

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ 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

«19» февраля 2026 г.




Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ МНОГОФАЗНЫЕ Vx Spectra

МП 1769-9-2025

/ Начальник научно-исследовательского отдела

 К. А. Левин
Тел. отдела: +7 (843) 273 28 96

г. Казань
2026 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры многофазные Vx Spectra (далее – расходомеры) и устанавливает методику и средства их первичной и периодической поверок.

При проведении поверки расходомеров используются эталоны в соответствии с ГОСТ 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков» и ЛПС 01-09-2023 «Локальная поверочная схема для средств измерений массы и объема жидкости и газа в многофазном потоке, массового и объемного расходов жидкости и газа в многофазном потоке, объемной доли жидкости и газа в многофазном потоке» с Изменением № 2, обеспечивается прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному специальному эталону единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011 (далее – ГЭТ 195).

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Метрологические характеристики расходомеров

Наименование характеристики	Значение
Массовый расход скважинной жидкости, т/ч*	от 0,01 до 662,4
Объемный расход газа в рабочих условиях в составе многофазного потока, м ³ /ч*	от 0,1 до 2950,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы и массового расхода скважинной жидкости, %	± 2,5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема и объемного расхода попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, в составе многофазного потока, %:	± 5,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы и массового расхода скважинной жидкости без учета воды и попутного нефтяного газа, при содержании воды (в объемных долях), %:	
- от 0 до 70 %	± 6,0
- от 70 до 95 %	± 15,0
- свыше 95 %	не нормируется
Примечание: * Диапазон измерений приведен для всей линейки расходомеров. Детальная информация по диапазону работы и оптимальному режиму эксплуатации для каждого типоразмера приведена в руководстве по эксплуатации.	

Реализация методики поверки обеспечивается методом прямых измерений (в соответствии с ГОСТ 8.637-2013), методом непосредственных сличений и/или методом косвенных измерений (в соответствии с ЛПС 01-09-2023).

Первичная поверка расходомеров реализуется методом прямых измерений (непосредственного сличения).

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Первичную и периодическую поверку расходомеров проводят методом прямых измерений (непосредственного сличения) путем определения допускаемой относительной погрешности при измерениях массы и массового расхода скважинной жидкости, массы и массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды и попутного нефтяного газа, объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, с применением рабочих эталонов, указанных в разделе 5.

При проведении поверки методом прямых измерений определение метрологических характеристик проводят с обязательным выполнением п. 10.2.5.4, 10.2.5.6.

3.2 При проведении поверки расходомеров методом прямых измерений в условиях поверочной лаборатории соблюдают условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки расходомеров

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

При проведении поверки расходомеров на месте эксплуатации с применением рабочих эталонов 2-го разряда по ГОСТ 8.637-2013 параметры окружающей и рабочей среды не должны превышать значений, указанных в эксплуатационных документах средств измерений и вспомогательных технических средств, эталонов, применяемых при поверке, и расходомера.

3.3 Допускается проводить периодическую поверку методом косвенных измерений (в соответствии с ЛПС 01-09-2023) с применением эталонов и средств поверки, указанных в разделе 5.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы с применяемыми средствами поверки;

- знать требования настоящего документа и эксплуатационных документов расходомеров.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки расходомеров, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и метрологические и основные технические характеристики средства измерений	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Рабочий эталон 1-го разряда или 2-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.637 и ЛПС 01-09-2023	Рабочий эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей 1 разряда в диапазоне значений единицы массового расхода жидкости в составе газожидкостных смесей от 0,5 до 100 т/ч, единицы объемного расхода газа в составе газожидкостных смесей, приведенного к стандартным условиям, от 4,0 до 1100 м ³ /ч, рег № 3.7.АБТ.0003.2025
10.2	Рабочие эталоны единицы давления 1-го или 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653	Модули давления эталонные Метран-518, рег. № 39152-12
	Рабочие эталоны единицы температуры 2-го и 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.01.2026 г. № 147	Калибратор температуры КТ-6.2, рег. № 81565-21
	Рабочие эталоны единицы электрического сопротивления 4-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012, рег. № 56318-14
	Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,001 или 0,002 мм в диапазоне измерений от 18 до 100 мм	Нутромеры индикаторные повышенной точности, рег. № 90863-23

Продолжение таблицы 4

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и метрологические и основные технические характеристики средства измерений	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2	Стандартный образец плотности жидкости	Стандартный образец плотности жидкости (ПЛ-750-ЭК), рег. № ГСО 8616-2004 Стандартный образец плотности жидкости (ПЛ-1000-ЭК, рег. № ГСО 8623-2004
<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>		

Допускается при проведении поверки применение ГЭТ 195.

Вспомогательные средства поверки:

- Набор концевых мер длины плоскопараллельных класса точности 3 по ГОСТ 9038-90 «Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия»;
- Набор принадлежностей к плоскопараллельным концевым мерам длины ГОСТ 4119-76;
- Кольца торговой марки «КАЛИБР» исполнения 1 или 2 по ТУ 4381-003-04567838-2017 «Кольца торговой марки «КАЛИБР». Технические условия».

Допускается применять аналогичные вспомогательные средства поверки.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, действующие в помещении, в котором выполняется поверка, а также требования безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации расходомера и используемых средств поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре выполняются следующие мероприятия по подтверждению соответствия внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа и/или эксплуатационной документации.

Установление соответствия проводится по следующим признакам:

- внешний вид расходомера должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- состав расходомера должен соответствовать описанию типа;
- расположение маркировочной таблички должно быть выполнено на наружной поверхности расходомера.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если состав расходомера и расположение маркировочной таблички соответствуют описанию типа расходомера и/или эксплуатационной документации.

7.2 Проверяют соответствие комплектности расходомера, указанной в технической документации, соответствие мест установки и присоединения компонентов. Результаты проверки считают удовлетворительными, если комплектность, места установки и присоединения компонентов соответствуют указанным в технической документации.

7.3 Визуальным осмотром (допускается использовать специализированные технические средства) проверяют отсутствие на внутренней поверхности трубы Вентури, на рабочих поверхностях расходомеров следов коррозии, вмятин, рисок, раковин, трещин,

выбоин, неровностей и загрязнений и т.п. Результаты проверки считают удовлетворительными, если при визуальном осмотре не выявлено перечисленных выше дефектов.

Расходомер, не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускается, результат поверки считается отрицательным.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Подготовку средств поверки и расходомера осуществляют в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1 Опробование

Проверяют работоспособность расходомера. Для этого подают питание на расходомер и контролируют включение вычислительного компьютера.

Если не происходит включение вычислительного компьютера, и на мониторе обслуживающего компьютера выдаются сообщения об ошибках, результаты поверки считают отрицательными.

8.2 Проверка герметичности расходомера

При проверке герметичности расходомера проверяют герметичность фланцевых соединений, герметичность технологических трубопроводов.

Расходомер считается выдержавшим проверку, если на элементах и компонентах расходомера нет следов протечек измеряемой среды или снижения давления.

При проведении поверки методом косвенных измерений проверку герметичности не проводят.

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для просмотра идентификационных данных выполняют следующие действия: с помощью программы Vx Spectra Service Manager (или Vx Snegir Control) открывают вкладку «Diagnostics», на которой отображается информация об идентификационных данных программного обеспечения.

9.2 Если идентификационные данные программного обеспечения, указанные в описании типа расходомера, и полученные в ходе выполнения операций по п. 9.1 идентичны, то делают вывод о подтверждении соответствия программного обеспечения расходомера, в противном случае результаты поверки считают отрицательными.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик расходомеров при проведении поверки методом прямых измерений (непосредственного сличения) проводят двумя способами:

- с помощью эталона 1-го или 2-го разрядов в лаборатории (или ГЭТ 195);
- с помощью эталона 2-го разряда на месте эксплуатации;

10.1.1 Определение относительной погрешности при измерениях массы и массового расхода скважинной жидкости, массы скважинной жидкости без учёта воды и попутного нефтяного газа, объема и объемного расхода попутного нефтяного газа, приведенных к стандартным условиям, с помощью эталонов 1-го и 2-го разрядов в лаборатории.

Относительную погрешность при измерении каждого параметра определяют сравнением значений параметра, измеренного расходомером, со значениями соответствующего параметра, воспроизведенного эталоном, используя в качестве измеряемой среды газожидкостную смесь из имитатора нефти, воды и газа (воздуха) с параметрами согласно таблице 5. При проведении поверки допускается отклонение задания режимов многофазного потока от указанных в таблице 5 параметров в пределах возможностей поверительного оборудования или расходомера. Время измерений в каждой точке зависит от типоразмера расходомера.

Таблица 5 – Режимы воспроизведения многофазного потока

№	Объемная доля воды в жидкой фазе, %	Объемная доля газа, %	Расход жидкости, $Q_{ж}$, т/ч
1	от 70 до 95	от 0 до 30	$Q_{ж}^{\min}$
2			$Q_{ж}^{\max}$
3		от 30 до 60	$Q_{ж}^{\min}$
4			$Q_{ж}^{\max}$
5		от 60 до 100	$Q_{ж}^{\min}$
6			$Q_{ж}^{\max}$
7	от 0 до 70	от 0 до 30	$Q_{ж}^{\min}$
8			$Q_{ж}^{\max}$
9		от 30 до 60	$Q_{ж}^{\min}$
10			$Q_{ж}^{\max}$
11		от 60 до 100	$Q_{ж}^{\min}$
12			$Q_{ж}^{\max}$

Примечание: $Q_{ж}^{\min}$, $Q_{ж}^{\max}$ - максимальный и минимальный расход жидкости, измеряемый расходомером согласно эксплуатационной документации или воспроизводимый эталоном в зависимости от технической возможности эталона при заданной объемной доле газа, т/ч

При каждом i -м измерении (рекомендуется проводить три измерения) в j -й точке таблицы 5 относительная погрешность определяется по формуле

$$\delta Q_{ij} = \frac{Q_{ij} - Q_{ij}^{ref}}{Q_{ij}^{ref}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где δQ_{ij} - относительная погрешность расходомера при измерении расхода, %;

Q_{ij} - результат измерений расходомера при i -м измерении в j -й точке расхода, т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$);

Q_{ij}^{ref} - показания или значения выходного сигнала эталона при i -м измерении в j -й точке расхода, т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если ни одно из значений относительной погрешности не превышает значений, указанных в таблице 1 настоящей методики поверки.

Если вышеуказанное условие не выполняется хотя бы для одного измерения соответствующей величины, то проводят дополнительное измерение и повторно определяют относительную погрешность измерения соответствующей величины. Если это условие продолжает не выполняться, то поверку прекращают до выявления и устранения причин невыполнения данного условия. После устранения причин заново проводят серию из не менее, чем трех измерений соответствующей величины, и определяют относительную погрешность ее измерения. В случае, если условие повторно не выполняется, результаты поверки считают отрицательными.

10.1.2 Определение относительной погрешности при измерениях массы и массо-

вого расхода скважинной жидкости, массы скважинной жидкости без учёта воды и попутного нефтяного газа, объема и объемного расхода попутного нефтяного газа, приведенных к стандартным условиям, с помощью эталона 2-го разряда на месте эксплуатации проливным методом.

При подключении эталона 2-го разряда режим работы скважины не должен меняться.

Относительную погрешность определяют при последовательном включении в поток расходомера и эталона 2-го разряда путем сравнения значений каждого параметра, измеренного расходомером, со значениями соответствующего параметра, измеренного эталоном 2-го разряда, используя в качестве измеряемой среды нефтегазоводяную смесь (скважинную жидкость), поступающую из скважин(ы).

Определение относительной погрешности при измерениях массы и массового расхода скважинной жидкости, массы скважинной жидкости без учёта воды и попутного нефтяного газа, объема и объемного расхода попутного нефтяного газа, приведенных к стандартным условиям, производится одновременно в нефтегазоводяной смеси с соответствующим соотношением компонентов. Проводят три измерения. Время измерений в каждой точке зависит от эксплуатационных характеристик скважин.

10.2 Определение метрологических характеристик при проведении поверки методом косвенных измерений

10.2.1 Основные операции:

- подготовка расходомера;
- контроль метрологических характеристик средств измерений, входящих в состав расходомера;
- контроль геометрических характеристик трубы Вентури;
- проверка гамма-измерителя фракций.

Если до наступления срока периодической поверки расходомера, средства измерений, входящие в состав расходомера, вышли из строя, то после их ремонта или замены проводится поверка в объеме разделов 7, 8, 9 и пункта 10.2 – при этом контроль геометрических характеристик трубы Вентури не проводится.

10.2.2 Подготовка расходомера

Перед проведением поверки необходимо провести следующие подготовительные работы: демонтируют измерительные преобразователи и трубу Вентури (при наличии технической возможности) и выдерживают их в условиях поверки не менее 4 часов.

10.2.3 Контроль метрологических характеристик средств измерений, входящих в состав расходомера

10.2.3.1 Контроль метрологических характеристик средств измерений абсолютного (избыточного) давления и средств измерений перепада давления проводят не менее чем в пяти точках измеряемых диапазонов, достаточно равномерно распределенных по настроенным диапазонам измерения. Метрологические характеристики определяют в каждой точке, как при повышении, так и при понижении давления. Подключение средств поверки к средству измерений давления проводят в соответствии с МИ 1997-89 «Рекомендация. ГСИ. Преобразователи давления измерительные. Методика поверки». Для снятия измерительной информации используют только цифровой выходной канал преобразователя, показания считывают либо с дисплея измерительного преобразователя, либо с подключенного персонального компьютера или коммуникатора.

10.2.3.2 При контроле метрологических характеристик средств измерений перепада давления эталонное значение давления подается на вход высокого давления (H) преобразователя, а вход низкого давления (L) соединяется либо с опорной камерой датчика давления, либо с атмосферой.

10.2.3.3 При контроле метрологических характеристик средств измерений абсолютного давления эталонное давление подается на вход высокого давления (H) средства

измерений давления, при этом вход низкого давления (L) так же присоединяется ко входу Н. Допускается вместо абсолютного давления определять сумму избыточного давления и барометрического давления, но при этом барометрическое давление должно быть измерено средствами измерений, погрешность которых не более $\pm 1,0$ кПа. Для расходомеров, выпускаемых с 2025 г. эталонное давление подается на вход средства измерений давления.

10.2.3.4 Определяют величину δP , %, по формуле

$$\delta P = \frac{P - P_{ref}}{P_{max}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где P - измеренное значение абсолютного (избыточного) давления или перепада давления соответственно;

P_{ref} - заданное значение абсолютного (избыточного) давления или перепада давления соответственно;

P_{max} - верхний предел измерений (ВПИ) для абсолютного (избыточного) давления или верхняя граница настроенного диапазона измерений (ВНГД) перепада давления соответственно.

10.2.3.5 Результаты контроля метрологических характеристик для средств измерений абсолютного (избыточного) давления считают положительными, если величина, вычисленная по формуле (2), не превышает $\pm 0,1$ % от верхнего предела измерений (ВПИ).

10.2.3.6 Результаты контроля метрологических характеристик для средств измерений перепада давления считают положительными, если величина, рассчитанная по формуле (2), не превышает $\pm 0,1$ % от верхней границы настроенного диапазона (ВНГД).

10.2.3.7 При невыполнении хотя бы одного из условий, указанных в п. 10.2.3.5 и/или 10.2.3.6, проводят повторное измерение. В случае, если условия повторно не выполняются, результаты поверки считают отрицательными.

10.2.3.8 Контроль метрологических характеристик средства измерений температуры проводят в два этапа:

- контроль метрологических характеристик первичного преобразователя;
- контроль метрологических характеристик вторичного преобразователя.

Для модификации расходомера Vx Spectra Снегирь контроль метрологических характеристик первичного преобразователя может проводиться совместно с вторичным преобразователем в соответствии с п. 10.2.3.11.

10.2.3.9 Контроль метрологических характеристик первичного преобразователя проводится согласно ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки» для термосопротивления Pt100 по классу допуска А (по ГОСТ 6651-2009).

Результаты контроля метрологических характеристик первичного преобразователя считают положительными, если выполняются критерии годности, приведенные в п. 10.3.5 ГОСТ 8.461-2009.

10.2.3.10 Контроль метрологических характеристик вторичного преобразователя проводят не менее чем в пяти точках, равномерно распределённых по диапазону измерения температуры, включая крайние точки.

К преобразователю подключают эталон единицы электрического сопротивления и устанавливают на нем сопротивление, имитирующее заданную температуру T_{ref} . Считывают измеренное значение температуры T либо с дисплея вторичного преобразователя, либо с подключенного к преобразователю персонального компьютера или коммуникатора. Значения сопротивлений, устанавливаемых на эталоне, рассчитывают по ГОСТ 6651-2009 для термопреобразователей сопротивления с НСХ типа Pt100.

10.2.3.11 Контроль метрологических характеристик средств измерений температуры для модификации расходомера Vx Spectra Снегирь проводят не менее чем в пяти

точках, равномерно распределённых по диапазону измерений температуры, включая крайние точки.

Первичный преобразователь помещают в калибратор, термостат или печь, соответствующие требованиям ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки» для термосопротивления Pt100 по классу допуска А (по ГОСТ 6651-2009). Устанавливают температуру, соответствующую выбранным точкам. Значение заданной температуры T_{ref} соответствует показаниям эталонного термометра сопротивления. Измеренное значение температуры T считывают либо с дисплея вторичного преобразователя, либо с подключенного к преобразователю персонального компьютера или коммуникатора.

10.2.3.12 Определяют величину ΔT по формуле

$$\Delta T = T - T_{ref}, \quad (3)$$

где T – измеренная температура, °С, T_{ref} – температура, заданная на эталоне, °С.

Результаты контроля метрологических характеристик средств измерения температуры считают положительными, если рассчитанная величина ΔT не превышает $\pm 0,3$ °С.

10.2.3.13 В случае невыполнения хотя бы одного из условий, указанных 10.2.3.9 и/или 10.2.3.12, проводят повторную серию измерений. В случае, если условие повторно не выполняется, результаты поверки считаются отрицательными.

10.2.4 Контроль геометрических характеристик трубы Вентури

Геометрический контроль диаметра горловины трубы Вентури выполняют путем измерения диаметра горловины в трех плоскостях с использованием нутромера с ценой деления 0,001 или 0,002 мм.

Нутромером выполняют измерение диаметра горловины трубы Вентури в плоскости отверстия для отбора давления, а также в плоскостях, соответствующих началу горловины и окончанию горловины. В каждой из перечисленных плоскостей выполняют по 4 измерения, каждый раз поворачивая нутромер на угол, приблизительно равный 45° , вокруг оси.

В каждой i -й плоскости рассчитывают значение диаметра горловины d_i как среднее арифметическое значение результатов 4-х измерений.

Для каждой из плоскостей проверяют выполнение условия

$$\delta d_i = \frac{d_i - d^{ref}}{d^{ref}} \cdot 100\% \leq 0,1\%, \quad (4)$$

где d_i – средний диаметр горловины для i -ой плоскости, мм;

d^{ref} – номинальное значение диаметра горловины, приведенное в технической документации на расходомер, мм.

Если хотя бы для одной из плоскостей значение относительной погрешности измерения диаметра горловины превышает $\pm 0,1\%$, повторно проводят серию из четырех измерений в соответствующей плоскости. Если условие (4) повторно не выполняется, поверку прекращают до устранения причин невыполнения этого условия. По устранении причин заново проводят геометрический контроль горловины трубы Вентури. Если условие (4) повторно не выполняется, поверку прекращают, результаты поверки считают отрицательными.

10.2.5 Проверка гамма-детектора

10.2.5.1 Осуществляется демонтаж верхнего фланца расходомера, при этом соблюдаются меры предосторожности и проводится контроль отсутствия остаточного давления в расходомере.

10.2.5.2 Внутренне пространство горловины трубы Вентури тщательно очищается и промывается растворителем до полного отсутствия любых следов измеряемой

среды. Особое внимание необходимо уделить окнам, через которые проходит гамма излучение.

10.2.5.3 Проверка показателей точности гамма-источника и гамма-детектора при измерении коэффициентов массовых затуханий для воздуха (газа).

С экрана сервисного программного обеспечения Vx Spectra Service Manager (или Vx Snegir Control), вкладка General поля меню References, считываются фактические измеренные значения уровней интенсивности гамма-излучения по двум энергетическим уровням 32 и 81 кЭв, $N_{LE,HE}^{0,OBS}$, гамма-кванты/с.

Рассчитывается уровень интенсивности гамма излучения на момент проведения поверки, $N_{LE,HE}^0(\tau)$, гамма-кванты/с, по формуле

$$N_{LE,HE}^0(\tau) = N_{LE,HE}^0(\tau_0) \cdot \exp(-k \cdot (\tau - \tau_0)), \quad (5)$$

где τ_0 - время проведения предыдущей операции по определению интенсивности (Empty Pipe Reference);

$\tau - \tau_0$ - разница во времени между текущей и предыдущей операциями по определению интенсивности, с;

$N_{LE,HE}^0(\tau_0)$, где $N_{LE}^0(\tau_0)$ и $N_{HE}^0(\tau_0)$ - интенсивности излучения по энергетическим уровням 32 и 81 кЭв соответственно, полученные в предыдущую операцию измерения уровней интенсивности.

k - постоянная распада, s^{-1} , определяется по формуле

$$k = \frac{\ln(2)}{\lambda} \quad (6)$$

где λ - период полураспада Ba-133, с, принимают в соответствии с эксплуатационной документацией на источник фотонного излучения радионуклидный закрытый. Допускается принимать период полураспада Ba-133 равным 3849,3 сут. в соответствии ГСССД 363-2020. С учетом этого, допускается принять $k = 2.08182914989527E-09 s^{-1}$.

В соответствии с эксплуатационной документацией с использованием сервисного программного обеспечения Vx Spectra Service Manager (или Vx Snegir Control) запускается измерение коэффициента массовых затуханий для воздуха (опция Empty Pipe Reference). Длительность периода измерений должна составлять не менее 2 часов (рекомендованная длительность проведения Empty Pipe Reference указана в соответствующей эксплуатационной документации для каждой модификации и типоразмера расходомера).

По завершении измерения с экрана сервисного программного обеспечения Vx Spectra Service Manager (или Vx Snegir Control) считываются средние значения общей интенсивности гамма-излучения в гамма-квантах в секунду, а также по двум энергетическим уровням $N_{LE,HE}^{0,OBS}$ - фактический измеренный уровень интенсивности гамма-излучения гамма-кванты/с.

Для каждого энергетического уровня проверяется выполнение условия

$$\delta = \left| \frac{N_{LE,HE}^{0,OBS} - N_{LE,HE}^0(\tau)}{N_{LE,HE}^0(\tau)} \right| \cdot 100\% \leq 0,6\%, \quad (7)$$

Если условие (7) не выполняется, проводят повторно операции 10.2.5.2-10.2.5.3. Если условие (7) не выполняется повторно - поверку прекращают, результаты поверки считаются отрицательными.

10.2.5.4 Проверка показателей точности гамма-источника и гамма-детектора при измерении коэффициентов массовых затуханий для воды.

В горловину трубки Вентури в соответствии с эксплуатационной документацией на расходомер устанавливается устройство Reference Tool, изолирующее пространство ниже горловины.

В горловину трубки Вентури заливается стандартный образец плотности жидкости (например, ГСО 8623-2004 Стандартный образец плотности жидкости ПЛ-1000-ЭК) в достаточном объеме для заполнения объема горловины трубки Вентури.

Далее, в соответствии с эксплуатационной документацией с использованием сервисного программного обеспечения Vx Spectra Service Manager (или Vx Snegir Control) запускается измерение коэффициентов массовых затуханий для воды (Water Reference)

μ_i^{LE} , μ_i^{HE} для уровней 32 и 81 кэВ соответственно, м²/кг.

Проводится не менее трех измерений, каждое длительностью не менее 120 мин.

После проведения серии из n измерений вычисляется среднеарифметическое значение коэффициентов массовых затуханий для стандартного образца, $\overline{\mu^{LE}}$, $\overline{\mu^{HE}}$, для уровней 32 и 81 кэВ соответственно, м²/кг.

Для каждого i-го измерения проверяется выполнение условия

$$\begin{cases} \left| \mu_i^{LE} - \overline{\mu^{LE}} \right| \leq 0.001 \\ \left| \mu_i^{HE} - \overline{\mu^{HE}} \right| \leq 0.001 \end{cases} \quad (8)$$

Если данное условие не выполняется, то заново проводят операции по п. 10.2.5.4.

Если условие (8) не выполняется повторно результат поверки считается отрицательным, поверку прекращают.

При выполнении условия (8) полученные среднеарифметические значения записываются в протокол поверки.

10.2.5.5 При проведении периодической поверки проверяют выполнение условия

$$\begin{cases} \left| \overline{\mu^{LE}} - \mu_{III}^{LE} \right| \leq 0.001 \\ \left| \overline{\mu^{HE}} - \mu_{III}^{HE} \right| \leq 0.001 \end{cases} \quad (9)$$

где $\overline{\mu^{LE}}$, $\overline{\mu^{HE}}$ - значение коэффициентов массовых затуханий для стандартного образца, μ_{III}^{LE} , μ_{III}^{HE} - значение коэффициентов массовых затуханий для стандартного образца, $\overline{\mu^{LE}}$, $\overline{\mu^{HE}}$, для уровней 32 и 81 кэВ соответственно, м²/кг, указанные в протоколе предыдущей поверки.

Если данное условие не выполняется, то заново проводят операции по п. 10.2.5.5.

Если условие (9) не выполняется повторно результат поверки считается отрицательным, поверку прекращают.

10.2.5.6 Проверка показателей точности гамма-источника и гамма-детектора при измерении коэффициентов массовых затуханий для нефти.

В горловину трубы Вентури в соответствии с эксплуатационной документацией на расходомер устанавливается устройство Reference Tool, изолирующее пространство ниже горловины.

В горловину трубки Вентури заливается стандартный образец плотности жидкости (например, ГСО 8616-2004 Стандартный образец плотности жидкости ПЛ-750-ЭК) в достаточном объеме для заполнения объема горловины трубки Вентури.

Далее, в соответствии с эксплуатационной документацией с использованием сервисного программного обеспечения Vx Spectra Service Manager (или Vx Snegir Control) запускается измерение коэффициента массовых затуханий для нефти, μ_i^{LE} , μ_i^{HE} для уровней 32 и 81 кэВ соответственно, м²/кг.

Проводится не менее трех измерений, каждое длительностью не менее 120 мин. После проведения серии из n измерений вычисляется среднеарифметическое значение коэффициентов массовых затуханий для стандартного образца, $\overline{\mu}^{LE}$, $\overline{\mu}^{HE}$, для уровней 32 и 81 кэВ соответственно, м²/кг.

Для каждого i -го измерения проверяется выполнение условия

$$\begin{cases} \left| \mu_i^{LE} - \overline{\mu}^{LE} \right| \leq 0.001 \\ \left| \mu_i^{HE} - \overline{\mu}^{HE} \right| \leq 0.001 \end{cases} \quad (10)$$

Если данное условие не выполняется, то заново проводят операции по п. 10.2.5.6.

Если условие (10) не выполняется повторно результат поверки считается отрицательным, поверку прекращают.

При выполнении условия (10) полученные среднеарифметические значения записываются в протокол поверки.

10.2.5.7 При проведении периодической поверки проверяют выполнение условия

$$\begin{cases} \left| \overline{\mu}^{LE} - \overline{\mu}_{III}^{LE} \right| \leq 0.001 \\ \left| \overline{\mu}^{HE} - \overline{\mu}_{III}^{HE} \right| \leq 0.001 \end{cases} \quad (11)$$

где $\overline{\mu}_{III}^{LE}$, $\overline{\mu}_{III}^{HE}$ - значение коэффициентов массовых затуханий для стандартного образца, $\overline{\mu}^{LE}$, $\overline{\mu}^{HE}$, для уровней 32 и 81 кэВ соответственно, м²/кг, указанные в протоколе предыдущей поверки.

Если данное условие не выполняется, то заново проводят операции по п. 10.2.5.7.

Если условие (11) не выполняется повторно результат поверки считается отрицательным, поверку прекращают.

10.2.5.8 Если выполняются условия (7-11), то результаты проверки гамма-измерителя фракций считают положительными.

10.2.5.9 Если результаты контроля геометрических характеристик трубы Вентури, метрологических характеристик СИ, входящих в состав расходомера, проверки гамма-детектора положительные, то расходомер считают прошедшим поверку.

10.3 При выполнении условий, указанных в п. 10.2, значения относительной погрешности расходомера при измерениях массы и массового расхода скважинной жидкости, массы скважинной жидкости без учёта воды и попутного нефтяного газа, объема и объемного расхода попутного нефтяного газа, приведенных к стандартным условиям, соответствуют значениям, приведенным в таблице 1 настоящей методики поверки.

11 Оформление результатов

11.1 Сведения о результатах поверки расходомера в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений (отдельно сведения о результатах поверки СИ, входящих в состав расходомера, не передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений).

11.2 По заявлению владельца расходомера или лица, предоставившего расходомер на поверку:

- при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке;

- в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению.

11.3 Результаты поверки методом сличения и косвенным методом оформляют протоколом произвольной формы.

11.4 При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают.