

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



2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ МНОГОФАЗНЫЕ SPMF-P

Методика поверки

МП 1743-9-2025

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

К.А. Левин
Тел. отдела: +7(843) 272-01-91

г. Казань

2025 г.

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

ИСПОЛНИТЕЛИ А.М. Ерзиков

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

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры многофазные SPMF-P (далее по тексту – расходомеры) и устанавливает методику и средства первичной поверки при вводе в эксплуатацию и периодической поверки при эксплуатации, а также после ремонта.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массового расхода скважинной жидкости, т/ч ¹⁾	от 0,1 до 500
Диапазон измерений объемного расхода свободного попутного нефтяного газа в рабочих условиях, м ³ /ч ²⁾	от 0,1 до 3080
Диапазон измерений объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, м ³ /ч ³⁾	от 0,1 до 70000
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения массы и массового расхода скважинной жидкости, %	± 2,5
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений массы и массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды и попутного нефтяного газа, при содержании воды в скважинной жидкости (в объемных долях), %	
- от 0 % до 70 %	± 6
- свыше 70 % до 95 %	± 15
- свыше 95 %	не нормируется
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа в рабочих условиях смеси, %	± 5
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, %	± 5

¹⁾ Конкретный диапазон измерений массового расхода скважинной жидкости зависит от типоразмера расходомера и указывается в паспорте

²⁾ Конкретный диапазон измерений объемного расхода свободного попутного нефтяного газа в рабочих условиях зависит от типоразмера расходомера и указывается в паспорте

³⁾ Конкретный диапазон измерений объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям зависит от типоразмера расходомера и указывается в паспорте

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

Поверку расходомеров проводят проливным методом в поверочной лаборатории или на месте эксплуатации.

2 Перечень операций поверки

Перечень операций при проведении первичной и периодической поверки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций при проведении первичной и периодической поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Подтверждение соответствия программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик (далее по тексту – МХ) расходомера	Да	Да	10
Подтверждение соответствия расходомера метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Первичную и периодическую поверку расходомеров проводят проливным методом путем определения 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 эталонов, указанных в разделе 5.

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

Таблица 3 – Условия проведения поверки расходомеров

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

3.3 При проведении поверки расходомеров на месте эксплуатации параметры окружающей и рабочей среды не должны превышать значений, указанных в технической документации применяемого эталона или расходомера.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на применяемых средствах измерений;
- знать требования данного документа;
- обладать навыками работы по данному документу.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение метрологических характеристик расходомера	Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.637-2013	Рабочий эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей 1 разряда в диапазоне значений единицы массового расхода жидкости в составе газожидкостных смесей от 0,1 до 100 т/ч, единицы объемного расхода газа в составе газожидкостных смесей, приведенного к стандартным условиям, от 1,0 до 1600 м ³ /ч, рег. № 3.7.АВС.0004.2025; Рабочий эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей 2 разряда в диапазоне значений единицы массового расхода жидкости в составе газожидкостных смесей от 1 до 20 т/ч, единицы объемного расхода газа в составе газожидкостных смесей, приведенного к стандартным условиям, от 0,1 до 6000 м ³ /ч, рег. № 3.7.АХЛ.0001.2024
п. 10.1.1 Определение метрологических характеристик расходомера в поверочной лаборатории	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне 15 до 25 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры ±0,4 °C, Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 95 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности по каналу относительной влажности ±3 %, Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления ±0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный номер 46434-11, диапазон измерений температуры от 0 до 60 °C, влажности от 0 до 98 %, давления от 300 до 1100 гПа, пределы относительной погрешности измерений температуры ±0,3 °C, влажности ±3 %, давления ±2,5 гПа

Примечания:

- 1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью;
- 2 Эталоны и СИ, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

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

5.3 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть утверждены приказом Росстандарта в соответствии с п.6 Положения об эталонах единиц величин, используемые 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.

5.4 Для различных типоразмеров расходомеров поверка проводится в диапазонах расходов рабочей среды согласно паспорта.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, действующие в помещениях, где проводится поверка, и/или требования безопасности, установленные в руководстве по эксплуатации на эталонное оборудование и на поверяемый расходомер.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Визуальным осмотром проверяют отсутствие механических повреждений расходомеров и целостность монтажных соединений, соответствие внешнего вида описанию типа и изображению, приведенному в описании типа. Проверяется наличие пломбировочной наклейки на оболочке вычислителя расходомера для ограничения доступа к местам настройки. Результаты проверки считают удовлетворительными, если не обнаружено механических повреждений и не нарушена герметичность монтажных соединений, внешний вид СИ соответствует описанию типа и изображению, приведенному в описании типа, имеется пломбировочная наклейка, в месте нанесения в соответствии с описанием типа.

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 Проверяют соответствие внешнего вида и места нанесения маркировки предусмотренным в технической документации. Результаты проверки считают удовлетворительными, если внешний вид и маркировка соответствует требованиям в технической документации.

7.4 Расходомер, не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускается.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящей методики;
- подготовка к работе расходомера и средств поверки согласно их эксплуатационным документам.

На поверку представляют расходомеры после проведения настройки.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование расходомера проводят на эталонах 1-го или 2-го разряда в поверочной лаборатории.

Опробование расходомера проводят путем изменения параметров потока и качественной оценки реакции на такое изменение.

Результаты опробования считают удовлетворительными, если при увеличении (уменьшении) значения параметров потока соответствующим образом изменялись показания расходомера.

8.2.2 Опробование расходомера на месте эксплуатации проливным методом проводят путем сравнения текущих параметров рабочей среды эталона 2-го разряда и расходомера.

Результаты опробования считают удовлетворительными, если значения текущих параметров рабочей среды определяемых эталоном соответствуют значениям показываемым расходомером.

8.3 Проверка герметичности расходомера

При рабочем давлении проверяют герметичность фланцевых соединений, технологических трубопроводов визуально в течение 5 мин.

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

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

9 Проверка программного обеспечения

Определение идентификационных данных программного обеспечения:

При включении расходомера на дисплее отображается версия ПО Vx.x, считать номер версии ПО.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения расходомера (идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии (идентификационный номер программного обеспечения) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на расходомеры. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик расходомера проводят двумя способами:

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

10.1.1 Определение относительной погрешности при измерении массового расхода скважинной жидкости, массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды и попутного нефтяного газа, объемного расхода свободного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, с помощью эталонов 1-го и 2-го разрядов в лаборатории.

10.1.1.1 Относительную погрешность при измерении каждого параметра определяют сравнением значений каждого 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.

Таблица 5 – Режимы воспроизведения многофазного потока

№ точки	Объемная доля воды <i>WLR</i> , %	Объемная доля газа, <i>GVF</i> , %	Массовый расход жидкости <i>G_L</i> , т/ч
1	0-70	0-30	<i>G_{Lmin}</i>
2			<i>G_{Lmax}</i>
3		30-60	<i>G_{Lmin}</i>
4			<i>G_{Lmax}</i>
5		60-90	<i>G_{Lmin}</i>
6			<i>G_{Lmax}</i>
7	70-95	0-30	<i>G_{Lmin}</i>
8			<i>G_{Lmax}</i>
9		30-60	<i>G_{Lmin}</i>
10			<i>G_{Lmax}</i>
11		60-90	<i>G_{Lmin}</i>
12			<i>G_{Lmax}</i>

Примечания:

1. *G_{Lmax}* и *G_{Lmin}* – 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;

2. При воспроизведении газожидкостной смеси комбинация объемной доли воды в жидкой фазе и объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, могут варьироваться

10.1.2 Определение относительной погрешности при измерении массового расхода скважинной жидкости, массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды и попутного нефтяного газа, объемного расхода свободного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, с помощью эталона 2-го разряда на месте эксплуатации

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 реальный флюид, поступающий из скважин(ы).

Определение относительных погрешностей измерений массового расхода скважинной жидкости, массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды и попутного нефтяного газа и объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, производится одновременно в скважинном флюиде с соответствующим соотношением компонентов. Проводят три измерения. Время измерений в каждой точке в зависимости от эксплуатационных характеристик скважин.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Относительную погрешность i -го измерения массового расхода скважинной жидкости δG_{Lij} , %, в j -й точке определяют по формуле

$$\delta G_{Lij} = \frac{G_{Lij} - G_{Lij}^3}{G_{Lij}^3} \cdot 100, \quad (1)$$

где G_{Lij} – массовый расход жидкости, измеренный расходомером при i -м измерении в j -й точке, т/ч;

G_{Lij}^3 – массовый расход жидкости, воспроизведенный эталоном 1-го или 2-го разрядов при i -м измерении в j -й точке, т/ч.

Значение относительной погрешности измерений массы и массового расхода скважинной жидкости при каждом измерении не должно превышать $\pm 2,5\%$.

11.2 Относительную погрешность i -го измерения массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды и попутного нефтяного газа δG_{0ij} , %, в j -й точке определяют по формуле

$$\delta G_{0ij} = \frac{G_{0ij} - G_{0ij}^3}{G_{0ij}^3} \cdot 100, \quad (2)$$

где G_{0ij} – массовый расход имитатора нефти (скважинной жидкости без учета воды и газа), измеренный расходомером при i -м измерении в j -й точке, т/ч;

G_{0ij}^3 – массовый расход имитатора нефти, воспроизведенный эталоном 1-го или 2-го разрядов при i -м измерении в j -й точке, т/ч.

Значение относительной погрешности измерений массы и массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды и попутного нефтяного газа при каждом измерении не должно превышать:

- при влагосодержании до 70 % $\pm 6,0\%$;
- при влагосодержании свыше 70 % до 95 % $\pm 15,0\%$;
- при влагосодержании свыше 95 % не нормируется.

11.3 Относительную погрешность i -го измерения объемного расхода газа (воздуха), $\delta Q_{\Gamma ij}$, %, в j -й точке определяют по формуле

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

где $Q_{\Gamma ij}$ – объемный расход газа (воздуха), приведенный к стандартным/объемный расход газа в рабочих условиях, измеренный расходомером при i -м измерении в j -й точке, т/ч;

$Q_{\Gamma ij}^3$ – объемный расход газа (воздуха), приведенный к стандартным условиям/объемный расход газа в рабочих условиях, воспроизведенный эталоном 1-го или 2-го разрядов

при i -м измерении в j -ой точке, т/ч.

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

Значение относительной погрешности измерения объемного расхода газа (воздуха) в рабочих условиях, при каждом измерении не должно превышать $\pm 5,0\%$.

11.4 Расходомер признается прошедшим поверку, если относительные погрешности измерений не превышают величин, указанных в пунктах 11.1, 11.2, 11.3.

11.5 В случае, если это условие для любого i -го измерения не выполняется, проводят дополнительное измерение соответствующей величины и повторно определяют относительную погрешность измерения соответствующей величины. Если после этого значение относительной 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 серию из трех измерений соответствующей величины и определяют относительную погрешность для каждого измерения. Если значения относительной погрешности измерений вновь превышают значения, указанные в пунктах 11.1, 11.2 или 11.3, результаты поверки считаются отрицательными.

11.6 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки, измерений и вычислений заносят в протокол поверки произвольной формы.

12.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством РФ в области обеспечения единства измерений.

12.3 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 и/или вносится запись о проведенной поверке в паспорте, знак поверки наносится на свидетельство о поверке и/или в паспорте расходомера в виде оттиска поверительного клейма или наклейки (в случае, если делалась запись о проведенной поверке);

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

При оформлении свидетельства диапазоны расходов указываются в соответствии с эксплуатационной документацией расходомера.

При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают.