


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
02 марта 2017 г.



ИНСТРУКЦИЯ


Государственная система обеспечения единства измерений

**КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ «ГИПЕРФЛОУ-УС»
ИСПОЛНЕНИЙ «Р», «С», «Т»**

Методика поверки
МП 0453-13-2016

с изменением №1

Начальник отдела НИО-13


А.И. Горчев
Тел. отдела: 8(843) 272-01-12

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»
ООО «НПО «Вымпел»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на комплексы измерительные ультразвуковые «ГиперФлоу-УС» исполнений «Р», «С», «Т» (далее – КИУ «ГиперФлоу-УС») и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 4 года.

Инструкция разработана на основе ГОСТ 8.324-2002.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п.п.	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	6.1	+	+
2	Опробование	6.2	+	+
3	Определение погрешностей измерительных каналов	6.3	+	+
4	Определение погрешности преобразования значения расхода газа в частотный сигнал	6.4	+	+
5	Определение погрешности измерения расхода и объема газа			
5.1	При помощи поверочной установки	6.5	+	+
5.2	Поверка имитационным методом	6.6	+	+
6	Определение погрешности измерения расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	6.7	+	+

Примечания:

- Первичная поверка КИУ «ГиперФлоу-УС» конструктивного исполнения «Р» всех классов точности проводится только на поверочных установках, периодическая поверка - на поверочных установках либо имитационным методом.
- Первичная поверка КИУ «ГиперФлоу-УС» конструктивного исполнения «С» класса точности А диаметром до 200 мм включительно проводится только на поверочных установках, периодическая поверка – на поверочных установках либо имитационным методом.
- Первичная и периодическая поверка КИУ «ГиперФлоу-УС» конструктивного исполнения «С» класса точности А диаметром свыше 200 мм, а также остальных классов точности проводится на поверочных установках либо имитационным методом.
- Первичная поверка КИУ «ГиперФлоу-УС» конструктивного исполнения «Т» проводится только имитационным способом с помощью стенда акустического КРАУ2.778.009 (п.6.6.3), периодическая поверка – любым имитационным способом.
- Допускаются следующие варианты проведения поверки:
 - имитационная поверка полностью проводится на месте установки поверяемого прибора без его демонтажа с трубопровода;
 - КИУ «ГиперФлоу-УС» демонтируется с трубопровода, поверка проводится в лаборатории;
 - в качестве первичного преобразователя используется акустический стенд.
- Проведение операций по п 6.6 выполняются в условиях неподвижной рабочей среды.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений (СИ):

- Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2013. СКО 0,05%, НСП 0,04%. Диапазон воспроизведения объемного расхода газа от 0,003 до 16 000 м³/ч;
- поверочная установка УРМЦ-10000, диапазон воспроизведения объемного расхода газа 32 – 10000 м³/ч, пределы допускаемой погрешности поверяемых СИ ±0,5%;

- поверочная установка УРМЦ-70000, диапазон воспроизведения объемного расхода газа 500 – 70000 м³/ч, пределы допускаемой погрешности поверяемых СИ ±0,5%;
- калибратор давления СРН6000 с комплектом эталонных датчиков, предел допускаемой основной погрешности измерения ±0,025%ВПИ, рег.№ 52030-12;
- частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/3, погрешность опорного генератора ±1x10⁻⁷, рег. № 32359;
- калибратор температуры КТ-1, задаваемые температуры от минус 50 до +140°С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры не более ±(0,05+0,0005·|t|) °С, рег.№ 29228-11.
- стенд акустический КРАУ2.778.009;
- программный комплекс «PoverkaUS»;
- программный комплекс «Расходомер-ИСО».

2.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке (сертификат о калибровке).

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки должны выполняться:

- правила безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенные в их эксплуатационной документации;
- правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации.

3.2 Все работы по монтажу и демонтажу поверяемых КИУ «ГиперФлоу-УС» выполняют при неработающей поверочной установке.

4 Условия поверки

4.1 Для установок с критическими соплами в качестве поверочного газа используется воздух. Для установок со счетчиками объемного расхода – природный газ или воздух.

Рабочее давление на поверяемой установке должно быть не более рабочего давления поверяемого КИУ «ГиперФлоу-УС» и определяться технологическими возможностями поверочной установки.

4.2. При проведении поверки на поверочных установках на воздухе соблюдают нормальные условия по ГОСТ 8.395-80:

- температура измеряемой среды, °С	20±5;
- температура окружающего воздуха, °С	20±5;
- относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7;
- изменение температуры измеряемой среды за время поверки, °С, не более	2

Поверку имитационным методом на месте эксплуатации, а также проливным методом на установках на природном газе допускается проводить в текущих условиях окружающей и измеряемой среды, соответствующим рабочим диапазонам КИУ «ГиперФлоу-УС» и/или поверочной установки.

5 Подготовка к поверке

5.1 На поверку должны быть представлены:

- КИУ «ГиперФлоу-УС»;
- руководство по эксплуатации (ВМПЛ1.456.013-01 РЭ, ВМПЛ1.456.013 РЭ в зависимости от конструктивного исполнения КИУ «ГиперФлоу-УС»);
- методика поверки.

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с элементами управления, режимами работы, программированием и методикой измерений.

Для проведения поверки на природном газе высокого давления должен быть представлен пакет документов, подтверждающих возможность установки КИУ на опасных производственных объектах.

Выдержка КИУ «ГиперФлоу-УС» перед поверкой после включения питания должна быть не менее 30 минут.

После установки КИУ «ГиперФлоу-УС» на поверочной установке проверяют герметичность мест подсоединения счетчика к поверочной установке.

5.2. Перед проведением поверки в поверяемый КИУ «ГиперФлоу-УС» вводятся параметры в соответствии с приложением А, включая параметры поверочной среды.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида КИУ «ГиперФлоу-УС» и составных частей требованиям эксплуатационной документации, комплектность;
- механические повреждения, влияющие на работоспособность КИУ «ГиперФлоу-УС», должны отсутствовать;
- резьбы на соединительных элементах (разъемах) не должны иметь сорванных ниток и забоин.
- наличие маркировок на составных частях и соответствие сведений, указанных на них, параметрам, указанным в формуляре;
- наличие мест пломбирования элементов, предназначенных для пломбирования КИУ «ГиперФлоу-УС».

6.2 Опробование

6.2.1 В режиме измерений наблюдают за показаниями давления, температуры, расхода и объема газа, даты и текущего времени по индикатору КИУ «ГиперФлоу-УС» и дисплею компьютера, с установленным на нем программным обеспечением «PoverkaUS». Проверяют конфигурационные параметры на соответствие их формуляру на КИУ или паспорту узла учета газа.

6.2.2 Опробование проводится при тех же условиях, что и поверка расходомера.

6.2.3 Результаты проверки работоспособности расходомера считают положительными, если индикация ошибок на встроенном индикаторе КИУ либо на установленном программном обеспечении «PoverkaUS» отсутствует.

6.2.4 Процедура подтверждения соответствия программного обеспечения КИУ включает в себя проверку:

- идентификационного наименования программного обеспечения;
- номера версии программного обеспечения;
- цифрового идентификатора (контрольной суммы) программного обеспечения.

При включении КИУ на встроенный индикатор КИУ выводится наименование, номер версии и контрольная сумма программного обеспечения. Идентификационные данные КИУ так же можно контролировать с помощью программного обеспечения «PoverkaUS».

Результат проверки соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные в ходе проверки данные соответствуют данным, указанным в описании типа КИУ.

6.3 Определение погрешностей измерительных каналов

6.3.1 Перед операцией поверки необходимо предварительно произвести коррекцию нулевого сигнала по каналу давления:

- 1) подается на соответствующий вход прибора давление, равное верхнему пределу измерения соответствующего канала прибора;
- 2) прибор выдерживается при заданном давлении в течение двух минут;
- 3) давление сбрасывается до атмосферного, выдерживается три минуты и далее показания данного канала прибора корректируются в соответствии с эксплуатационной документацией.

После корректировки **не допускается изменять положение датчика.**

6.3.2 Перед операцией поверки необходимо предварительно произвести коррекцию нулевого сигнала по каналу измерения расхода с помощью программы «PoverkaUS» ВМПЛ1.456.013 Д20. При этом преобразователь расхода необходимо заглушить с двух сторон.

6.3.3 Определение основной приведенной погрешности измерения по каналу абсолютного давления, абсолютной погрешности по каналу температуры, относительной погрешности вычисления расхода, производится по следующим пяти комбинациям параметров, приведенным в таблице 2 с помощью калибраторов давления и температуры, а также при помощи программы «PoverkaUS» компьютера.

Таблица 2

№ комбинации	Объемный расход в рабочих условиях (Q) относительно диапазона измерения ($Q_{min} \dots Q_{max}$)	Абсолютное давление (P), в долях, относительно диапазона измерения ($P_{min} \dots P_{max}$)	Температура измеряемой среды (t) относительно диапазона измерения ($t_{min} \dots t_{max}$)
1	Q_{min}	P_{min}	t_{min}
2	$0,25Q_{max}$	$0,3P_{max} + 0,7P_{min}$	$0,3t_{max} + 0,7t_{min}$
3	$0,5Q_{max}$	$0,5P_{max} + 0,5P_{min}$	$0,5t_{max} + 0,5t_{min}$
4	$0,75Q_{max}$	$0,7P_{max} + 0,3P_{min}$	$0,7t_{max} + 0,3t_{min}$
5	Q_{max}	P_{max}	t_{max}

Примечания:

1. Допускается задавать иные значения давления, расхода и температуры, достаточно равномерно распределенные в диапазоне измерения соответствующих каналов приборов.
2. Диапазоны, указанные в таблице 2, относятся к паспортным данным, а в случаях известных условий эксплуатации конкретного прибора, относятся к условиям эксплуатации. Формула для расчетного значения расхода приведена в эксплуатационной документации.
3. Коэффициент сжимаемости газа определяется расчётным путём по ГОСТ 30319-96, ГОСТ 30319-2015, ГОСТ Р 8.662-2009, ГССД МР 112-03, ГСССД МР 113-03 или ГСССД МР 118-05 в зависимости от измеряемой рабочей среды.

Таблица 2. (Измененная редакция, Изм. № 1)

На вход датчика измерения температуры с помощью калибратора температуры задать значения температуры.

На вход датчика абсолютного (избыточного) давления с помощью эталонного датчика давления задать значения давления.

Для задания объемного расхода задать с помощью компьютера в режиме эмуляции необходимое значение расхода в соответствии с эксплуатационной документацией.

При каждом значении объемного расхода в рабочих условиях, абсолютного давления, температуры, измеренные значения объемного расхода в стандартных условиях, абсолютного давления, температуры фиксируются по индикатору прибора или компьютера.

Приведенную погрешность канала абсолютного давления для каждого заданного значения рассчитывают в процентах по формуле:

$$\gamma_d = [(P_{изм} - P_{зад})/P_{np}] \times 100, \quad (1)$$

где γ_d – приведенная погрешность, %;

$P_{зад}$ – значение величины, заданное с помощью эталонного средства;

$P_{изм}$ – осредненное по десяти замерам значение измеренной величины;

P_{np} – верхний предел измерения.

Абсолютную погрешность по каналу измерения температуры (преобразования сопротивления термопреобразователя в соответствующие значения температуры) для каждого заданного значения рассчитывают по формуле:

$$\Delta_t = (t_{изм} - t_{зад}), \quad (2)$$

где Δ_t – абсолютная погрешность, °С;

$t_{зад}$ – значение температуры, заданное с помощью образцового средства;

$t_{изм}$ – осредненное по десяти замерам значение измеренной величины.

Относительную погрешность вычисления расхода контролируемой среды для каждого заданного значения рассчитывают в процентах по формуле:

$$\delta_Q = [(Q_{\text{выч}} - Q_{\text{расч}})/Q_{\text{расч}}] \times 100, \quad (3)$$

где δ_Q – относительная погрешность вычисления расхода, %;

$Q_{\text{расч}}$ – расчетное значение величины расхода при действительных значениях абсолютного давления, температуры и заданного значения расхода в рабочих условиях. Вычисление допускается производить по 10 замерам с помощью аттестованных в установленном порядке программных комплексов;

$Q_{\text{выч}}$ – вычисленное КИУ «ГиперФлоу-УС» значение величины расхода или количества контролируемой среды, считанное в том же цикле измерения или среднее по 10 замерам мгновенных значений измеренной величины.

Результаты поверки считаются положительными, если ни одно значение погрешности не превышает $\pm 0,01\%$.

6.4 Определение погрешности преобразования значения расхода газа в частотный сигнал

Погрешность определяют при пяти значениях расхода в рабочих условиях Q_{min} , $0,25Q_{\text{max}}$, $0,5Q_{\text{max}}$, $0,75Q_{\text{max}}$, Q_{max} .

К частотному выходу электронного блока подключают частотомер.

С помощью программы «PoverkaUS» вводят в режиме эмуляции значение расхода в КИУ «ГиперФлоу-УС», считывают значение расхода в рабочих условиях $Q_{\text{изм}}$ по индикатору КИУ «ГиперФлоу-УС» или дисплею компьютера, значение частоты $F_{\text{изм}}$ – по показанию частотомера.

Определяют расчетное значение частоты:

$$F_{\text{расч}} = F_{\text{max}} \cdot Q_{\text{изм}} / Q_{\text{max}} \quad (4)$$

где F_{max} , Q_{max} – максимальные значения частоты и расхода.

Вычисляют относительную погрешность КИУ «ГиперФлоу-УС» по частотному выходу в каждой точке расхода в процентах по формуле:

$$\delta_F = [(F_{\text{изм}} - F_{\text{расч}})/F_{\text{расч}}] \times 100, \quad (5)$$

Результаты поверки считаются положительными, если величина δ_F не превышает $\pm 0,02\%$.

6.5 Определение погрешности измерения расхода и объёма газа на поверочной установке

Допускается проводить поверку и выдавать свидетельство о поверке для ограниченного диапазона объемного расхода газа на основании письменного заявления владельца КИУ.

6.5.1 Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{max} , $0,7Q_{\text{max}}$, $0,5Q_{\text{max}}$, $0,3Q_{\text{max}}$, $0,1Q_{\text{max}}$ и Q_{min} . 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 $\pm 0,025Q_{\text{max}}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\text{max}}$.

Определяют относительную погрешность КИУ «ГиперФлоу-УС» δ_Q , в процентах, по формуле:

$$\delta_Q = \frac{Q_{УС} - Q_{etal}}{Q_{etal}} 100, \quad (6)$$

где Q_{etal} – расход по показаниям эталонной установки;
 $Q_{УС}$ – расход по показаниям КИУ «ГиперФлоу-УС».

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

Величина δ_Q не должна превышать значения, указанного в паспорте (формуляре) КИУ «ГиперФлоу-УС».

6.6 Поверка имитационным методом

Применение имитационного способа возможно, как на снятом с трубопровода расходомере, так и без его снятия с измерительной линии, а также с помощью стенда акустического КРАУ2.778.009

6.6.1 При проведении имитационной поверки снятого с трубопровода расходомера его помещают в отдельное помещение, герметично закрывают со стороны фланцев и в проточную часть закачивают при атмосферном давлении неагрессивный газ известного состава, например, воздух. Выдерживают в течение 3 часов при стабильной температуре окружающей среды и атмосферном давлении.

Так же расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей и должен находиться на достаточном удалении от источников тепла, так как эти факторы могут привести к неравномерному нагреву корпуса расходомера и возникновению внутри него конвекционных потоков.

С помощью программы «PoverkaUS» проводят измерения скорости звука, температуры и скорости потока газа. Для каждого акустического канала измерения скорости звука выполняют не менее 3 раз в течение 15 мин с осреднением полученных результатов.

Результаты измерений скорости звука сравнивают с расчётной скоростью звука, вычисляемой с помощью сертифицированного программного обеспечения согласно ГСССД МР 112-03 (для воздуха).

Результаты поверки считаются положительными, если для каждого канала измеренная скорость потока газа не превышает 0,015 м/с, а результаты измерений скорости звука, соответствующие акустическим путям, отличаются от её расчётного значения не более, чем на $\pm 0,3\%$. Взаимные абсолютные отклонения скоростей звука по акустическим каналам должны быть не более $\pm 0,3$ м/с.

6.6.2 Проведение имитационной поверки расходомера без снятия его с измерительной линии возможно только в том случае, если отрезок трубопровода с расходомером может быть перекрыт с обеих сторон от расходомера, чтобы полностью исключить внутри него течение газа.

Поверку проводят при рабочем давлении и стабильной температуре окружающей среды. Расходомер и участки трубопровода до запорной арматуры (но не менее 10DN) должны быть закрыты от попадания солнечных лучей, осадков и источников тепла.

С помощью программы «PoverkaUS» проводят измерения скорости звука и скорости потока газа. Эти измерения проводят не менее 3 раз в течение 15 мин с осреднением полученных результатов.

Измеренная скорость звука сравнивается со скоростью звука, определяемой с помощью сертифицированного программного обеспечения в соответствии с положениями ГОСТ 30319-96, ГОСТ 30319-2015, ГОСТ Р 8.662-2009, ГСССД МР 112-03, ГСССД МР 113-03, ГСССД МР 118-05.

Пункт 6.6.2 (Измененная редакция, Изм. № 1)

Результаты поверки считаются положительными, если для каждого канала измеренная скорость потока газа не превышает 0,015 м/с, а результаты измерений скорости

звука, соответствующие акустическим путям, отличаются от её расчётного значения не более чем, на $\pm 0,3\%$. Взаимные абсолютные отклонения скоростей звука по каналам должны быть не более $\pm 0,3$ м/с.

6.6.3 Поверка имитационным методом с помощью стенда акустического КРАУ2.778.009 проводится при атмосферном давлении на воздухе. Конструкция стенда обеспечивает герметизацию измерительной камеры от влияния движения окружающего воздуха.

Стенд акустический с установленными на нем датчиками пьезоэлектрическими, датчиком давления и датчиком температуры выдерживают в течение 3 часов при стабильной температуре окружающей среды и атмосферном давлении. Стенд не должен подвергаться воздействию солнечных лучей и должен находиться на достаточном удалении от источников тепла, так как эти факторы могут привести к неравномерному нагреву корпуса стенда и возникновению внутри него конвекционных потоков.

С помощью программы «PoverkaUS» вводят в настройки КИУ конфигурационные параметры, указанные в паспорте на стенд акустический КРАУ2.778.009, и проводят измерения скорости звука, температуры и скорости потока газа. Для каждого акустического канала измерения скорости звука выполняют не менее 3 раз в течение 15 мин с осреднением полученных результатов.

Результаты измерений скорости звука сравнивают с расчётной скоростью звука, вычисляемой с помощью сертифицированного программного обеспечения согласно ГСССД МР 112-03 (для воздуха).

Результаты поверки считаются положительными, если для каждого канала измеренная скорость потока газа не превышает 0,015 м/с, а результаты измерений скорости звука, соответствующие акустическим путям, отличаются от её расчётного значения не более, чем на $\pm 0,3\%$. Взаимные абсолютные отклонения скоростей звука по акустическим каналам должны быть не более $\pm 0,3$ м/с.

6.7 Определение погрешности измерения расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям

Погрешность измерения расхода газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости и факторов, определяющих физико-химические свойства газа, при рабочем давлении не менее $0,3P_{\max}$, вычисляется по формуле:

$$\delta Q_{CT} = \pm \sqrt{\delta Q_P^2 + \delta P^2 + \delta T^2 + \delta_g^2}, \quad (7)$$

где δQ_{CT} - относительная погрешность измерения расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям;

δQ_P - предел допускаемой относительной погрешности измерения расхода и объема газа в рабочих условиях;

δP - предел допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления;

δT - предел допускаемой относительной погрешности измерения температуры;

δ_g - предел допускаемой относительной погрешности вычисления расхода, приведенного к стандартным условиям (из описания типа на КИУ).

Пределы относительной погрешности измерения абсолютного давления вычисляются по следующим формулам:

- при применении датчика абсолютного давления (исполнение по точности «С»)

$$\delta P = 0,1 + 0,01P_{\max} / P, \quad (8a)$$

- при применении датчика абсолютного давления (исполнение по точности «А»)