

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно - исследовательский институт расходомерии»
(ФГУП «ВНИИР»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию
ФГУП «ВНИИР»



А. С. Гайбинский

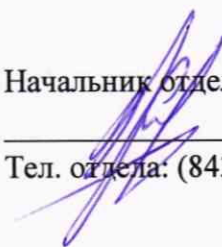
«18» декабря 2019 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений
Расходомеры многофазные Roxar MPFM 2600
Методика поверки
МП 0168-9-2014

с изменением № 2

Начальник отдела НИО-9


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

Казань
2019 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Ахметзянова Л.А.

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на расходомеры многофазные Roxar MPFM 2600 (далее - расходомеры) производства «Emerson SRL», Румыния, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Расходомеры предназначены для измерений количества сырой нефти, сырой нефти без учета воды, попутного нефтяного газа в многофазном потоке нефтегазоводяной смеси без предварительной сепарации.

Межповерочный интервал – 4 года.

1. Операции поверки.

1.1. При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

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
Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее - 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 поверки:

- нутромеры с диапазонами измерений 17-50 мм, 50-100 мм, 100-160 мм, 160-260 мм, относительная неопределенность результата измерений не более $\pm 0,02\%$;

- бензол (или другая жидкость) с известной диэлектрической проницаемостью и плотностью;

- вода с известной удельной электропроводностью и плотностью;

- 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 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 имеющих метрологические характеристики не хуже указанных.

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

1) Государственный первичной специальный эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011 (далее – ГЭТ 195), диапазон воспроизведения:

массового расхода газожидкостной смеси (далее - ГЖС) от 2 до 110 т/ч;

объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям от 0,1 до 250 м³/ч;

расширенная неопределенность (при коэффициенте охвата $k = 2$) воспроизведения:

массового расхода ГЖС 0,46 %;

объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям 0,38 %.

2) рабочие эталоны 1-го разряда по ГОСТ Р 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков» с диапазоном воспроизведения массового расхода ГЖС от 0,1 до 150 т/ч с относительной погрешностью от 0,5 % до 1,0 % и диапазоном воспроизведения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, от 0,1 до 1600 м³/ч с относительной погрешностью от 1,0 % до 1,5 %.

3) рабочие эталоны 2-го разряда по ГОСТ Р 8.637 с диапазоном воспроизведения массового расхода ГЖС от 0,1 до 150 т/ч с относительной погрешностью от 1,5 % до 2,0 % и диапазоном воспроизведения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, от 0,1 до 6000 м³/ч с относительной погрешностью от 3,0 % до 5,0 %.

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, аттестованный в качестве поверителя, 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:

- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасности эксплуатации технологических трубопроводов».

(Измененная редакция, Изм. №2)

5. Условия поверки

5.1 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.

5.2 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 64 до 106,7;
- вибрации, удары, внешние электрические и магнитные поля (кроме земного), отсутствуют.

ют.

5.3 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.

6. Подготовка к поверке

6.1. Внешний осмотр

Проверяют внешний вид составных частей расходомера на соответствие требованиям эксплуатационной документации на составные части и расходомер. На расходомере не должно быть повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид расходомера и составных частей и препятствующих их эксплуатации.

6.2. Подтверждение соответствия ПО расходомера

Версия ПО отображается по нажатию кнопки Help/About RFM MPFM 2600 в сервисном ПО Roxag после присоединения расходомера к персональному компьютеру.

Идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО) расходомера должны соответствовать данным, указанным в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Идентификационные данные ПО расходомера.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Service Console
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.0
Цифровой идентификатор ПО	не применяется
Другие идентификационные данные (если имеются)	-

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. Проводят поверку многопараметрического преобразователя в составе расходомера согласно его методике поверки, указанной в его описании типа.

(Измененная редакция, Изм. №2)

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. Проводят проверку работоспособности гамма-плотномера, датчика проводимости, датчика емкости поводят 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 (средства поверки по п. 2.2, или п. 2.4.). Для этого на эталоне воспроизводится многофазный поток (смесь нефти (заменителя нефти), воды, газа (воздуха)) (далее - ГЖС) с параметрами согласно таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Параметры многофазного потока при поверке.

№ точки	Массовый расход жидкой фазы G_L , т/ч	Массовый расход нефти (заменителя нефти) G_O , т/ч	Объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям Q_G , м ³ /ч	Объемная доля воды WLR , %	Объемная доля газа, GVF , %
1	30	19,6	101	30	30
2	30	19,6	44	30	16
3	41	27	50	30	13
4	20	5	85	70	40
5	39	10	85	70	22
6	50	13	85	70	16
7	30	1,2	37	95	16
8	50	2	53	95	11
9	20	0,8	32	95	21

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

7.2.2. При наличии технических возможностей эталона рекомендуется так же воспроизводить минимальный, средний и максимальный расходы многофазного потока с комбинациями параметров GVF 70 %, 85 %, 95 % 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

$$\frac{d_{20} - d_{20}^{ref}}{d_{20}^{ref}} \cdot 100\% \leq \pm 0,5\%, \quad (3)$$

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

(Измененная редакция, Изм. №2)

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

$$\frac{D - D^{ref}}{D^{ref}} \cdot 100\% \leq \pm 0,5\%, \quad (4)$$

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

(Измененная редакция, Изм. №2)

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 %.

8.1.5. Определение относительной погрешности измерений плотности.

Относительную погрешность измерений плотности при i -м измерении $\delta\rho_i$, %, определяют по формуле

$$\delta\rho_i = \frac{\rho_i - \rho_i^{ref}}{\rho_i^{ref}} \cdot 100\% \quad (7)$$

где ρ_i – значение плотности при i -м измерении, измеренное расходомером кг/м³;

ρ_i^{ref} – известное значение плотности поверочной жидкости, кг/м³.

8.2. Определение метрологических характеристик расходомера при проливной поверке с использованием средств поверки по п. 2.2 или п. 2.3.

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

Относительную погрешность измерений массы жидкой фазы δG_L , %, определяют по формуле

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

где $G_L^{i,j}$ – массовый расход жидкой фазы при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, т/ч, измеренный расходомером;

$G_{Lref}^{i,j}$ – массовый расход жидкой фазы при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, т/ч, измеренный эталоном.

Относительная погрешность измерений массы жидкой фазы δG_L , %, не должна превышать:

- при содержании G_{VF} от 0 % до 90 % $\pm 2,5$;
- при содержании G_{VF} от 90 % до 95 % $\pm 5,0$;
- при содержании G_{VF} от 95 % до 98 % $\pm 8,0$.

(Измененная редакция, Изм. №1)

8.2.2. Определение погрешности измерений массы сырой нефти без учета воды (массы нефти (заменителя нефти)).

Относительную погрешность измерений массы нефти (заменителя нефти) определяют по формуле

$$\delta G_O = \frac{G_O^{i,j} - G_{Oref}^{i,j}}{G_{Oref}^{i,j}} \cdot 100\% \quad (9)$$

где $G_L^{i,j}$ – массовый расход жидкой фазы при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, т/ч, измеренный расходомером;

$G_{Lref}^{i,j}$ – массовый расход жидкой фазы при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, т/ч, измеренный эталоном.

Относительная погрешность измерений массы нефти δG_O , %, не должна превышать:

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

(Измененная редакция, Изм. №1)

8.2.3. Определение абсолютной погрешности измерений содержания объемной доли воды.

Абсолютную погрешность измерений содержания объемной доли воды ΔWLR , %, определяют по формуле

$$\Delta WLR = WLR^{i,j} - WLR_{ref}^{i,j} \quad (10)$$

где $WLR^{i,j}$ – объемная доля воды, измеренная расходомером при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, %;

$WLR_{ref}^{i,j}$ – объемная доля воды, измеренная эталоном при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, %.

Абсолютная погрешность измерений содержания объемной доли воды ΔWLR , не должна превышать, %:

- при содержании G_{VF} от 0 % до 85 % $\pm 2,0$;
- при содержании G_{VF} от 85 % до 95 % $\pm 3,0$;
- при содержании G_{VF} от 95 % до 98 % $\pm 4,0$.

8.2.4. Определение относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям.

Относительную погрешность измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, δQ_G , %, определяют по формуле

$$\delta Q_G = \frac{Q_G^{i,j} - Q_{Gref}^{i,j}}{Q_{Gref}^{i,j}} \cdot 100\% \quad (11)$$

где $Q_G^{i,j}$ – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, м³/ч, измеренный расходомером;

$Q_{Gref}^{i,j}$ – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, при i -м измерении в j -й точке таблицы 2, м³/ч, измеренный эталоном.

Относительная погрешность измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, не должна превышать %:

- при содержании *GVF* от 0 % до 25 % $\pm 7,0$;
- при содержании *GVF* от 25 % до 98 % $\pm 5,0$.

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. Положительные результаты поверки расходомера оформляют протоколами и свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с требованиями действующей нормативной документации. При этом в свидетельстве о поверке указывается способ проведения поверки (поэлементный или проливной) и на оборотной стороне свидетельства о поверке геометрические характеристики трубки Вентури, а при проливной поверке – наименование эталона, с использованием которого проводилась поверка.

9.2. Отрицательные результаты поверки оформляются извещением о непригодности в соответствии с требованиями действующей нормативной документации, при этом поверительное клеймо гасится, предыдущее свидетельство о поверке аннулируется.