

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

М.П.

« 22 » апреля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ МНОГОФАЗНЫЕ МФР.0704-01

Методика поверки

МП 1626-9-2024

Начальник научно-
исследовательского отдела

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

г. Казань

2024 г.

РАЗРАБОТАНА	ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
ИСПОЛНИТЕЛИ	А.А. Горынцев
СОГЛАСОВАНА	ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

1 Общие положения

Данная методика поверки распространяется на расходомеры многофазные МФР.0704-01 (далее – расходомеры) и устанавливает методику и средства первичной и периодической поверок.

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

Т а б л и ц а 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значения					
	Исполнения					
	МФР.0704-01	МФР.0704-01.01	МФР.0704-01.02	МФР.0704-01.03	МФР.0704-01.04	МФР.0704-01.05
Диапазон измерений массового расхода жидкой смеси в составе НГВС, т/ч	от 1 до 20		от 2,5 до 50		от 3,5 до 70	
Диапазон измерений объемного расхода свободного попутного нефтяного газа при рабочих условиях в составе продукции скважины, м³/ч	от 0,1 до 200		от 0,25 до 500		от 0,35 до 700	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения массы и массового расхода скважинной жидкости						
- при вязкости нефти в пластовых условиях до 200 мПа·с	± 2,5 %					
- при вязкости нефти в пластовых условиях 200 мПа·с и более	± 10 %					
Пределы допускаемой основной относительной 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 % вкл.	±6 %					
- от 70 % до 95 % вкл.	±15 %					
- свыше 95 %	не нормируется					
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений объема свободного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям	±5 %					

При проведении поверки расходомеров используются эталоны в соответствии с ГОСТ 8.637-2013 «Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков», обеспечивается прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному специальному эталону единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011 (далее – 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	Номер раздела	Проведение операции при	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

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 без учета воды, объема и объемного расхода свободного 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	°С	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 температура окружающего воздуха, относительная влажность воздуха и атмосферное давление не должны превышать значений, указанных в технической документации применяемого эталона.

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

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-го разряда, рег. № 3.2.ДОЖ.0001.2015; Рабочий эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей 2-го разряда, рег. № 3.7.АВС.0001.2021

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1.1 Определение метрологических характеристик расходомера в поверочной лаборатории	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры $\pm 0,4$ °С, 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 $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный номер 46434-11, диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С, влажности от 0 до 98 %, давления от 300 до 1100 гПа, пределы относительной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С, влажности ± 3 %, давления $\pm 2,5$ гПа
<p>Примечания:</p> <p>1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью;</p> <p>2 Эталоны и средства измерений, 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.</p>		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, действующие в помещениях, где проводится поверка, и 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. Результаты проверки считают удовлетворительными, если не обнаружено механических повреждений и не нарушена герметичность монтажных соединений.

7.2 Проверяют соответствие комплектности расходомера, указанной в технической документации, соответствие мест установки и присоединения компонентов. Результаты поверки 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 поверки 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.

8.2 Опробование

Опробование расходомера проводят на эталонах 1-го или 2-го разряда в поверочной лаборатории, либо на месте эксплуатации.

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.

8.3 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.

9 Проверка программного обеспечения

Определение идентификационных данных программного обеспечения:

- согласно эксплуатационным документам расходомера получить доступ к информационному окну, в котором отображаются идентификационные данные программного обеспечения;

- считать идентификационные данные программного обеспечения.

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 или 2-го разрядов в поверочной лаборатории;
- 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 без учета воды, объемного расхода свободного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, с помощью эталона 1-го или 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, измеренного эталоном 1-го или 2-го разрядов, 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 $WLR, \%$	Массовый расход жидкости $G_L, \text{т/ч}$	Объемная доля газа, $GVF, \%$
1.1	0-70	$G_{L\text{мин}}$	0-30
1.2		$G_{L\text{ср}}$	
1.3		$G_{L\text{макс}}$	
1.4		$G_{L\text{мин}}$	30-60
1.5		$G_{L\text{ср}}$	
1.6		$G_{L\text{макс}}$	
1.7		$G_{L\text{мин}}$	60-90
1.8		$G_{L\text{ср}}$	
1.9		$G_{L\text{мин}}$	90-95

Продолжение таблицы 5

№ точки	Объемная доля воды $WLR, \%$	Массовый расход жидкости $G_L, \text{т/ч}$	Объемная доля газа, $GVF, \%$
2.1	70-95	$G_{L\text{мин}}$	0-30
2.2		$G_{L\text{ср}}$	
2.3		$G_{L\text{макс}}$	
2.4		$G_{L\text{мин}}$	30-60
2.5		$G_{L\text{ср}}$	
2.6		$G_{L\text{макс}}$	
2.7		$G_{L\text{мин}}$	60-90
2.8		$G_{L\text{ср}}$	
2.9	70-95	$G_{L\text{мин}}$	90-95

Примечания:

1. $G_{L\text{макс}}$ и $G_{L\text{мин}}$ – максимальный и минимальный расход жидкости, измеряемый расходомером согласно эксплуатационной документации или воспроизводимый эталоном в зависимости от технической возможности эталона, т/ч;
2. $G_{L\text{ср}}$ – средний расход жидкости, равный $(G_{L\text{макс}} + G_{L\text{мин}})/2$, т/ч
3. Фактический объем проведенных испытаний может быть изменен в ходе проведения испытаний. Фактический объем проведенной поверки приводят в протоколах испытаний.

10.1.2 Определение относительной погрешности при измерении массового расхода скважинной жидкости, массового расхода скважинной жидкости без учета воды, 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 без учета воды 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 -ой точке определяют по формуле

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

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

$G_{Lij}^{\text{э}}$ – массовый расход жидкости, измеренный эталоном 1-го или 2-го разрядов при i -м измерении в j -ой 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 без учета воды и свободного газа δG_{0ij} , %, в j -ой точке определяют по формуле

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

- где G_{0ij} – массовый расход имитатора нефти (скважинной жидкости без учета воды и газа), измеренный расходомером при i -м измерении в j -ой точке, т/ч;
 G_{0ij}^3 – массовый расход имитатора нефти, измеренный эталоном 1-го или 2-го разрядов при i -м измерении в j -ой точке, т/ч.

Значение относительной погрешности измерений массы и массового расхода скважинной жидкости без учета воды и свободного 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), приведенного к стандартным условиям $\delta Q_{Гij}$, %, в j -ой точке определяют по формуле

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

- где $Q_{Гij}$ – объемный расход газа (воздуха), приведенный к стандартным, измеренный расходомером при i -м измерении в j -ой точке, т/ч;
 $Q_{Гij}^3$ – объемный расход газа (воздуха), измеренный 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 ± 5 %.

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 считают 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.

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.

12.2 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 (в случае, если делалась запись о проведенной поверке);
- в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению.

При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают.