

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 по
развитию

А. С. Тайбинский

« 18 » февраля

2022 г.

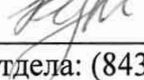


Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ LEFM 3XXSI

Методика поверки
МП 1403-13-2022

Начальник отдела НИО-13


А.И. Горчев
Тел. отдела: (843)272-11-24

Казань
2022

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры ультразвуковые LEFM 3xxCi фирмы Sensia, LLC (далее – расходомеры) и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

Расходомеры ультразвуковые LEFM 3xxCi (далее – расходомеры) предназначены для измерений объемного расхода различных неагрессивных и агрессивных газов, в том числе природного и нефтяного газов при рабочих условиях.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы объемного и массового расхода газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 60 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Рабочее давление на поверяемой установке должно быть не более допустимого рабочего давления поверяемого расходомера.

Поверку имитационным методом на месте эксплуатации, допускается проводить в текущих условиях окружающей и измеряемой среды, соответствующим рабочим диапазонам расходомера.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на установки, и прошедшие инструктаж в установленном порядке.

Работы по проведению поверки установки допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда, поверочная среда: воздух при атмосферном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,2\%$ (при $p=0,95$)	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 4 до 6500 м ³ /ч (регистрационный № 3.2.ДУЮ.0002.2019)
	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда, поверочная среда: природный газ при избыточном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,25\%$ (при $p=0,95$)	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 500 до 70000 м ³ /ч (регистрационный № 3.7.EEE.0009.2021)
	Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90%; Пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0\%$. Диапазон измерений температуры от -20 до +60 С; Пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Диапазон	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный № 46434-11

	измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа. Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа.	
	Диапазон измерений температуры от минус 50 до плюс 199,99 °С. Пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,2$ °С.	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300-Н, регистрационный № 61806-15
	Диапазон измерений абсолютного давления от 0 до 4 МПа. Пределы приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,075\%$.	Преобразователь давления измерительный Cerabar S PMP 71, регистрационный № 41560-09
<p><i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</i></p>		

Так же при проведении поверки применяют:

5.2 Программное обеспечение LefmLink 2G, устанавливаемое на персональный компьютер, предназначено для конфигурирования, параметризации и диагностики расходомера.

5.3 При проведении поверки имитационным методом рекомендуется использование однокомпонентного неагрессивного газа с известными физическими свойствами, например, азот технический 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293-74 «Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия» или газ с известным компонентным составом определенном в аккредитованной химико-аналитической лаборатории.

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в:

- ГОСТ 12.2.007.0-75, Правилах устройства электроустановок (ПУЭ);
- правила техники безопасности, действующие в месте проведения поверки;
- эксплуатационной документации на установки;
- эксплуатационной документации на средства поверки и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

6.2 Источником опасности при проведении поверки является – электрический ток, применяемый для работы поверочного оборудования.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре проверяют:

- свидетельство о поверке расходомера (при наличии), запись о проведенной поверке в информационном фонде по обеспечению единства измерений при периодической поверке;

- отсутствие механических повреждений расходомера и других дефектов, препятствующих его функционированию в соответствии с эксплуатационной документацией;
- комплектность;
- соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации.
- Наличие пломб в соответствии с описанием типа.

При невыполнении одного из вышеуказанных условий, результаты поверки считаются отрицательными, дальнейшая поверка не проводится.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее – ПК) и установленной на ПК программы управления и диагностики (LefmLink 2G) либо непосредственно при помощи встроенного интерфейса дисплея расходомера. Убедиться в отсутствии мигающих сигналов индикаторов Alarm и Warning. При необходимости проводится квитиование сообщений в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2 При поверке расходомеров проливным методом убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении расхода газа в поверочной установке.

8.3 Расходомер считают выдержавшим проверку, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) показаний расходомера.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку идентификационных признаков ПО проводят в следующем образом: при включении питания, на начальном экране отображается номер встроенной в ПЗУ программы, номер версии и контрольная сумма, расходомер считается прошедшим проверку, если идентификационные данные соответствуют указанным в описании типа.

При отрицательных результатах проверки программного обеспечения расходомер дальнейшей поверке не подлежит.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Определение метрологических характеристик проводится либо имитационным(косвенным) методом, либо проливным методом на установке.

10.1. Определение относительной погрешности измерения расхода газа.

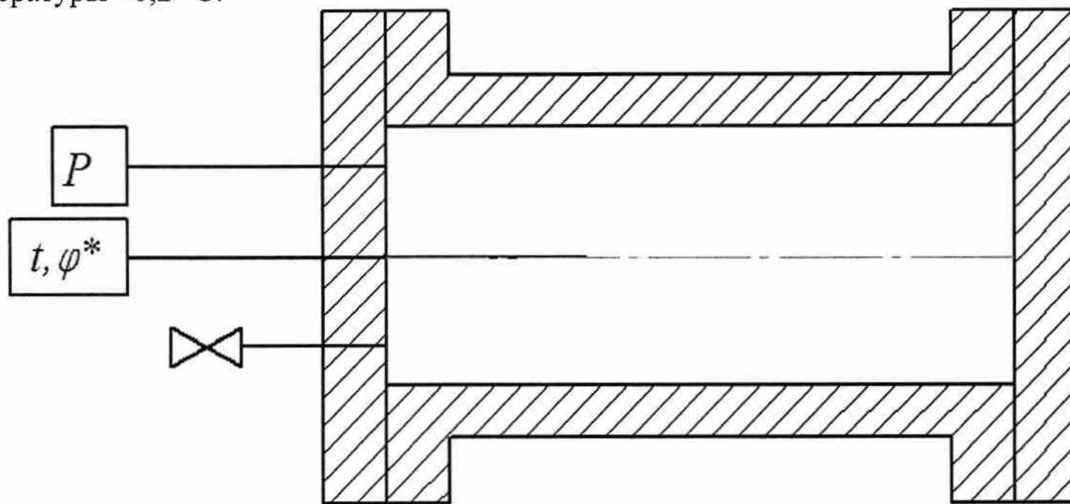
10.1.1 Определение метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом.

Имитационный метод поверки расходомера может проводиться без снятия с измерительной линии. Данный метод может быть применен только в том случае, если отрезок трубопровода с вмонтированным расходомером газа, может быть полностью перекрыт и в измерительном корпусе полностью отсутствует поток газа.

В случае снятия расходомера с измерительной линии для проведения поверки имитационным методом рекомендуется проведение следующих операций обеспечивающих согласование температур среды и корпуса расходомера: расходомер помещается в контрольное помещение, закрывается с обеих сторон фланцами и выдерживается не менее 3 часов при стабильной температуре окружающей среды. Давление среды в корпусе расходомера должно быть не менее 0,2 МПа. Расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей или другому тепловому воздействию, так как это может вызвать внутри него конвекционные потоки.

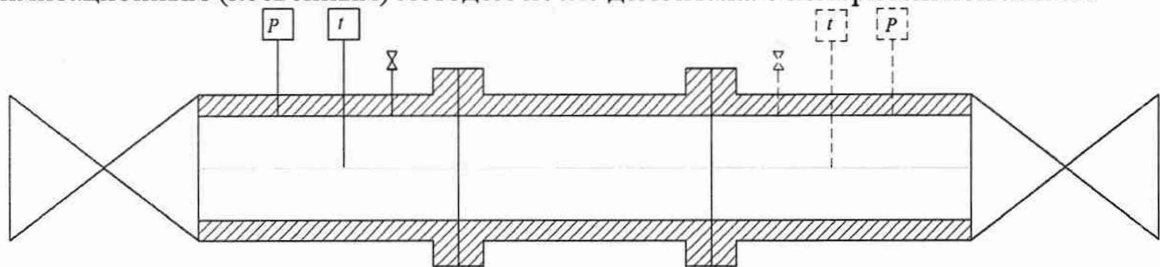
Поверяемым расходомером проводят измерения скорости звука и скорости газа. Измерения проводятся в течение 5 минут с усреднением полученных результатов. На все

время проведения измерений контролируется значения давления и температуры измеряемой среды. Погрешность измерения (с учетом дрейфа) давления не должна превышать $\pm 0,1\%$, температуры $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.



P- преобразователь давления, t – термометр, φ- гигрометр
*- при необходимости

Рисунок 1. Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом после демонтажа с измерительной линии.



P- преобразователь давления, t – термометр

Рисунок 2. Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом без демонтажа с измерительной линии.

При определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом без демонтажа с измерительной линии допускается располагать преобразователь давления и термометр как до расходомера, так и после расходомера в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на расходомер.

Расходомер считается прошедшим поверку, если при проведении поверки после демонтажа с измерительной линии:

- для каждой пары приемопередатчиков полученное значение скорости газа не превышает $\pm 0,024\text{ м/с}$,
- значение средней скорости звука отличается от расчетной величины не более чем на $\pm 0,3\%$;
- взаимные отклонения значений скорости звука друг от друга по лучам не превышают $0,3\%$;

либо при проведении поверки без демонтажа с измерительной линии:

- для каждой пары приемопередатчиков полученное значение скорости газа не превышает $\pm 0,024\text{ м/с}$,
- значение средней скорости газа не превышает $\pm 0,006\text{ м/с}$
- значение средней скорости звука отличается от расчетной величины не более чем на $\pm 0,3\%$;
- взаимные отклонения значений скорости звука друг от друга по лучам не превышают $0,3\%$.

Расчет теоретической скорости звука необходимо проводить на основании усредненных данных о температуре, давлении и компонентном составе измеряемой среды по алгоритмам на основе данных, аттестованных в качестве стандартных справочных данных категорий СТД или СД (для природного газа рекомендуется использовать ГОСТ 30319.1 или формулу (26) ГОСТ Р 8.662-2009 (ИСО 20765-1:2005), а так же с помощью программно-вычислительных комплексов, аттестованных в установленном порядке.

Примечание при проведении поверки имитационным методом рекомендуется заполнять корпус расходомера однокомпонентным газом (например, азот технический 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293-74 «Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия») при давлении не ниже 0,8 МПа.

10.1.2 Определение метрологических характеристик расходомера проливным методом с помощью поверочной установки.

Допускается проводить поверку в одном из поддиапазонов при этом значение $0,01Q_{\max}$ отсчитывается от Q_{\max} поддиапазона № 1. Точностные характеристики при этом не изменяются.

Таблица 3 - Настраиваемые поддиапазоны

Поддиапазон	Диапазон объемного расхода
Поддиапазон № 1	от Q_{\min} до Q_{\max}
Поддиапазон № 2	от Q_{\min} до $0,7Q_{\max}$
Поддиапазон № 3	от Q_{\min} до $0,5Q_{\max}$
Поддиапазон № 4	от Q_{\min} до $0,3Q_{\max}$
Поддиапазон № 5	от $0,01Q_{\max}$ до Q_{\max}
Поддиапазон № 6	от $0,01Q_{\max}$ до $0,7Q_{\max}$
Поддиапазон № 7	от $0,01Q_{\max}$ до $0,5Q_{\max}$
Поддиапазон № 8	от $0,01Q_{\max}$ до $0,3Q_{\max}$
Поддиапазон № 9	от $0,05Q_{\max}$ до Q_{\max}
Поддиапазон № 10	от $0,05Q_{\max}$ до $0,7Q_{\max}$
Поддиапазон № 11	от $0,05Q_{\max}$ до $0,5Q_{\max}$
Поддиапазон № 12	от $0,05Q_{\max}$ до $0,3Q_{\max}$

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$ и $0,1Q_{\max}$. Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

Производится не менее 3 измерений на каждом расходе. На каждом значении расхода проводят не менее пяти измерений.

Значения объемного расхода, полученные по показаниям расходомера Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле:

$$Q_{ic} = Q_{icn} \frac{P_e T_i z_i}{P_i T_e z_e}, \quad (1)$$

где P_e – давление газа на участке эталонных преобразователей;

P_i – давление газа на участке поверяемого расходомера;

T_e – температура газа на участке эталонных преобразователей;

T_t – температура газа на участке поверяемого расходомера;

z_t – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемых расходомеров;

z_e – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Определяют относительную погрешность расходомера по формуле

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где Q_{etal} – расход по показаниям поверочной установки, м³/ч.

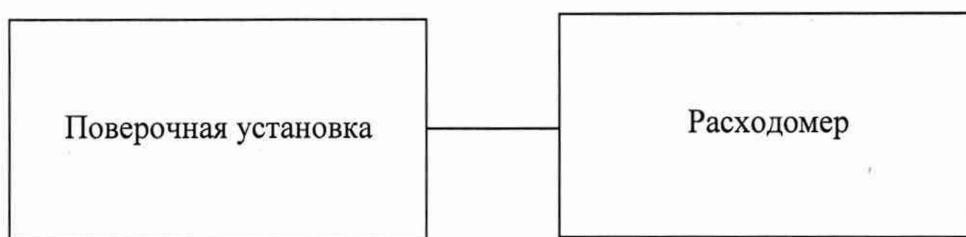


Рисунок 3. Схема подключения расходомера к установке

Расходомер считается прошедшим поверку, если значение погрешности δ не превышает значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %:	
• при поверке проливным методом с использованием поверочной установки:	
$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 0,5$
$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 0,7$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе «Определение метрологических характеристик средства измерений» с метрологическими характеристикам, приведенными в описании типа.

Результаты поверки считаются положительными если метрологические характеристики полученные в п.10 соответствуют приведенным в описании типа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколами произвольной формы.

12.2 Знак поверки ставится в свидетельство о поверке (при заявлении), а также рядом с пломбой в соответствии с описанием типа.

12.3 При положительных результатах поверки расходомер признают годным к применению, оформляют свидетельство о поверке (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и

содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд. Также указывается в каком поддиапазоне поверен расходомер.

12.4 Если расходомер по результатам поверки признан непригодным к применению выписывают извещение о непригодности к применению (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд.