерения расхода и объема в рабочих условиях				
	Заданное номинальное значение расхода $Q, \text{м}^3/\text{ч}$	Действительные значения объёмного расхода, воспроизведённые эталонным расходомером, в условиях поверяемого $Q_{\text{мг.}}, \text{м}^3/\text{ч}$	Результаты измерений объёмного расхода поверяемым расходомером $Q_{\text{м.}}, \text{м}^3/\text{ч}$	Значения корректировочного коэффициента	Границы интервала относительной погрешности измерений объёмного расхода при $P=0,95, \%$
1					
2					
3					
4					
5					

Поверитель \_\_\_\_\_

Представитель ЦСМ и С \_\_\_\_\_