

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

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ СИ –
Первый заместитель директора
по научной работе –
Заместитель директора по качеству
ФГУП «ВНИИР»



В.А. Фафурин

«15» декабря 2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений
Расходомеры многофазные Alpha.
Методика поверки
МП 0341-9-2015

г.р. 64321-16

Казань
2015 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Левин К.А.,

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на расходомеры многофазные Alpha (далее - расходомеры) производства Weus Holding Inc (США) и применяемые для измерения количества нефти, газа и воды в объемных и массовых единицах в многофазных потоках на газовых, газоконденсатных и нефтяных скважинах, а так же на объектах подготовки и переработки нефти и газа, как самостоятельно, так и в составе измерительных систем без предварительной сепарации.

Интервал между поверками – четыре года.

1. Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные 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
Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) системы	6.2	Да	Да
Внешний осмотр	6.3	Да	Да
Опробование	6.4	Да	Да
Определение метрологических характеристик	6.5	Да	Да

2. Средства поверки

2.1. Первичную поверку проводят проливным способом. При первичной поверке расходомеров используют:

- Государственный первичный специальный эталон массового расхода многофазной среды ГЭТ 195-2011 (далее – ГЭТ 195)
или
- рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда по ГОСТ 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков» (далее – рабочие эталоны);

Примечание:

диапазоны воспроизводимого рабочими эталонами массового расхода ГЖС и объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, могут отличаться от указанных в ГОСТ 8.637;

2.2. Периодическую поверку расходомеров допускается проводить и проливным способом и поэлементным способом.

2.2.1. Допускается выполнение периодической поверки поэлементным способом при условии, что¹:

- отсутствует возможность доставки рабочего эталона 2-го разряда на место установки расходомера;
- расходомер установлен на морской буровой платформе;

2.2.2. - расходомер не может быть отсоединен для поверки от трубопровода без длительной остановки технологического процесса измерений/учета.

2.2.3. При периодической поверке поэлементным способом используют:

¹ Окончательное решение о способе проведения поверки (проливным или поэлементным способом) принимается организацией, аккредитованной на право проведения поверки расходомеров, с учетом положений п.2.2 настоящей методики.

– средства поверки, указанные в нормативном документе (НД) на методику поверки средств измерений (СИ), входящих в состав расходомера;

– нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм, 18-50 мм, 500-100 мм, погрешность $\pm 0,0035$ мм по ГОСТ 9244-75 «Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические требования»;

– нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм, 100-160 мм, 160-250 мм, погрешность $\pm 0,01$ мм по ГОСТ 868-82 «Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия»;

– набор принадлежностей к плоскопараллельным концевым мерам по ГОСТ 4119-76 «Наборы принадлежностей к плоскопараллельным концевым мерам длины. Технические условия»;

– набор концевых мер длины плоскопараллельных № 1 класса точности 3 по ГОСТ 9038-90 «Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия»;

2.2.4. При периодической поверке проливным способом используют эталоны, указанные в п. 2.1.

3. Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

– ПБ 08-624-03 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», а также другими действующими отраслевыми нормативными документами (НД);

– правилами безопасности при эксплуатации используемых средств измерений (далее – СИ), приведенными в их эксплуатационной документации;

– правилами технической эксплуатации электроустановок;

– правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

4. Условия поверки

4.1. При проведении поверки проливным способом соблюдают условия, указанные в правилах хранения и применения ГЭТ 195 или рабочих эталонов.

4.2. При проведении поверки поэлементным способом соблюдают условия указанные в разделах «Условия поверки» в НД на методику поверки всех СИ, входящих в состав системы.

5. Подготовка к поверке

При подготовке к поверке проводят работы в соответствии с эксплуатационными документами систем и НД на методики поверки СИ, входящих в состав системы.

6. Проведение поверки

6.1. Проводят проверку наличия технической документации, указанной в комплектности поставки расходомера (только при первичной поверке). В случае отсутствия документации результат поверки считают отрицательным.

6.2. Проводят идентификацию ПО системы. ПО должно иметь идентификационные признаки, соответствующие указанным в таблице 2.

Т а б л и ц а 2. Идентификационные данные ПО системы:

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AFC Runtime Application (for Windows CE)
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 1.09.06

ПО	
Цифровой идентификатор ПО	-

6.2.1. Проверяют наличие сигнала от всех модулей и СИ в составе расходомера и отсутствие сообщений об ошибках.

6.2.2. Если идентификационные данные ПО не соответствуют указанным в таблице 2, или сервисный компьютер выводит сообщения об ошибках, результаты поверки считают отрицательными.

6.3. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие системы следующим требованиям:

- комплектность системы должна соответствовать технической документации;
- на компонентах системы не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах системы должны быть четкими и соответствовать технической документации.

6.4. Опробование

6.4.1. Опробование проводят в соответствии с НД на поверку СИ, входящих в состав системы.

6.4.2. Проверяют действие и взаимодействие компонентов системы в соответствии с эксплуатационными документами.

6.5. Определение метрологических характеристик проливным способом

6.5.1. Определение метрологических характеристик при проведении первичной поверки или периодической поверки проливным способом проводят с использованием средств поверки по п. 2.1 (далее – эталонов расхода газожидкостной смеси (ГЖС))

Подключают расходомер в измерительную линию эталона расхода ГЖС. На эталоне воспроизводят поток ГЖС с параметрами, указанными в таблице 3. По установлении стационарного режима работы эталона ГЖС в каждой точке таблицы 3 сравнивают значения параметров, воспроизведенных эталоном ГЖС со значениями параметров, измеренных расходомером. В каждой точке проводят не менее одного измерения.

Т а б л и ц а 3. Параметры ГЖС при поверке проливным способом.

№	Расход жидкости, Q_L , т/ч	Объемная доля воды в жидкой фазе, WLR , % об. доли	Объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, Q_G , м ³ /ч
1	$(0,0 - 0,35) \cdot Q_L^{\max}$	От 0 до 35	$(0,0 - 0,35) \cdot Q_G^{\max}$
2		От 35 до 70	$(0,35 - 0,7) \cdot Q_G^{\max}$
3		От 70 до 100	$(0,7 - 1,0) \cdot Q_G^{\max}$
4	$(0,35 - 0,7) \cdot Q_L^{\max}$	От 0 до 35	$(0,0 - 0,35) \cdot Q_G^{\max}$
5		От 35 до 70	$(0,35 - 0,7) \cdot Q_G^{\max}$
6		От 70 до 100	$(0,7 - 1,0) \cdot Q_G^{\max}$
7	$(0,7 - 1,0) \cdot Q_L^{\max}$	От 0 до 35	$(0,0 - 0,35) \cdot Q_G^{\max}$
8		От 35 до 70	$(0,35 - 0,7) \cdot Q_G^{\max}$
9		От 70 до 100	$(0,7 - 1,0) \cdot Q_G^{\max}$

Q_L^{\max} - максимальный расход жидкости, воспроизводимый эталоном или максимальный расход, измеряемый расходомером согласно его описанию типа, т/ч

Q_G^{\max} - максимальный расход газа, приведенный к стандартным условиям, воспроизводимый эталоном или максимальный расход, измеряемый расходомером согласно его описанию типа, м³/ч

При каждом i -м измерении в j -й точке расхода относительная погрешность измерений величины 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 величины;

Q_{ij} - показания или значения выходного сигнала расходомера при i -м измерении в j -й точке расхода, т/ч

Q_{ij}^{ref} - показания или значения выходного сигнала эталона при i -м измерении в j -й точке расхода, т/ч

При каждом i -м измерении в j -й точке расхода абсолютная погрешность измерений величины определяется по формуле:

$$\Delta Q_{ij} = Q_{ij} - Q_{ij}^{ref} \quad (2)$$

Результаты поверки проливным способом считают положительными, если метрологические характеристики соответствуют указанным в таблице 4 (для моделей Alpha VS и Alpha VS/R) или в таблице 5 (для моделей Alpha VS/R/D).

Т а б л и ц а 4. Пределы допустимых значений основных погрешностей измерения расхода для моделей: Alpha VS Alpha VS/R

Давление ≈ 100 бар	Влажный газ, тип I		Влажный газ, тип II
	$0 < X_{лм}^* \leq 0.02$ $99 \div 100\% \text{ GVF}^{**}$		$0.02 < X_{лм} \leq 0.40$ $90 \div 99\% \text{ GVF}$
Основная относительная погрешность при измерении количества газа	$\pm 4\%$		$\pm 4\%$
Основная относительная погрешность при измерении количества жидкости	Не нормируется		$\pm 10\%$
Основная абсолютная погрешность при измерении количества жидкости	$\pm 0,24 \text{ м}^3/\text{сут}$ на каждые 28,3 тыс. м^3 газа.		Не нормируется
Абсолютная погрешность измерения содержания объемной доли воды ¹ , %	$90\% < \text{GVF} < 98\%$ ± 4		$98\% < \text{GVF} < 100\%$ ± 10
	Многофазная среда		
	$1 < X_{лм} \leq 0.50$ $0\% < \text{GVF} < 20\%$	$1 < X_{лм} \leq 0.50$ $20\% < \text{GVF} < 80\%$	$1 < X_{лм} \leq 0.50$ $80\% < \text{GVF} < 90\%$
Основная относительная погрешность при измерении количества газа	Не нормируется	$\pm 20\%$	$\pm 10\%$
Основная относительная погрешность при измерении количества жидкости	$\pm 10\%$		
Абсолютная погрешность измерения содержания объемной доли воды ^{***} , %	$10\% < \text{GVF} < 20\%$ ± 2	$20\% < \text{GVF} < 90\%$ ± 3	$80\% < \text{GVF} < 90\%$ ± 3
* $X_{лм}$ – Число Локхарта - Мартинелли			
** GVF - Объемная доля газа, как отношение объемного расхода газа к объемному расходу нефтегазоводяной смеси			
*** – Абсолютная погрешность измерения содержания объемной доли воды при $\text{GVF} \leq 10\%$ согласно документации на Измеритель обводненности Red Eye MP			

Таблица 5. Пределы допустимых значений основных погрешностей измерения расхода для моделей VS/R/D.

Давление \approx 100 бар GVF, %	Многофазный поток			Влажный газ	
	0 < GVF < 20	20 < GVF < 80	80 < GVF < 90	Тип II 90 < GVF < 99	Тип I 99 < GVF < 100
Основная относительная погрешность измерения объема газа, %	± 5	± 5	± 5	± 4	± 4
Основная относительная погрешность измерения объема жидкости	$\pm 2,5$	± 5	± 7	± 10	$\pm 12 \text{ м}^3/\text{сут}^*$
При содержании газа в газожидкостной среде (GVF), %	10 < GVF \leq 20	20 < GVF \leq 90		90 < GVF \leq 98	98 < GVF \leq 99,5
Абсолютная погрешность измерения содержания объемной доли воды**, %	± 2	± 3		± 4	± 10
* для GVF свыше 98 % указаны основная абсолютная погрешность измерения объема жидкости.					
** – Абсолютная погрешность измерения содержания объемной доли воды при GVF \leq 10% согласно документации на Измеритель обводненности Red Eye MP					

Если в какой либо точке таблицы 3 точность измерений определенной величины (расхода газа, жидкости, содержания объемной доли воды) не удовлетворяют пределам, указанным в таблицах 4 и 5 для соответствующей модели расходомера, то заново проводят измерения этой величины. Если погрешность измерений в этой точке снова не соответствует пределам, указанным в в таблицах 4 и 5 для соответствующей модели расходомера, результаты поверки считают отрицательными.

6.6. Определение метрологических характеристик расходомеров при проведении периодической поверки поэлементным способом.

6.6.1. Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав расходомера, проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 – СИ и методики их поверки

Наименование СИ	НД
Измеритель обводненности Red Eye (Госреестр СИ № 47355-11)	«Инструкция. Измерители обводненности Red Eye® модели Red Eye® 2G и Red Eye® Multiphase. Методика поверки», разработана и утверждена ФГУП «ВНИИМС», 2011 г.
Плотномеры радиоизотопные DensityPRO (Госреестр СИ № 51746-12)	МП 71-241-2012 «ГСИ.Плотномеры радиоизотопные DensityPro, DensityPRO+ и SGD/O. Методика поверки», утверждена ФГУП «УНИИМ», 2012 г.

Если для одного из СИ получен отрицательный результат поверки, результат поверки расходомера считают отрицательным.

6.6.2. Проверка геометрических параметров трубки Вентури.

Внутреннюю поверхность трубки Вентури промывают и отчищают от следов нефти, после чего проводят контроль ее геометрических параметров с применением нутромеров по п. 2.2.1.

6.6.2.1. Геометрический контроль диаметра горловины трубки Вентури выполняют измерением диаметра горловины в трех плоскостях с использованием нутромера по ГОСТ 9244.

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.

Рассчитывают значения диаметров горловины d_i как среднее арифметическое значение результатов измерений диаметров горловины в каждой из перечисленных плоскостей.

Для каждого i -го результата измерений проверяют выполнение условия:

$$\delta d_i = \frac{d_i - d^{ref}}{d^{ref}} \cdot 100\% \leq 0,1\% \quad (3)$$

где d_i - диаметр горловины при i -м измерении, мм;

d^{ref} - заводское значение диаметра горловины, мм.

Если хотя бы одно значение относительной погрешности измерения диаметра горловины превышает $\pm 0,1\%$, повторно проводят серию из четырех измерений в соответствующей плоскости. Если условие (3) повторно не выполняется, поверку прекращают до устранения причин невыполнения этого условия. По устранении причин заново проводят геометрический контроль горловины трубки Вентури. Если условие (3) повторно не выполняется, поверку прекращают, результаты поверки считают отрицательными.

6.6.2.2. Геометрический контроль диаметра входной цилиндрической части трубы Вентури.

Проверку диаметра входного цилиндрического участка трубы Вентури выполняют измерением диаметра в трех плоскостях с использованием нутромера по ГОСТ 9244 или по ГОСТ 868.

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

Рассчитывают значения диаметров цилиндрического входного участка D_i как среднее арифметическое значение результатов измерений диаметров цилиндрического входного участка в каждой из перечисленных плоскостей.

Для каждого i -го результата измерений проверяют выполнение условия:

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

где D_i - диаметр горловины при i -м измерении, мм;

D^{ref} - заводское значение диаметра горловины, мм.

Если хотя бы одно значение относительной погрешности измерения диаметра горловины превышает $\pm 0,4\%$, 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 входного участка трубки Вентури. Если условие

(4) повторно не выполняется, поверку прекращают, результаты поверки считают отрицательными.

6.6.3. Определение метрологических характеристик многопараметрического преобразователя IMV 25 или IMV 30 в составе многофазных расходомеров.

6.6.3.1. Определение погрешности каналов измерений давления и разности давлений проводят не менее чем в пяти точках измеряемых диапазонов, достаточно равномерно распределенных по диапазонам измерения. Погрешность определяют в каждой точке, как при повышении давления, так и при понижении. Подключение эталонных средств измерений давления к преобразователю проводят в соответствии с МИ 1997-89 «Рекомендация. ГСИ. Преобразователи давления измерительные. Методика поверки».

6.6.3.2. При поверке канала измерений разности давлений эталонное значение давления подается на вход Н преобразователя, а вход L соединяется либо с опорной камерой датчика давления, либо с атмосферой.

6.6.3.3. При поверке канала измерений абсолютного давления эталонное давление подается на вход Н преобразователя, при этом вход 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 с погрешностью не более $\pm 0,05$ %. Измерительную информацию считывают либо с дисплея преобразователя, либо с подключенного персонального компьютера. При поверке аналогового канала давления информация считывается с соответствующего электроизмерительного прибора (см. МИ 1997).

6.6.3.4. Погрешность δP , % рассчитывается по формуле

$$\delta P = \frac{P - P_{ref}}{P_{max}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где P - измеренное значение давления;

P_{ref} - заданное значение давления;

P_{max} - верхний предел настроенного диапазона измерений давления.

Результаты поверки для цифрового выхода считают положительными, если рассчитанная погрешность по формуле (5) не превышает:

$\pm 0,05$ % от верхней границы настроенного диапазона (ВНГД), при $\text{ВНГД} > 0,1 \text{ВГД}$,
ВГД – верхняя граница диапазона

$\pm \left(0,005 \cdot \frac{\text{ВГД}}{\text{ВНГД}} \right)$ % от ВГНД при $\text{ВНГД} < 0,1 \text{ВГД}$.

6.6.3.5. Для аналогового токового выхода погрешность определяют в соответствии с МИ 1997. Результаты поверки считают положительными, если δP не превышает

$\pm 0,075$ % от ВГНД при $\text{ВНГД} > 0,1 \text{ВГД}$;

$\pm \left(0,025 + 0,005 \cdot \frac{\text{ВГД}}{\text{ВНГД}} \right)$ % от ВГНД при $\text{ВНГД} < 0,1 \text{ВГД}$.

6.6.3.6. Определение погрешности канала измерений температуры проводят в точках T_{min} , $0,25T_{max}$, $0,5T_{max}$, $0,75T_{max}$, T_{max} . Значения T_{min} , T_{max} соответствуют нижнему и верхнему пределу настроенного диапазона измерений температуры.

К преобразователю подключают магазин сопротивлений и устанавливают на нем сопротивление, имитирующее заданную температуру T_{ref} . Считывают измеренное значение температуры с дисплея преобразователя либо с подключенного к преобразователю персонального компьютера. Значения сопротивлений, устанавливаемых на магазине сопротивлений, рассчитывают по ГОСТ 6651 для термопреобразователей Pt100.

6.6.3.7. Рассчитывают погрешность ΔT по формуле

$$\Delta T = T - T_{ref}. \quad (6)$$

Результаты считают положительными, если рассчитанная погрешность ΔT не превышает $\pm 0,28$ °С.

7. Оформление результатов поверки

7.1. При положительных результатах поверки системы оформляют свидетельство о поверке с указанием способа поверки (проливная или поэлементная). Свидетельство о поверке так же должно содержать информацию, требуемую обязательными НД.

7.2. При отрицательных результатах поверки систему к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности в соответствии с требованиями обязательных НД.