

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И
МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»
Государственный научный метрологический центр
ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию

А.С. Тайбинский

« 31 » января 2019 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений
РАСХОДОМЕРЫ МНОГОФАЗНЫХ ПОТОКОВ MPFM 1900 VI
Методика поверки

МП 0914-9-2019

Начальник отдела НИО-9

К.А. Левин

Тел. отдела: (843)273-28-96

г. Казань
2019

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Левин К.А., Кудусов Д.И., Ерзиков А.М.

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на расходомеры многофазных потоков MPFM 1900 VI (далее по тексту – расходомеры) производства «Rohas Flow Measurement AS», Норвегия, и устанавливает методику и средства их первичной и периодической поверок.

Расходомеры предназначены для измерений массы и массового расхода скважинной жидкости в составе нефтегазоводяной смеси, массы и массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды в составе нефтегазоводяной смеси, объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, в составе нефтегазоводяной смеси.

Поверку расходомера проводят в диапазоне измерений, указанном в описании типа, или фактически обеспечиваемым при поверке диапазоне измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Если очередной срок поверки средств измерений из состава расходомера наступает до очередного срока поверки расходомера, поверяется только это средство измерений, при этом поверку расходомера не проводят.

Интервал между поверками – один год.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при поверке

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка комплектности технической документации	6.1	Да	Нет
Внешний осмотр		Да	Да
Проверка идентификации и защиты программного обеспечения (далее по тексту – ПО) расходомера	6.2	Да	Да
Опробование	6.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8	Да	Да

2 Средства поверки

2.1. При проведении первичной поверки поэлементным способом используют следующие средства поверки¹:

- нутромеры с диапазонами измерений 18-50 мм, 50-100 мм, 100-160 мм, 160-260 мм, относительная неопределенность результата измерений не более $\pm 0,02\%$;

- калибратор температуры модели АТС 156 В, диапазон воспроизводимых температур от минус 20 °С до 155 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,04$ °С;

- калибратор многофункциональный модели ASC300-R: внешний модуль давления – нижний предел воспроизведения давления 0 бар, верхний предел воспроизведения давления 1,03424 бар (15 psi), пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,025\%$ от верхнего предела измерений; внешний модуль давления – нижний предел воспроизведения давления 0

¹ В качестве рабочей среды для поверки используются следующие жидкости:

- трансформаторное масло, для которого определяют диэлектрическую проницаемость используя УБЖК 411 141.000 МП «Образцы стандартные диэлектрической проницаемости. Методика поверки/калибровки»;

- вода, для которой в лаборатории определяют соленость по ГОСТ 26449.1-85 «Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод», удельную электрическую проводимость по ГОСТ 6709-72 «Вода дистиллированная. Технические условия», плотности воды при проверке канала плотномера используют МВИ 253.0054/01.00258/2012.

бар, верхний предел воспроизведения давления 206 бар, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,025$ % от верхнего предела измерений.

2.2. При проведении первичной поверки поэлементным способом допускается использование иных средств измерений, аналогичных по назначению указанным выше и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью.

2.3 При проведении первичной поверки проливным способом используют следующие средства поверки:

- рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда по ГОСТ Р 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков».

Допускается применение:

- Государственный первичной специальный эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011 (далее по тексту – ГЭТ 195).

2.4. При проведении периодической поверки поэлементным способом используют средства поверки по п. 2.1.

2.5. При проведении периодической поверки проливным способом следует применять средства поверки по п. 2.3.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускается персонал, ознакомленный с данной инструкцией и инструкцией по эксплуатации расходомера, ознакомленный с правилами безопасности в лаборатории, в которой проводится поверка.

4 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, действующие в лаборатории, в которой выполняется поверка, а так же требования безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации расходомера и используемых средств поверки.

При проведении поверки соблюдают требования:

- Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;

- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

- Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- Руководства по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

5 Условия поверки

5.1 Поверку в испытательной лаборатории проводят при следующих условиях:

- поверочные среды нефть/заменитель нефти, вода, газ/воздух;

- температура рабочей жидкости, °С 20 ± 5 ;

- температура окружающей среды, °С 20 ± 5 ;

- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;

- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;

- вибрации, удары, внешние электрические и магнитные поля (кроме земного),

отсутствуют.

5.2 При проливной поверке на месте эксплуатации с использованием передвижной поверочной установки – эталона 2-го разряда допускается проводить поверку на реальных средах в условиях места эксплуатации.

5.3 Проведение периодической поверки поэлементно допускается только в следующих случаях:

- поверяемый расходомер установлен под водой;

- поверяемый расходомер установлен на морской платформе;

- поверяемый расходомер установлен в труднодоступном месторасположении, его демонтаж в целях поверки на длительное время недопустим.

В этих случаях для проведения поверки используются средства по п. 2.1.

В остальных случаях проведение периодической поэлементной поверки расходомера не допускается.

6 Подготовка к поверке

6.1. Проверка комплектности технической документации. Внешний осмотр.

Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке и эксплуатационно-технической документации на средства измерений, входящие в состав расходомера. Проверяют внешний вид составных частей расходомера на соответствие требованиям эксплуатационной документации на составные части и расходомер. На расходомере не должно быть повреждений и дефектов, препятствующих нормальной эксплуатации расходомера и составных частей.

6.2. Подтверждение соответствия ПО расходомера

Версия ПО отображается во вкладке Help программы Topside после присоединения расходомера к персональному компьютеру.

Цифровой идентификатор ПО определяется расчетом контрольной суммы файла Sensor_vX_XX_XX.exe (версия файла должна быть не ниже 4.02.02) по алгоритму CRC-32.

Идентификационные данные ПО расходомера должны соответствовать данным, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО расходомера.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Topside
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 4.02.02
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	3453945A

Если идентификационные данные ПО расходомера не соответствуют указанным в таблице 2, поверку прекращают, ее результаты считают отрицательными.

6.3. Опробование.

Опробование расходомера проводят в соответствии с технической документацией на расходомер и его составные части.

6.4. Подготовка к поэлементной поверке.

6.4.1. Подготавливают средства поверки согласно их технической документации.

6.4.2. Тщательно промывают расходомер от следов рабочей среды и дают высохнуть, для чего выдерживают расходомер не менее, чем в течение 1-го часа.

6.5. Подготовка к проливной поверке.

6.5.1. Подготавливают средства поверки согласно их технической документации.

6.5.2. Расходомер подключают к поверочной установке.

6.5.3. Проводят проверку герметичности расходомера следующим образом:

- создают в измерительной линии давление 0,7-1,0 МПа;
- ждут 10-15 мин, не изменяя давление в измерительной линии;
- проверяют наличие течей рабочей среды в местах стыков трубопроводов, потения сварных швов.

При обнаружении нарушений герметичности поверку прекращают до устранения причин их возникновения.

7 Проведение поверки

7.1. Проведение поэлементной поверки.

7.1.1. Преобразователи давления измерительные Rosemount 3051 модель TG поверяются в соответствии с указанной в описании типа методикой поверки; Датчик

дифференциального давления 3051 модель CD поверяется в соответствие указанной в описании типа методикой поверки.

Датчики температуры Rosemount 644 поверяется в соответствие с указанной в описании типа методикой поверки.

7.1.2. Проводят геометрический контроль трубки Вентури следующим образом:

7.1.2.1. Демонтируют трубку Вентури, соблюдая все требования руководства по эксплуатации и иных документов на расходомер.

7.1.2.2. Геометрический контроль горловины трубки Вентури.

Проверка диаметра горловины d_{20} проводится следующим образом:

Проводят нутромером не менее четырех измерений диаметра горловины трубки Вентури в плоскости для отбора давления, поворачивая при каждом измерении нутромер примерно на 45° . Находят значение d_{20} , мм, по формуле

$$d_{20} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i, \quad (1)$$

где n - количество измерений диаметра (не менее четырех);

d_i - диаметр, измеренный нутромером при i -м измерении.

Обрабатывают результаты измерений по п. 8.1.1

Аналогично проводят измерения в плоскостях начала и конца горловины трубки Вентури.

7.1.2.3. Геометрический контроль входного цилиндрического участка.

Проверку диаметра входного цилиндрического участка D проводят следующим образом:

Проводят нутромером не менее четырех измерений диаметра входного цилиндрического участка трубки Вентури в плоскости для отбора давления, поворачивая при каждом измерении нутромер примерно на 45° . Находят значение D , мм, по формуле

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i, \quad (2)$$

где n - количество измерений диаметра (не менее четырех);

D_i - диаметр, измеренный нутромером при i -м измерении.

Обрабатывают результаты измерений диаметра входного цилиндрического участка по п. 8.1.2.

7.1.2.4. При положительном результате проверок по пп. 7.1.2.1-7.1.2.3 монтируют трубку Вентури в расходомер в полном соответствии требований руководства по эксплуатации и иных документов на расходомер.

7.1.3. Проверку работоспособности преобразователь плотности (гамма-плотномера), датчика диэлектрической проницаемости, датчика удельной электропроводности проводят следующим образом:

- проверяют отсутствие сообщений об ошибках ПО;
- проводят не менее трех измерений плотности воздуха (при пустой внутренней полости расходомера);
- проводят не менее трех измерений диэлектрической проницаемости воздуха (при пустой внутренней полости расходомера);
- заполняют расходомер водой;
- проводят не менее трех измерений плотности воды;
- проводят не менее трех измерений удельной электропроводности воды;
- опорожняют расходомер от воды;
- заполняют расходомер бензолом с известной диэлектрической проницаемостью;
- проводят не менее трех измерений плотности бензола;
- проводят не менее трех измерений диэлектрической проницаемости бензола;
- опорожняют и тщательно промывают расходомер от следов бензола;

- для каждого измерения диэлектрической проницаемости, удельной электропроводности и плотности проводят обработку результатов по п. 8.1.1., п. 8.1.2 и п. 8.1.3, соответственно.

7.2. Проведение проливной поверки.

7.2.1. Первичную и периодическую проливную поверку в испытательной лаборатории проводят сравнением показаний расходомера с показаниями эталона. Для этого на эталоне воспроизводится многофазный поток с параметрами согласно таблице 3.

Таблица 3 – Параметры многофазного потока при поверке.

№	Расход жидкости, G_L , т/ч*	Объемная доля воды в жидкой фазе, WLR , % об. доли*	Объемная доля газа в многофазном потоке, GVF , %
1	$(0,0 - 0,35) \cdot G_L^{\max}$	От 0 до 35	От 0 до 35
2		От 35 до 70	От 35 до 50
3		От 70 до 100	От 50 до 90
4	$(0,35 - 0,7) \cdot G_L^{\max}$	От 0 до 35	От 0 до 35
5		От 35 до 70	От 35 до 50
6		От 70 до 100	От 50 до 90
7	$(0,7 - 1,0) \cdot G_L^{\max}$	От 0 до 35	От 0 до 35
8		От 35 до 70	От 35 до 50
9		От 70 до 100	От 50 до 90

Примечания:

* При отсутствии технической возможности воспроизведения приведенной точки воспроизводится ближайшая возможная, исходя из технических возможностей эталона и расходомера.

Допускается отклонение значения задаваемых параметров не более чем на 2,5 % от указанных в таблице 3 значений G_L и 5 % WLR . В каждой точке таблицы 3 проводится не менее трех измерений ($i \geq 3$).

7.2.2. При наличии технических возможностей эталона рекомендуется также воспроизводить минимальный, средний и максимальный расходы многофазного потока с комбинациями параметров GVF 70 %, 85 %, 90 % и значениями WLR 30 %, 70 %, 95 %. При этом в каждой точке проводить не менее трех измерений ($i \geq 3$).

7.2.3. При проведении проливной поверки с использованием передвижной поверочной установки – эталона 2-го разряда проводят поверку на реальных расходах скважинного флюида.

8 Обработка результатов измерений

8.1. Определение метрологических характеристик расходомера при поэлементной поверке.

8.1.1. Проверка диаметра горловины d_{20} проводится следующим образом:

Проверяют выполнение условия

$$\frac{d_{20} - d_{20}^{\text{ref}}}{d_{20}^{\text{ref}}} \cdot 100\% \leq \pm 0,1\%, \quad (3)$$

где d_i^{ref} - заводской диаметр горловины трубки Вентури, мм.

Если условие (3) не выполняется, проводят измерения d_{20} заново, и повторно проверяют выполнение этого условия. Если условие (3) повторно не выполняется, поверку прекращают до устранения причин невыполнения этого условия, затем повторно проводят серию измерений. Если условие (3) снова не выполняется, поверку прекращают, а ее результаты признают отрицательными.

8.1.2. Геометрический контроль входного цилиндрического участка.

Проверяют выполнение условия

$$\frac{D - D^{ref}}{D^{ref}} \cdot 100\% \leq \pm 0,4\%, \quad (4)$$

где D^{ref} – заводской диаметр входного цилиндрического участка трубки Вентури, мм.

Если это условие не выполняется, проводят измерения D заново, и повторно проверяют выполнение этого условия. Если условие (4) продолжает не выполняться, поверку прекращают до устранения причин невыполнения этого условия, затем повторно проводят серию измерений. Если условие (4) повторно не выполняется, поверку прекращают, ее результаты считают отрицательными.

8.1.3. Определение погрешности измерений диэлектрической проницаемости.

Относительную погрешность измерений относительной диэлектрической проницаемости при i -м измерении $\delta\varepsilon_i$, %, определяют по формуле

$$\delta\varepsilon_i = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_i^{ref}}{\varepsilon_i^{ref}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где ε_i – значение относительной диэлектрической проницаемости при i -м измерении, измеренное расходомером;

ε_i^{ref} – известное значение относительной диэлектрической проницаемости бензола/воздуха (для воздуха принимают $\varepsilon_i^{ref} = 1$).

Относительная погрешность измерений диэлектрической проницаемости $\delta\varepsilon_i$ не должна превышать 5 %.

8.1.4. Определение погрешности измерений удельной электропроводности.

Относительную погрешность измерений удельной электропроводности при i -м измерении $\delta\lambda_i$, %, определяют по формуле

$$\delta\lambda_i = \frac{\lambda_i - \lambda_i^{ref}}{\lambda_i^{ref}} \cdot 100\% \quad (6)$$

где λ_i – значение удельной электропроводности при i -м измерении, измеренное расходомером См/м;

λ_i^{ref} – известное значение удельной электропроводности воды См/м.

Относительная погрешность измерений удельной электропроводности $\delta\lambda_i$ не должна превышать 5 %.

8.2. Определение метрологических характеристик расходомера при проливной поверке с использованием средств поверки по п. 2.3.

8.2.1. Определение погрешности измерения массы и массового расхода сырой нефти (жидкой фазы).

Относительную погрешность измерений массы и массового расхода скважинной жидкости δG_L , %, определяют по формуле

$$\delta G_L = \frac{G_L^{i,j} - G_{Lref}^{i,j}}{G_{Lref}^{i,j}} \cdot 100\% \quad (7)$$

где $G_L^{i,j}$ – массовый расход скважинной жидкости при i -м измерении в j -й точке таблицы 3, т/ч, измеренный расходомером;

$G_{Lref}^{i,j}$ – массовый расход скважинной жидкости при i -м измерении в j -й точке таблицы 3, т/ч, измеренный эталоном.

Относительная погрешность измерений массы и массового расхода скважинной жидкости δG_L , %, не должна превышать:

- при содержании GVF от 0 % до 90 % $\pm 2,5$;

8.2.2. Определение погрешности измерений массы и массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды.

Относительную погрешность измерений массы и массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды определяют по формуле

$$\delta G_O = \frac{G_O^{i,j} - G_{Oref}^{i,j}}{G_{Oref}^{i,j}} \cdot 100\% \quad (8)$$

где $G_L^{i,j}$ – массовый расход скважинной жидкости за вычетом массы воды при i -м измерении в j -й точке таблицы 3, т/ч, измеренный расходомером;

$G_{Lref}^{i,j}$ – массовый расход скважинной жидкости за вычетом массы воды при i -м измерении в j -й точке таблицы 3, т/ч, измеренный эталоном.

Относительная погрешность измерений массы и массового расхода скважинной жидкости за вычетом массы воды δG_O , %, не должна превышать:

- при содержании WLR от 0 % до 70 % $\pm 6,0$;
- при содержании WLR от 70 % до 95 % $\pm 15,0$.

8.2.3. Определение относительной погрешности измерений объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям.

Относительную погрешность измерений объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, δQ_G , %, определяют по формуле

$$\delta Q_G = \frac{Q_G^{i,j} - Q_{Gref}^{i,j}}{Q_{Gref}^{i,j}} \cdot 100\% \quad (9)$$

где $Q_G^{i,j}$ – объемный расход свободного попутного нефтяного газа, приведенный к стандартным условиям, при i -м измерении в j -й точке таблицы 3, м³/ч, измеренный расходомером;

$Q_{Gref}^{i,j}$ – объемный расход свободного попутного нефтяного газа, приведенный к стандартным условиям, при i -м измерении в j -й точке таблицы 3, м³/ч, измеренный эталоном.

Относительная погрешность измерений объема и объемного расхода свободного попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, не должна превышать %:

- при содержании GVF от 0 % до 90 % $\pm 5,0$;

8.3. Результаты поэлементной поверки считают положительными, если выполняются требования п. 8.1.

8.4. Если для какой-либо процедуры из п.8.1. не выполняются требования этих пунктов, соответствующую процедуру выполняют заново. Если требования п.8.1 повторно не выполняются, результаты поверки считают отрицательными.

8.5. Результаты проливной поверки считают положительными, если требования п.п. 8.2.1-8.2.4 выполняются для всех измерений во всех точках таблицы 3.

8.6. Если погрешность измерений соответствующей величины не удовлетворяет требованиям, изложенным в п.п. 8.2.1-8.2.4, в этой точке проводят дополнительное измерение соответствующей величины и повторно определяют погрешность. Если требования к погрешности повторно не выполняются, поверку прекращают до устранения причин невыполнения требований п.п. 8.2.1-8.2.4, после чего заново проводят измерения согласно таблице 3. Если требования п.п. 8.2.1-8.2.4 повторно не выполняются, результаты поверки считают отрицательными.

9. Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке расходомера по форме приложения 1 Приказа Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», в котором указывается диапазон измерений в соответствии с описанием типа или фактически обеспеченный при поверке.

9.2. При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют, поверительное клеймо гасят и выдают извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке расходомера в виде оттиска поверительного клейма или наклейки.