

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕ-
РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала
ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»



А.С. Тайбинский

2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
РАСХОДОМЕРЫ ВЛАЖНОГО ГАЗА ПОДВОДНЫЕ ROHAR

Методика поверки

МП 1400-9-2022

Начальник научно-
исследовательского отдела
ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ
им.Д.И.Менделеева»

К.А. Левин
Тел.: (843) 273-28-96

РАЗРАБОТАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Кудусов Д.И., Ерзиков А.М.

СОГЛАСОВАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры влажного газа подводные Rohaг (далее по тексту – расходомеры) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию и после ремонта, а также периодической поверки при эксплуатации.

При проведении поверки расходомеров используются эталоны в соответствии с ГОСТ 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков», согласно которому обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений (далее по тексту – СИ) к государственному первичному специальному эталону единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011.

Реализация методики поверки обеспечивается проливным или беспроливным методами.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которой выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Подтверждение соответствия программного обеспечения	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик (далее по тексту – МХ) расходомеров	Да	Да	9
Подтверждение соответствия расходомеров метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки расходомеров проливным методом в лаборатории соблюдают следующие условия

Таблица 2 – Условия проведения поверки

Наименование параметра	Единицы измерения	Значение
Температура окружающего воздуха	°С	от + 15 до + 25
Относительная влажность воздуха	%	от 30 до 80
Атмосферное давление	кПа	от 84 до 106,7

3.2 Первичную или периодическую поверку расходомеров проводят проливным методом путем определения допускаемой относительной погрешности при измерении массы и массового расхода жидкой смеси в составе газожидкостной смеси, массы и массового расхода жидкой смеси за вычетом массы воды и свободного газа, объема и объемного расхода свободного газа, приведенного к стандартным условиям, с применением эталонов, указанных в разделе 4.

3.3 Периодическую поверку расходомеров в случае невозможности проведения поверки проливным методом (труднодоступные условия эксплуатации в условиях подводного применения на шельфовых месторождениях) проводят беспроливным методом с применением встроенного программного обеспечения, используя методы самодиагностики и контроля, обеспечивающие контроль состояния расходомера, его технических и метрологических характеристик по пункту 9.2.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки при проливном методе приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1	Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков»	Рабочий эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей 1 разряда в диапазоне значений от 2 т/ч до 100 т/ч и объемного расхода газа от 4 м ³ /ч до 420 м ³ /ч, рег. № 3.2.ДОЖ.0001.2015
9.1	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков»	Рабочий эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей 2 разряда в диапазоне значений от 0,414 т/ч до 83,3328 т/ч и объемного расхода газа в диапазоне значений от 0,612 м ³ /ч до 187,2 м ³ /ч рег. № 3.2.ДОЖ.0002.2016
9.2	Эталоны 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»	Термометры сопротивления платиновые эталонные ПТС-10М, (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19916-10) и др.
9.2	Эталоны 1-го и 2-го разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»	Манометры избыточного давления грузопоршневые МП-1000 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52189-16) и др.
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

4.2 Допускается при проведении поверки применение Государственного первичного специального эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011.

4.3 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть утверждены приказом Росстандарта в соответствии с п.6 Положения об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23.09.2010 г. № 734. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- в области охраны труда – Трудовым кодексом Российской Федерации;
- в области промышленной безопасности – Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 № 534 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»)),

Руководством по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (приказ № 784 от 27 декабря 2012 г. «Об утверждении Руководства по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»), а также другими действующими отраслевыми нормативными документами;

- в области пожарной безопасности – Федеральный закон № 69-ФЗ от 21 декабря 1994 г. «О пожарной безопасности» и Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок – Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;

- в области охраны окружающей среды – Федеральным законом Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и другими действующими законодательными актами на территории РФ.

Вторичную аппаратуру и щиты управления относят к действующим электроустановкам с напряжением до 1000 В, на которые распространяются Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, Правила устройства электроустановок.

6 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют комплектность и внешний вид расходомера.

6.1 Комплектность расходомера должна соответствовать его описанию типа и эксплуатационной документации.

6.2 При проверке внешнего вида расходомера должны выполняться следующие требования:

- на компонентах расходомера не должно быть механических повреждений, препятствующих его применению и проведению поверки;

- надписи и обозначения на компонентах расходомера должны быть четкими и читаемыми без применения технических средств, соответствовать технической документации;

6.3 Расходомер, не прошедший внешний осмотр, к дальнейшей поверке не допускается.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 При подготовке к поверке проводят работы в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера.

7.2 Проверяют герметичность расходомеров.

7.2.1 Проверку герметичности расходомеров проводят следующим образом:

- создают в измерительной линии давление согласно характеристикам поверочной установки;

- ждут 10-15 минут, не изменяя давление в измерительной линии;

- проверяют наличие течей рабочей среды в местах стыков трубопроводов, потения сварных швов.

7.2.2 Расходомер, не прошедший проверку герметичности, к дальнейшей поверке не допускается.

7.3 Опробование

7.3.1 Опробование расходомера проводят на эталонах 1-го или 2-го разряда.

7.3.2 Опробование расходомера проводят путем изменения параметров рабочей среды и качественной оценки реакции на такое изменение.

7.3.3 Результаты опробования считаются удовлетворительными, если при увеличении (уменьшении) значения параметров рабочей среды соответствующим образом изменялись показания расходомера.

7.3.4 Расходомер, не прошедший опробование, к дальнейшей поверке не допускается.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 Проверка идентификационных данных ПО

ПО должно иметь идентификационные признаки, соответствующие указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные признаки	Значение
Идентификационное наименование ПО	SWGM app V331 и выше
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.3.1 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	0x5F8B8111 для версии 3.3.1
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC-32

8.1.1 Чтобы определить идентификационные данные ПО расходомера, необходимо выполнить нижеперечисленные процедуры:

После подключения к расходомеру с помощью консоли и определения правильных настроек на вкладке «Связь» щелкните вкладку «Параметры прибора», а затем нажмите кнопку «Получить все» во вкладке команд, что запустит считывание всех данных конфигурации из расходомера и обновление столбца значений прибора. Затем информацию о ПО расходомера можно найти в категории «Идентификация программного обеспечения».

8.1.2 Если полученные при этом идентификационные данные соответствуют указанным в таблице 4, то делают вывод о подтверждении соответствия идентификационных данных ПО. В противном случае проверку прекращают, ее результаты признают отрицательными.

9 Определение метрологических характеристик расходомера

9.1 Определение метрологических характеристик расходомера проливным методом с помощью эталона 1-го или 2-го разрядов в лаборатории (или Государственного первичного специального эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011)

9.1.1 Определение допускаемой относительной основной погрешности при измерении массы и массового расхода жидкой смеси в составе газожидкостной смеси, массы и массового расхода жидкой смеси за вычетом массы воды и свободного газа, объема и объемного расхода свободного газа, приведенного к стандартным условиям, проливным методом с помощью эталонов 1-го или 2-го разрядов¹ (или Государственного первичного специального эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011).

9.1.2 Допускаемую относительную основную погрешность при измерении каждого параметра определяют сравнением значений каждого параметра, измеренного расходомером, со значениями соответствующего параметра, измеренного эталоном, используя в качестве измеряемой среды газожидкостную смесь из имитатора нефти, воды и газа (воздуха) с параметрами согласно таблице 5.

Таблица 5 – Режимы воспроизведения многофазного потока

№ точки	Объемная доля газа ² , GVF, %	Объемная доля воды WLR, %	Расход газожидкостной смеси, G, т/ч
1	85	5	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
2			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
3			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
4		30	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
5			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
6			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$

¹ Если в качестве рабочей среды в эталоне 2-го разряда используют газожидкостную смесь, состоящую из воды и воздуха, то допускаемую относительную погрешность при измерении массы и массового расхода жидкой смеси за вычетом массы воды и свободного газа не определяют.

² Расход газа (воздуха) выбирается при опробовании расходомера и зависит от расхода жидкости, а также эксплуатационных возможностей стенда и расходомера.

№ точ-ки	Объемная доля газа ² , GVF, %	Объемная доля воды <i>WLR</i> , %	Расход газожидкостной смеси, <i>G</i> , т/ч
7		60	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
8			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
9			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
10		90	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
11			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
12			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
13	90	0	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
14			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
15			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
16		30	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
17			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
18			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
19		60	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
20			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
21			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
22		90	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
23			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
24			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
25	98	100	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
26			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
27			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
28	99	100	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
29			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
30			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
31	99,5	100	$(0,01 - 0,35) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
32			$(0,35 - 0,7) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$
33			$(0,7 - 1,0) \cdot Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$

$Q_{\text{ж}}^{\text{max}}$ - максимальный расход жидкости, воспроизводимый эталоном, или максимальный расход жидкости, измеряемый расходомером, при выбранном GVF согласно описанию типа и эксплуатационной документации.

Примечание: Фактический объем проведенной поверки может быть изменен по письменной заявке Заказчика. Фактический объем проведенной поверки приводят в протоколах поверки.

9.2 Проведение периодической поверки расходомеров в случае невозможности проведения проливной поверки (труднодоступные условия эксплуатации в условиях подводного при-

менения на шельфовых месторождениях), беспроточным методом (Операции по разделам 6 и 7 не проводятся).

9.2.1 Определение метрологических характеристик датчика температуры и давления комбинированного WEPS-124.

9.2.1.1 Проверяется наличие сведений о положительных результатах поверки датчика температуры и давления комбинированного WEPS-124 (рег. № 82284-21). В связи с тем, что указанные датчики температуры и давления являются средствами измерений, изготовленными в единичных экземплярах и для них установлена первичная поверка до ввода в эксплуатацию, по которой они имеют положительные результаты, допускается беспроточный метод поверки расходомера.

9.2.2 Для запуска поверки необходимо в ПО расходомера перейти на вкладку «Конфигурация» раздела «Диагностика» (рисунок 1), нажать кнопку «Пуск» и ввести пароль доступа для начала сбора полей диагностики (это займет несколько минут), а затем «Загрузить» после завершения сбора файлов диагностики. Созданный ZIP-файл будет храниться на сервере, где установлена программа веб-интерфейса, и перезапишет имеющиеся файлы.

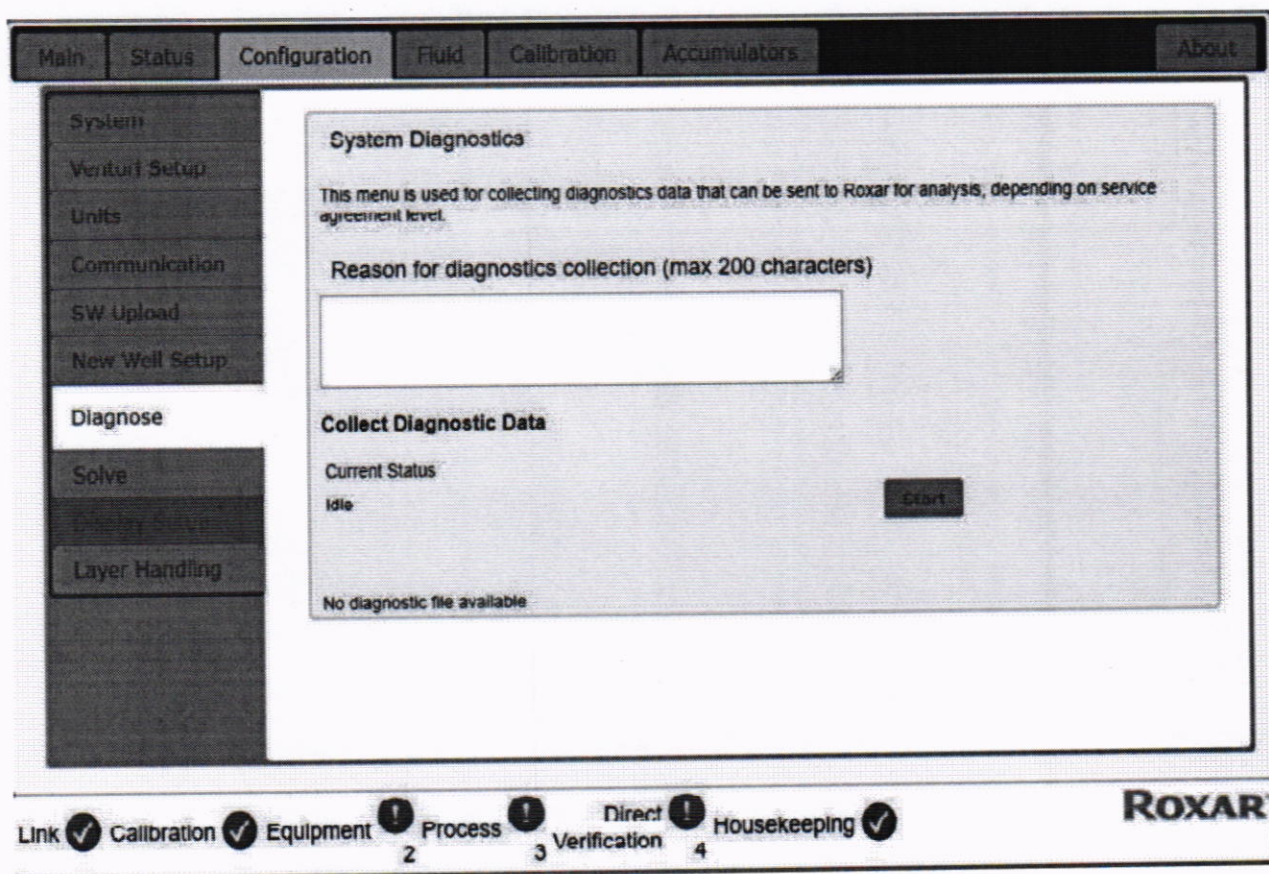


Рисунок 1. Окно диагностики.

9.2.2 Расходомер использует несколько объектов для передачи аварийных сигналов и сигналов предупреждений. Объекты, генерирующие аварийные сигналы и сигналы предупреждения, используются для информирования о проблемах с измерениями. Битовое значение 1 сообщает об аварийном сигнале/предупреждении. Аварийные сигналы и сигналы предупреждения могут быть скрыты, и в таком случае они не будут передаваться, необходимо убедиться, что отображение аварийных сигналов не скрыто.

9.2.3 Проверить отсутствие аварийных сигналов датчиков температуры, давления, дифференциального давления и СВЧ-системы. Отсутствие предупреждений об ошибке в наборе PVT, расхождений в расчетах фракции, о постоянных значениях, о расхождении состава, о расхождении значений солености, о неправильной плюс-фракции, об использовании плотности конденсата по умолчанию.

9.2.4 В случае выявления аварийных сигналов или сигналов предупреждений, которые не получилось устранить, эксплуатация расходомера считается не допустимой. В этом случае принимаются меры по устранению аварийных сигналов и поверка по 9.1.

9.2.5 В случае отсутствия аварийных сигналов и сигналов предупреждения, допускаемые относительные погрешности расходомера считаются соответствующими указанным в описании типа.

9.3 При выходе из строя средства измерений из состава расходомера допускается его замена на такое же или аналогичное средство измерений с положительным результатом поверки на момент замены. После проведения работ по замене, повторная поверка расходомера не проводится.

10 Подтверждение соответствия расходомера метрологическим требованиям

10.1 При проведении поверки проливным методом допускаемую относительную погрешность измерений массового расхода смеси имитатора нефти и воды $\delta Q_{жi}$ %, в i -ой точке определяют по формуле

$$\delta Q_{жi} = \frac{Q_{жi} - Q_{жi}^э}{Q_{жi}^э} \cdot 100, \quad (1)$$

где $Q_{жi}$ – массовый расход смеси имитатора нефти и воды, измеренный расходомером, в i -ой точке, т/ч;

$Q_{жi}^э$ – массовый расход смеси имитатора нефти и воды, воспроизведенный эталоном, в i -ой точке, т/ч.

Значение допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода смеси имитатора нефти и воды не должно превышать:

- при объемной доле газа в смеси от 85 % до 98 % $\pm 5,0$ %;
- при объемной доле газа в смеси свыше 98 % до 99 % $\pm 10,0$ %;
- при объемной доле газа в смеси свыше 99 % до 99,5 % $\pm 15,0$ %.

10.2 Допускаемую относительную погрешность измерений массового расхода имитатора нефти δQ_{ni} %, в i -ой точке определяют по формуле

$$\delta Q_{ni} = \frac{Q_{ni} - Q_{ni}^э}{Q_{ni}^э} \cdot 100, \quad (2)$$

где Q_{ni} – массовый расход имитатора нефти, измеренный расходомером, в i -ой точке, т/ч;

$Q_{ni}^э$ – массовый расход имитатора нефти, воспроизведенный эталоном, в i -ой точке, т/ч.

Значение допускаемой относительной погрешности измерений массы и массового расхода имитатора нефти не должно превышать $\pm 20,0$ %;

10.3 Допускаемую относительную погрешность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, δQ_{gi} %, в i -ой точке определяют по формуле

$$\delta Q_{gi} = \frac{Q_{gi} - Q_{gi}^э}{Q_{gi}^э} \cdot 100, \quad (3)$$

где Q_{gi} – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, измеренный расходомером в i -ой точке, м³/ч;

$Q_{gi}^э$ – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, воспроизведенный эталоном в i -ой точке, м³/ч.

Значение допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода газа (воздуха), приведенного к стандартным условиям, при каждом измерении не должно превышать ± 5 %.

Расходомер признается прошедшим поверку, если допускаемые относительные погрешности измерений не превышают величин, указанных в пунктах 10.1, 10.2, 10.3.

В случае если это условие для любого измерения не выполняется, проводят дополнительное измерение соответствующей величины и повторно определяют допускаемую относительную основную погрешность измерения соответствующей величины. Если после этого значение допускаемой относительной основной погрешности измерения соответствующей величины не удовлетворяет требованиям, изложенным в соответствующем пункте, то поверку прекращают до выявления и устранения причин невыполнения этих условий. После устранения причин повторно проводят измерения соответствующей величины и определяют допускаемую относительную основную погрешность. Если значения допускаемой относительной основной погрешности измерений вновь превышают значения, указанные в пунктах 10.1, 10.2 или 10.3, результаты поверки считают отрицательными.

10.2 При проведении поверки беспроливным методом, в случае отсутствия аварийных сигналов и сигналов предупреждения, допускаемые относительные погрешности расходомера считаются соответствующими указанным в описании типа, в случае выявления аварийных сигналов или сигналов предупреждений, которые не получилось устранить поверку расходомера проводится проливным метом по п. 9.1.

11 Оформление результатов поверки

Сведения о результатах поверки расходомера в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

По заявлению владельца расходомера или лица, предоставившего расходомер на поверку, в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510:

- при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке;
- в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и/или в паспорте расходомеров.

Результаты поверки проливным и беспроливным методом оформляют протоколом произвольной формы.

При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают.