

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора
по научной работе–

Заместитель директора по качеству
ФГУП «ВНИИР»



В.А. Фафурин

2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений
РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИРВИС-УЛЬТРА

Методика поверки

МП 0726-1-2018

Начальник научно-
исследовательского отдела

Р.А. Корнеев

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to R.A. Korneev, is written over the text of the official seal.

г. Казань
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра (далее – расходомеры-счетчики), предназначенные для измерений объемного расхода и объема при рабочих условиях водорода, гелия, неагрессивных горючих и инертных газов (далее – газы), водяного пара, давления, температуры, и вычисления объемного (массового) расхода и объема (массы) газов, приведенных к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63, энергосодержания природного газа, количества теплоты водяного пара.

Настоящая инструкция устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 3 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (6.1);
- опробование (6.2);
- определение метрологических характеристик (6.3);
- оформление результатов поверки (7).

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618-2014 с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,3\%$ в диапазоне значений, соответствующих диапазону измерений поверяемого средства измерений;
- рабочий эталон единицы избыточного давления 3 разряда по ГОСТ Р 8.802–2012, класс точности 0,15, в диапазоне значений избыточного давления, соответствующих диапазону измерений поверяемого средства измерений;
- рабочий эталон единицы абсолютного давления 3 разряда по ГОСТ Р 8.840–2013;
- рабочий эталон 3 разряда единицы электрического сопротивления постоянного тока в соответствии с приказом Росстандарта от 15.02.2016 №146;
- эталон 2 разряда по ГОСТ 8.022–91 в диапазоне силы электрического постоянного тока от 0 до 25 мА;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-63 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 9084-90), пределы измерений от 0,1 до 200 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте опорного генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ Гц;
- нутромер микрометрический НМ (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 35818-13);
- штангенциркуль электронный ШЦЦ-Ц-400 (500, 630, 800, 1000) (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 36767-08);
- термогигрометр ИВА-6А-Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 46434-11), диапазон измерения влажности от 0 до 98 %, пределы абсолютной погрешности $\pm 2\%$; диапазон измерения температуры от минус 20 °С до плюс 60 °С, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С; диапазон измерения атмосферного давления от 70 до 110 кПа, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,25$ кПа;
- персональный компьютер с программным обеспечением «ИРВИС-ТП»;
- приспособление ИРВС 9105.0000.00 для создания избыточного давления во внутренней полости ПП или первичного преобразователя давления;

– источник питания постоянного тока напряжением 18 В (при отсутствии в комплекте поставки блока индикации и питания и для расходомеров-счетчиков с автономным питанием);

– имитатор измерительного трубопровода для монтажа расходомеров-счетчиков ИРВИС-Ультра-Пр, ИРВИС-Ультра-Вр;

– средства поверки в соответствии с документами на поверку преобразователя температуры, входящего в состав расходомера-счетчика.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого счетчика с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

– правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;

– правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационной документации;

– инструкций по охране труда, действующих на объекте.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации расходомера-счетчика, средств поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

3.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие показаний с приборов.

3.5 Конструкция соединительных элементов расходомера-счетчика и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления расходомера-счетчика и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

3.6 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

3.7 Подключение расходомеров-счетчиков к средствам поверки проводится в соответствии с эксплуатационными документами расходомеров-счетчиков и средств поверки.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки счетчика должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;

– относительная влажность от 30 до 80 %;

– атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;

– измеряемая среда – воздух, природный газ;

– температура измеряемой среды от плюс 15 до плюс 25 °С.

4.2 В качестве измеряемой среды при имитационном методе поверки может использоваться азот, воздух, природный газ, или другой газ, с известной скоростью звука в газе (стандартная относительная неопределенность, приписываемая функциональной зависимости, используемой для расчета скорости распространения звука в рабочей среде не должна превышать 0,1 %).

4.3 Допускается изменение температуры и давления поверочной среды не более ± 1 °С и $\pm 0,02$ МПа за время одного измерения.

4.4 Условия монтажа и требования к измерительным участкам должны соответствовать п.2.2.1.6 «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Руководство по эксплуатации. ИРВС 9100.0000.00 РЭ7». Допускается применение прямых

участков с отклонениями от требований эксплуатационной документации при условии совместной градуировки расходомера-счетчика с этими участками на поверочной установке. Расходомеры, комплектуемые устройствами подготовки потока, должны поверяться совместно с ними.

4.5 При поверке имитационным методом без демонтажа расходомера-счетчика с измерительного трубопровода условия поверки должны соответствовать рабочим условиям эксплуатации средств поверки и расходомера-счетчика. При поверке должны выполняться следующие условия:

- участок измерительного трубопровода с установленным первичным преобразователем должен быть перекрыт с помощью запорной арматуры с обеих сторон;
- расходомер-счетчик и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков и прямых солнечных лучей, так как это может вызвать образование конвективных потоков внутри расходомера-счетчика;
- в перекрытом участке измерительного трубопровода не должно наблюдаться изменение давления, что свидетельствует о наличии утечек через запорную арматуру;
- изменение температуры в перекрытом участке трубопровода не должно превышать 0,2 °С в течение 15 минут.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

5.1 Проверяют соблюдения условий разделов 2–4 настоящей инструкции.

5.2 Расходомер-счетчик перед началом поверки после включения питания выдерживают не менее 15 мин.

5.3 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

5.4 Проводят необходимые соединения расходомера-счетчика и средств поверки, согласно эксплуатационным документам расходомера-счетчика и средства поверки. Выполняют внешние электрические соединения в соответствии с Приложением А.

5.5 Для поверки расходомеров-счетчиков модификации ИРВИС-Ультра-Вр, ИРВИС-Ультра-Пр проливным методом расходомеры-счетчики монтируют на имитатор измерительного трубопровода для монтажа расходомеров-счетчиков ИРВИС-Ультра-Пр, ИРВИС-Ультра-Вр на эталон расхода газа.

5.6 Подключают расходомер-счетчик к персональному компьютеру с предустановленным ПО «ИРВИС-ТП», воспользовавшись одним из интерфейсов связи, и устанавливают связь расходомера-счетчика и персонального компьютера.

5.7 Снимают крышку блока преобразователя-усилителя и производят перевод расходомера-счетчика в режим поверки с помощью джампера Jp1 «Поверка». Производят настройку режимов работы расходомера-счетчика с помощью ПО «ИРВИС-ТП». Правила работы с меню расходомера-счетчика и ПО «ИРВИС-ТП» описаны в эксплуатационной документации. Настройке для проведения поверки подлежат параметры, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование настройки	Контакт	Настраиваемые параметры
Импульсный выход	ЭМИС	<ul style="list-style-type: none"> • параметр • цена импульса
Условия поверки	—	<ul style="list-style-type: none"> • тип поверки • тип рабочего газа

5.8 При поверке имитационным методом с демонтажом расходомера-счетчика с измерительного трубопровода входной и выходной фланцы перекрывают заглушками.

Измерительный участок заполняют газом. Обеспечивают возможность измерения температуры газа внутри измерительного участка и, если поверка проводится на воздухе, измерения влажности.

5.9 Расходомеры-счетчики модификаций ИРВИС-Ультра-Пр и ИРВИС-Ультра-Вр, поставляемые без измерительного участка, монтируют на имитаторе измерительного трубопровода. С помощью штангенциркуля и/или нутромера измеряют и заносят в память расходомера-счетчика геометрические параметры:

- внутренний диаметр измерительного участка трубопровода;
- длину акустического пути между ультразвуковыми преобразователями расходомера-счетчика.

Расходомеры-счетчики модификаций ИРВИС-Ультра-Пр-Ду300...2000 и ИРВИС-Ультра-Вр-Ду300...600 монтируют на имитаторе с внутренним диаметром 300 мм.

5.10 При поверке расходомера-счетчика модификации ИРВИС-Ультра-Вр имитационным методом без демонтажа расходомера-счетчика с измерительного трубопровода перекрывают измерительный участок и обеспечивают отсутствие течения газа. Измерительный участок заполняют газом. Обеспечивают возможность измерения температуры газа и давления внутри измерительного участка и, если поверка проводится на воздухе, измерения влажности.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие механических повреждений и дефектов расходомера-счетчика и соединительных кабелей;
- соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям эксплуатационных документов.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если:

- на расходомере-счетчике и соединительных кабелях отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующие его применению;
- комплектность расходомера-счетчика, его внешний вид и надписи соответствуют требованиям эксплуатационной документации.

6.2 Опробование

Проводят проверку общей работоспособности и подлинности программного обеспечения (далее – ПО) расходомера-счетчика. При этом:

- запускают самодиагностику расходомера-счетчика с помощью ПО «ИРВИС-ИП» путем нажатия кнопки «Самодиагностика» и контролируют отсутствие сбоев индикации, коммуникационных ошибок, отсутствие сообщений о нештатных ситуациях;

- проводят проверку идентификации ПО путем считывания версии и контрольной суммы ПО с индикатора блока индикации пункт меню «Установки»/«Контроль ПО и сравнения считанных значений со значениями указанными в «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7»;

- с помощью поверочной установки, вентилятора или компрессора в измерительном участке или имитаторе создают стационарный поток воздуха со значением расхода, не выходящим за пределы измерения поверяемого расходомера-счетчика (не проводят при имитационной поверке без демонтажа с измерительного трубопровода).

Результаты проверки общей работоспособности и подлинности ПО расходомера-счетчика считают положительными, если:

- самодиагностика расходомера-счетчика прошла успешно;
- в процессе эксплуатации индикации сбоев и коммуникационных ошибок не возникло, не возникало сообщений о нештатных ситуациях;

- считанные идентификационные данные совпадают с указанными в паспорте;
- при изменении потока воздуха в измерительном участке или имитаторе показания на индикаторе расходомера-счетчика или на мониторе подключенного персонального компьютера по каналам измерения давления, температуры и объемного (массового) расхода изменяются.

6.3 Проверка герметичности

Заглушают присоединительные фланцы расходомеров-счетчиков. Для расходомеров-счетчиков модификаций ИРВИС-Ультра-Пр и ИРВИС-Ультра-Вр, поставляемых без измерительного участка, проверку герметичности проводят с использованием имитатора измерительного участка.

Проверку герметичности расходомера-счетчика проводят путем создания в полости первичного преобразователя давления, равного максимальному значению давления, указанному в паспорте на расходомер-счетчик.

Давление следует поднимать плавно в течение 1 мин.

Результаты проверки герметичности считают удовлетворительными, если в течение 5 мин после создания испытательного падения давления не превысило 0,2 %.

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода (объема) газа при рабочих условиях проводят проливным методом по пункту 6.4.2 или имитационным по пункту 6.4.3

6.4.2 Проливной метод поверки

Поверку проводят с помощью рабочего эталона 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618-2014 (далее – ПУ). Поверку проводят с использованием импульсного выхода расходомера-счетчика, при этом ПУ должна обеспечивать синхронизацию счета импульсов. Импульсный выход расходомера-счетчика переводят в режим «Объем при рабочих условиях» с помощью ПО «ИРВИС-ТП».

Измерения проводят не менее чем в семи точках диапазона расхода, включая $Q_{\text{наим}}$; $0,55 \cdot Q_{\text{пер}}$; $Q_{\text{пер}}$; $0,15 \cdot Q_{\text{наиб}}$; $0,3 \cdot Q_{\text{наиб}}$; $0,7 \cdot Q_{\text{наиб}}$; $Q_{\text{наиб}}$ с допускаремым отклонением 5% ($Q_{\text{наим}}$, $Q_{\text{пер}}$, $Q_{\text{наиб}}$ – наименьшее, переходное, наибольшее значения измеряемого объемного расхода при рабочих условиях соответственно, которые приведены в паспорте). Поверка осуществляется в диапазоне измерений, указанном в паспорте завода изготовителя, который может отличаться от максимального диапазона измерений. Допускается проведение периодической поверки в меньшем диапазоне измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

Примечание – Поверку расходомеров-счетчиков в реверсивном исполнении проводят как при прямом, так и при обратном направлении потока измеряемой среды.

При определении относительной погрешности при измерении объемного расхода (объема) газа при рабочих условиях предусматриваются следующие режимы поверки:

- для вычисления расхода (объема) при рабочих условиях расходомер-счетчик использует значения давления и температуры, измеренные расходомером-счетчиком;

- для вычисления расхода (объема) при рабочих условиях расходомер-счетчик использует подстановочные значения давления и температур, измеряемые в соответствии с эксплуатационной документацией поверочной установки. Подстановочные значения давления и температуры записываются в ОЗУ расходомера-счетчика с помощью ПО «ИРВИС-ТП». При этом измеренные данные ППД и ППТ не используются.

Примечание – Режим поверки с использованием подстановочных значений давления и температуры используют в случае, если давление в тракте поверочной установки находится вне диапазона давлений, указанных в разделе «Сведения о поверке» документа «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7».

Перед началом поверки необходимо выбрать поверочную среду либо с клавиатуры БИП, либо с помощью ПО «ИРВИС-ТП».

В каждой точке объемного расхода проводят измерение накопленного объема, $V_{сч}$, м³, при этом накопленный объем должен быть не менее $V_{пов}$, м³ (указан в документе «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7»). Измерения в каждой точке объемного расхода повторяют не менее трех раз.

Объем воздуха, измеренный расходомером-счетчиком, $V_{сч}$, м³, рассчитывают по формуле:

$$V_{сч} = N \cdot K, \quad (1)$$

где N – количество импульсов, считанных с импульсного выхода расходомера-счетчика за время измерения, импульсы;

K – вес импульса расходомера-счетчика (указаны в документе «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7»), м³/импульс.

Относительную погрешность при измерении объема газа при рабочих условиях, δ_V , %, рассчитывают для каждого измерения по формуле:

$$\delta_V = \frac{V_{сч} - V_0}{V_0} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где V_0 – объем воздуха в расчетном сечении, измеренный ПУ, м³;

$V_{сч}$ – объем воздуха, измеренный расходомером-счетчиком, м³.

Примечание – За расчетное принимается сечение ПУ расположенное на расстоянии 2Ду от ПП расходомера-счетчика ниже по потоку.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности при измерении объемного расхода, объема газа при рабочих условиях не превышает значений, указанных в паспорте «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7».

6.4.3 Имитационный метод поверки.

Имитационный метод поверки может применяться для всех моделей расходомеров-счетчиков. Имитационный метод поверки без демонтажа с измерительной линии может применяться для моделей расходомеров-счетчиков ИРВИС-Ультра-Пр и ИРВИС-Ультра-Вр.

При имитационном методе поверки расходомеров-счетчиков проводят следующие операции:

– определение относительной погрешности при измерении скорости звука в измеряемой среде (далее – газе);

– проверка стабильности нуля расходомера-счетчика.

Определение относительной погрешности при измерении скорости звука в газе. Определение скорости звука в газе расчетным путем проводят в следующей последовательности:

– измеряют температуру газа в полости первичного преобразователя, (измерительном трубопроводе, измерительном участке или имитаторе) до и после считывания скорости звука с расходомера-счетчика;

– измеряют давление газа в полости первичного преобразователя, (измерительном трубопроводе, измерительном участке или имитаторе) до и после считывания скорости звука с расходомера-счетчика; если поверку проводят при атмосферном давлении,

допускается значение давления принять условно-постоянным параметром равным 101,325 кПа.

– измеряют влажность газа в имитаторе (измерительном трубопроводе, измерительном участке) до и после считывания скорости звука с расходомера-счетчика (при проведении имитационной поверки на воздухе);

– по средним значениям измеренных температуры и влажности (при проведении имитационной поверки на воздухе) определяют скорость звука в газе, C_0 , м/с. Способы расчета скорости звука в газе приведены в приложении Б.

Проводят измерение скорости звука в газе для каждого измерительного луча с помощью поверяемого расходомера-счетчика и с помощью ПО «ИРВИС ТП» путем нажатия кнопки «Скорость звука», C , м/с.

Определяют относительную погрешность измерения скорости звука в газе для каждого измерительного луча, δC , %, по формуле:

$$\delta C = \frac{C - C_0}{C_0} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где C_0 – скорость звука, определенная расчетным путем согласно приложению Б, м/с;

C – скорость звука, измеренная расходомером-счетчиком, м/с.

Проводят проверку стабильности нуля расходомера-счетчика в следующей последовательности:

– обеспечивают отсутствие движения газа в имитаторе (измерительном трубопроводе, измерительном участке).

– проводят измерение скорости газа с помощью ПО «ИРВИС ТП» путем нажатия кнопки «Контроль нуля».

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность измерения скорости звука в газе не превышает $\pm 0,3\%$, взаимные отклонения скоростей звука измерительных лучей (при многолучевой схеме) не превышают $\pm 0,1\%$, измеренная расходомером-счетчиком скорость газа в измерительном трубопроводе или имитаторе не превышает 0,05 м/с.

6.4.4 Определение относительной погрешности расходомера-счетчика при измерении температуры

Примечание – определение относительной погрешности расходомера-счетчика при измерении температуры допускается проводить при проведении операций по пункту 6.4.6.

Проверяют наличие свидетельства о поверке первичного преобразователя температуры, сроком действия не менее трех лет.

Определяют относительную погрешность преобразования входных сигналов сопротивления Pt 100. К расходомеру-счетчику подключают эталон единицы сопротивления в соответствии с «измерительной схемой V» приложения А. Подают электрический сигнал сопротивления Pt 100 по ГОСТ 6651–2009 соответствующий наименьшему, наибольшему и среднему значению диапазона измерений температуры.

Считывают значение входного сигнала с помощью ПО «ИРВИС ТП». Для каждого измерения вычисляют относительную погрешность при измерении входных сигналов сопротивления от преобразователей температуры Pt100, δ_r , %, по формуле

$$\delta_r = \frac{t_{изм} - t_{эт}}{273,15 + t_{эт}} \cdot 100 \quad (4)$$

где $t_{изм}$ – значение температуры, соответствующее сопротивлению измеренному расходомером-счетчиком, °С;

$t_{эт}$ – значение температуры, соответствующее сопротивлению заданному

эталоном единицы сопротивления, °С.

Результаты определения относительной погрешности преобразования входных сигналов сопротивления Pt 100 считают положительными, если рассчитанная относительная погрешность при каждом измерении не превышает $\pm 0,1\%$.

Рассчитывают относительную погрешность расходомера-счетчика при измерении температуры по формуле

$$\delta_r = \sqrt{\delta_r^2 + \delta_{\text{ППТ}}^2} \quad (5)$$

где δ_r – пределы основной допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов сопротивления Pt 100 (соответствует $\pm 0,1\%$), %

$\delta_{\text{ППТ}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности первичного преобразователя температуры, %.

Пределы допускаемой относительной погрешности первичного преобразователя температуры рассчитывают по формулам:

- для расходомеров-счетчиков с диапазоном измеряемых температур от минус 40 до плюс 100 °С

$$\delta_{\text{ППТ}} = \pm \frac{0,3 + 0,005 \cdot |t_{\text{изм}}|}{273,15 + t_{\text{изм}}} \cdot 100 \quad (6)$$

- для расходомеров-счетчиков с диапазоном измеряемых температур от минус 40 до плюс 250 °С

$$\delta_{\text{ППТ}} = \pm \frac{0,15 + 0,002 \cdot |t_{\text{изм}}|}{273,15 + t_{\text{изм}}} \cdot 100 \quad (7)$$

Результаты считают положительными, если рассчитанная относительная погрешность расходомера-счетчика при измерении температуры не превышает $\pm 0,25\%$.

6.4.5 Определение относительной погрешности расходомера-счетчика при измерении абсолютного давления

Примечание – определение относительной погрешности расходомера-счетчика при измерении абсолютного давления допускается проводить при проведении операций по пункту 6.4.6.

К расходомеру-счетчику подключают эталон единицы давления в соответствии с «измерительной схемой V» приложения А. Эталон единицы давления подключают непосредственно к первичному преобразователю абсолютного давления или к внутренней полости первичного преобразователя расхода. Последовательно создают абсолютное давление, соответствующее наименьшему (или атмосферному), наибольшему и среднему значению диапазона измерений абсолютного давления.

Считывают значение абсолютного давления с помощью ПО «ИРВИС ТП», измеренное расходомером-счетчиком $P_{\text{изм}}$, кПа, и эталоном единицы давления, $P_{\text{эт}}$, кПа, при этом допускается использование эталонов единиц избыточного и абсолютного давления. Для каждого измерения вычисляют относительную погрешность расходомера-счетчика при измерении абсолютного давления, δ_p , %, по формуле

$$\delta_p = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{эт}}} \cdot 100 \quad (8)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значение абсолютного давления, измеренное расходомером-счетчиком, кПа;

$P_{\text{эт}}$ – значение абсолютного давления, измеренное эталоном единицы

давления, кПа.

Результаты считают положительными, если рассчитанная относительная погрешность расходомера-счетчика при измерении абсолютного давления не превышает $\pm 0,25\%$.

6.4.6 Определение основной относительной погрешности при измерении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, массы газа, энергосодержания природного газа, количества теплоты водяного пара с учетом погрешностей измерения объемного расхода, давления, температуры и вычисления коэффициента сжимаемости, без учета погрешности метода расчета коэффициента сжимаемости, плотности и погрешности определения компонентного состава.

Примечание – поверку проводят только для алгоритма, установленного в расходомере-счетчике.

В ПО «ИРВИС ТП» вводят исходные данные в соответствии с конфигурацией расходомера счетчика из меню «установки» расходомера-счетчика (измеряемая среда, компонентный состав или иные параметры в зависимости от настройки), а также пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода при рабочих условиях, приведенные в паспорте. К расходомеру-счетчику подключают эталоны в соответствии с «измерительной схемой V» приложения А. В качестве эталона единицы частоты рекомендуется использовать частотомер электронно-счетный ЧЗ-63.

С помощью ПО «ИРВИС ТП» задают значения объемного расхода при рабочих условиях, с помощью эталона единицы сопротивления задают сопротивление по ГОСТ 6651–2009, соответствующее значениям температуры, с помощью эталона давления задают значение давления, в соответствии с режимами функционирования, приведенными в Таблице 2.

Таблица 2

Режим функционирования	Параметры измеряемой среды		
	Объемный расход при рабочих условиях, м ³ /ч	Температура, °С	Давление, кПа
1	$Q_{\text{наиб}}$	$t_{\text{наиб}}$	$P_{\text{наим}}$
2	$0,5Q_{\text{наиб}}$	среднее значение диапазона измерений температуры	среднее значение диапазона измерений давления
3	$0,2Q_{\text{наиб}}$	$t_{\text{наим}}$	$P_{\text{наиб}}$

где $Q_{\text{наиб}}$ – наибольшее значение диапазона измерения объемного расхода газа, м³/ч;
 $t_{\text{наим}}$, $t_{\text{наиб}}$ – наименьшее и наибольшее значение диапазона измерения температуры соответственно, °С;
 $P_{\text{наим}}$, $P_{\text{наиб}}$ – наименьшее и наибольшее значение диапазона измерения абсолютного давления соответственно, кПа.

Примечание – $P_{\text{наим}}$ допускается принимать равным атмосферному.

Для установленных режимов функционирования с помощью ПО «ИРВИС-ТП» рассчитывают время набора контрольного количества объема, при стандартных условиях (массы газа, энергосодержания природного газа, количества теплоты водяного пара в зависимости от назначения), соответствующее одному импульсу, $\tau_{\text{эт}}$, с. Для этого в соответствующие поля в окне ПО «ИРВИС-ТП» подставляют заданные значения объемного расхода при рабочих условиях, температуры и давления.

После выдержки на установленных режимах в течение 3 минут с помощью частотомера измеряют период прохождения одного импульса, $\tau_{\text{изм}}$, с. Операцию повторяют не менее 3 раз.

Для каждого измерения вычисляют относительную погрешность расходомера-счетчика при измерении времени набора контрольного количества объема газа, приведенного к стандартным условиям, массы газа, энергосодержания природного газа, количества теплоты водяного пара, δ_r , %, по формуле

$$\delta_r = \frac{\tau_{изм} - \tau_{эм}}{\tau_{эм}} \cdot 100 \quad (9)$$

где $\tau_{изм}$ – измеренное значение периода прохождения одного импульса, с;
 $\tau_{эм}$ – рассчитанное значение периода прохождения одного импульса с помощью ПО «ИРВИС ТП», с;

Для каждого измерения рассчитывают относительную погрешность расходомера-счетчика при измерении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, массы газа, энергосодержания природного газа, количества теплоты водяного пара с учетом погрешностей измерения объемного расхода, давления, температуры и вычисления коэффициента сжимаемости, без учета погрешности метода расчета коэффициента сжимаемости, плотности и погрешности определения компонентного состава, δ_{vcm} , %, по формуле

$$\delta_{vcm} = \sqrt{\delta_v^2 + \delta_r^2 + \delta_{ППТ}^2 + \delta_{Мем}^2} \quad (10)$$

где δ_v – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода (объема) газа при рабочих условиях, %;
 δ_r – относительная погрешность расходомера-счетчика при измерении времени набора контрольного количества объема газа, приведенного к стандартным условиям, массы газа, энергосодержания природного газа, количества теплоты водяного пара, %;
 $\delta_{ППТ}$ – пределы допускаемой относительной погрешности первичного преобразователя температуры, %;
 $\delta_{Мем}$ – пределы допускаемой относительной погрешности градуировки (принимается равной 0 для модификаций ИРВИС-Ультра-Пп, ИРВИС-Ультра-моноПр; принимается равной 0,5 для модификации ИРВИС-Ультра-Вр, принимается равной 1 для модификации ИРВИС-Ультра-Пр), %.

Результаты считают положительными, если рассчитанная относительная погрешность расходомера-счетчика при измерении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, массы газа, энергосодержания природного газа, количества теплоты водяного пара с учетом погрешностей измерения объемного расхода, давления, температуры и вычисления коэффициента сжимаемости, без учета погрешности метода расчета коэффициента сжимаемости, плотности и погрешности определения компонентного состава, не превышает значений, указанных в паспорте «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7».

6.4.7 Определение относительной погрешности при измерении интервала времени и счетчика времени наработки

Примечание – не проводится при отсутствии блока интерфейса и питания в комплектации расходомера-счетчика.

К расходомеру-счетчику подключают эталон единицы частоты (частотомер) в соответствии с «измерительной схемой RS» приложения А. Входят в меню «Установки»/«Часы/тест» блока интерфейса и питания, клавишей «РЕЖИМ» выбирают «ДА» и нажимают клавишу «ВВОД». Измеряют период времени прохождения

1000 импульсов с помощью эталона единицы частоты (частотомера). Определяют относительную погрешность при измерении интервала времени и счетчика времени наработки, δ_p , %, по формуле

$$\delta_s = \frac{\tau_s - \tau_0}{\tau_0} \cdot 100 \quad (11)$$

где τ_s – период 1000 импульсов кварцевого генератора расходомера-счетчика (указан в паспорте «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7»), с;
 τ_0 – период 1000 импульсов, измеренный эталоном единицы частоты, с.

Результаты считают положительными, если рассчитанная относительная погрешность расходомера-счетчика при измерении интервала времени и счетчика времени наработки не превышает $\pm 0,01$ %.

6.4.8 Определение относительной погрешности преобразований цифровых сигналов в выходные аналоговые (токовые)

Примечание – не проводится при отсутствии блока интерфейса и питания в комплектации расходомера-счетчика.

Операции по данному пункту проводят в случае наличия в составе расходомера-счетчика токового интерфейса. К расходомеру-счетчику подключают эталон единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с «измерительной схемой I» приложения А.

Определение относительной погрешности преобразований цифровых сигналов в выходные аналоговые (токовые) проводят при выполнении операций по пункту 6.4.6 данной методики. Считывают мгновенные значения измеренных параметров расходомера-счетчика с помощью ПО «ИРВИС ТП» в соответствии с таблицей 2. Значение силы тока, соответствующее параметру, считанному с помощью ПО «ИРВИС ТП», рассчитывают по формуле

$$I_{\text{зад}} = \frac{16}{X_{\text{наиб}} - X_{\text{наим}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{наим}}) + 4 \quad (12)$$

где $X_{\text{наиб}}$ – максимальное значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока 20 мА, в абсолютных единицах измерений;
 $X_{\text{наим}}$ – минимальное значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока 4 мА, в абсолютных единицах измерений;
 $X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), считанное с помощью ПО «ИРВИС ТП», в абсолютных единицах измерений.

Считывают значение выходного сигнала с дисплея эталона единицы силы постоянного электрического тока, $I_{\text{изм}}$, мА, и определяют относительную погрешность преобразований цифровых сигналов в выходные аналоговые (токовые) $\delta_{\text{вых}}$, %, по формуле

$$\delta_{\text{вых}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{изм}}}{I_{\text{изм}}} \cdot 100 \quad (13)$$

Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность преобразований цифровых сигналов в выходные аналоговые (токовые) при каждом измерении не превышает $\pm 0,2$ %.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки на расходомер-счетчик выписывают свидетельство о поверке, пломбируют и наносят знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

7.3 В паспорт «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ИРВИС-Ультра. Паспорт. ИРВС 9100.0000.00 ПС7» записывают значение контрольной суммы градуировочных таблиц Р, Т, Q. Контрольная сумма градуировочных таблиц Р, Т, Q считывается с помощью ПО «ИРВИС-ТП».

7.4 При отрицательных результатах поверки расходомер-счетчик к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности к применению с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России №1815 от 2 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Приложение А
(справочное)
СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СХЕМА Q

(расход)

Наименование	Присоединение	Контакт	Джампер	Примечания
С использованием блока интерфейса и питания				
Частотомер	X2	ЭМИС; GND	Jp1 «Поверка» снят	Внешний
Блок искрозащиты	X7<>X4	согласно ТД		В составе блока интерфейса и питания
Персональный компьютер	COM1(2)<>X3	SG; TXD; RXD		
С использованием внешнего источника питания				
Эталон частоты	X2	ЭМИС; GND	Jp1 «Поверка» снят	Внешний
Блок искрозащиты	X7	+18 В; GND		Отдельный модуль
Персональный компьютер, преобразователь интерфейсов	X7	D+; D-; GND		При необходимости между контактами D+ и D- установить согласующий резистор.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СХЕМА V

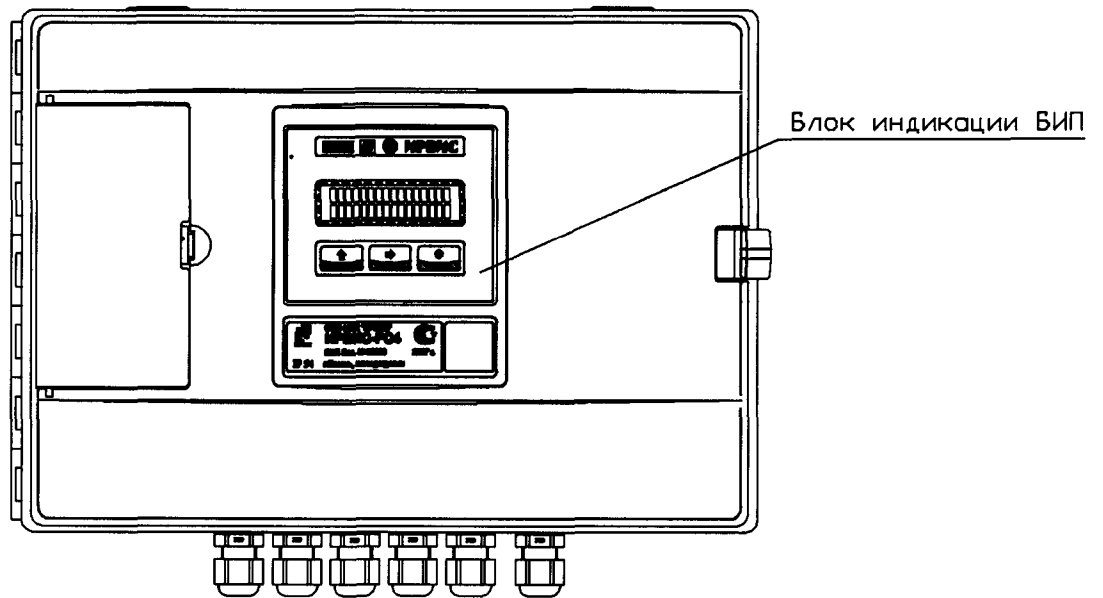
(объем, приведенный к стандартным условиям, масса)

Наименование	Присоединение	Контакт	Джампер	Примечания
С использованием блока интерфейса и питания				
Частотомер	X2	ЭМИС; GND	Jp1 «Поверка» снят	Внешний
Эталон давления	Внутренняя полость первичного преобразователя	—		Диапазон измерений преобразователя давления
Эталон единицы сопротивления	X1	ППТ1; ППТ2; GND		
Блок искрозащиты	X7<>X4	согласно ТД		В составе блока интерфейса и питания
Персональный компьютер	COM1(2)<>X3	SG; TXD; RXD		
С использованием внешнего источника питания				
Частотомер	X2	ЭМИС; GND	Jp1 «Поверка» снят	Внешний
Эталон давления	Внутренняя полость первичного преобразователя	—		Диапазон измерений преобразователя давления
Эталон единицы сопротивления	X1	ППТ1; ППТ2; GND		
Блок искрозащиты	X7	+18 В; GND		Отдельный модуль
Персональный компьютер, преобразователь интерфейсов	X7	D+; D-; GND		При необходимости между контактами D+ и D- установить согласующий резистор.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СХЕМА I

(ток)

Наименование	Присоединение	Контакт	Джампер	Примечания
С использованием блока интерфейса и питания				
Эталон давления	Внутренняя полость ПП	—	Jp1 «Поверка» снят	Диапазон измерений преобразователя давления
Эталон сопротивления	X1	ППТ1; ППТ2; GND		
Блок искрозащиты	X7<>X4	согласно ТД		В составе блока интерфейса и питания
Эталон постоянного тока	X5	I _T ; I _p ; I _{Qp} ; I _{Qнорм} ; GND		
Персональный компьютер	COM1(2)<>X3	SG; TXD; RXD		
С использованием внешнего источника питания				
Эталон давления	Внутренняя полость ПП	—	Jp1 «Поверка» снят	Диапазон измерений преобразователя давления
Эталон сопротивления	X1	ППТ1; ППТ2; GND		
Эталон тока	X5	I _T ; I _p ; I _{Qp} ; I _{Qнорм} ; GND		
Блок искрозащиты	X7	+18 В; GND		Отдельный модуль
Персональный компьютер, преобразователь интерфейсов	X7	D+; D-; GND		При необходимости между контактами D+ и D- установить согласующий резистор.



Верхняя крышка ВИП снята

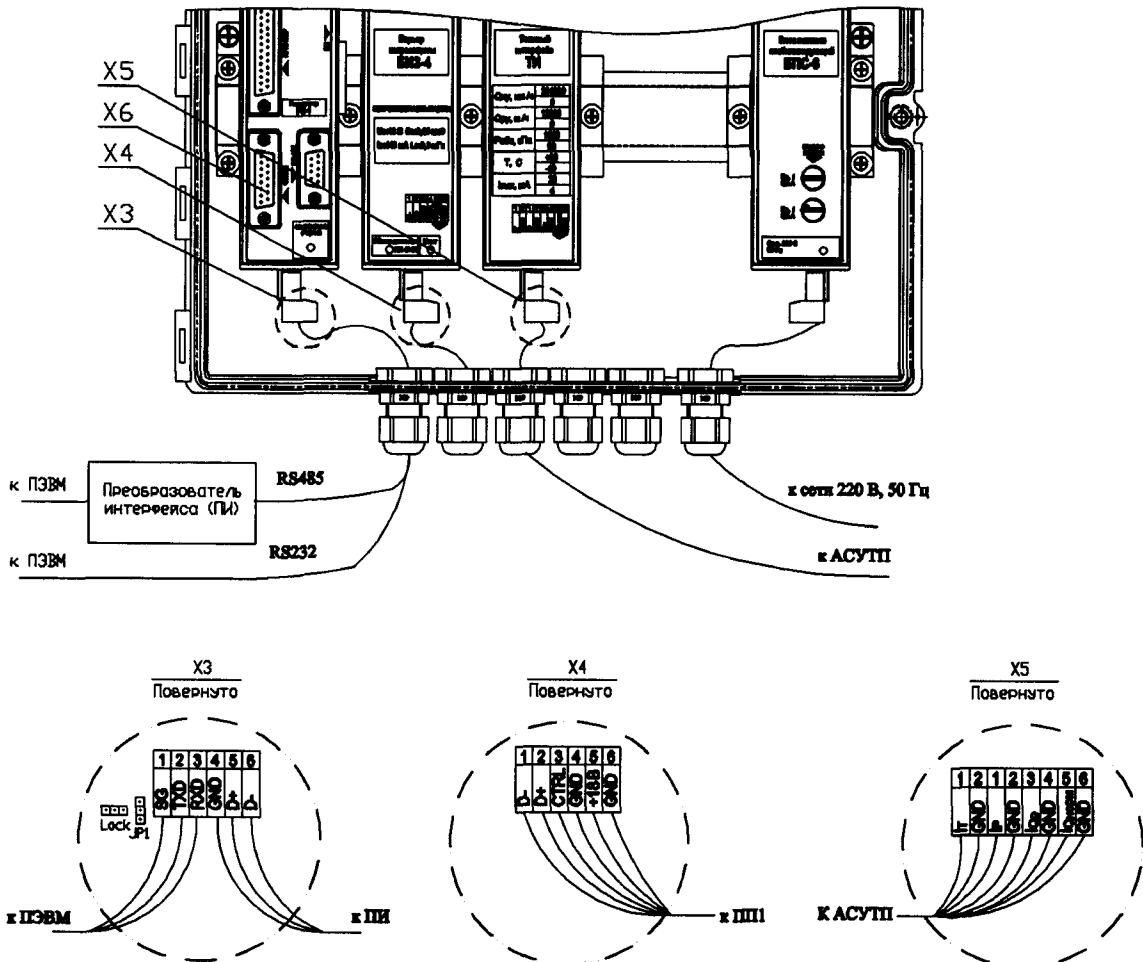
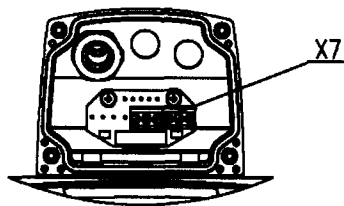
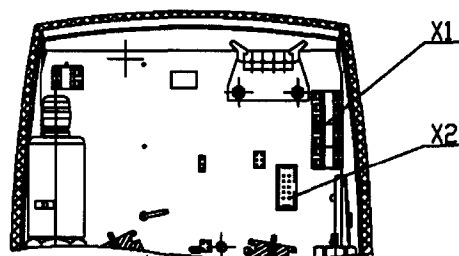


Рисунок 1 – Схемы подключения ВИП расходомера-счетчика

Клеммная коробка ПП.
Вид сверху, крышка снята



Крышка ВПУ
Передняя стенка не показана



X1

X2

X7

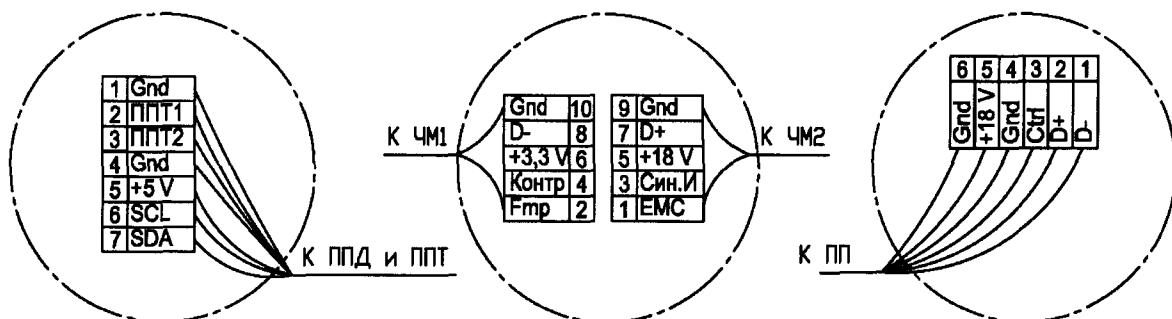


Рисунок 2 – Схемы подключения первичного преобразователя расходомера-счетчика

Приложение Б
(справочное)
СКОРОСТЬ ЗВУКА В ГАЗАХ

Б.1 Скорость звука в воздухе, C_0 , м/с, определяют по средним значениям измеренных температуры и влажности по ГСССД МР 176-2010 «Расчетное определение скорости звука во влажном воздухе при температурах от минус 20 °С до 40 °С при абсолютном давлении от 550 мм рт.ст. до 1 МПа и относительной влажности от 0 до 100%», ГСССД МР 220-2014 «Методика расчетного определения плотности, фактора сжимаемости, скорости звука, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного воздуха при температурах от 10 до 30 °С и давлениях от 90 до 1000 кПа и относительной влажности от 0 до 95 %» или с помощью программного комплекса «Расходомер-ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013».

Скорость звука в воздухе для значений температуры от плюс 15 °С до плюс 25 °С и влажности от 10 % до 90 %, рассчитанная с помощью программного комплекса «Расходомер-ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013» приведена в Таблице Б.1.

Таблица Б.1 Скорость звука в воздухе.

Температура, °С	Относительная влажность, %								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
15	340,54	340,63	340,72	340,81	340,9	340,99	341,08	341,17	341,26
16	341,13	341,23	341,32	341,42	341,52	341,61	341,71	341,8	341,9
17	341,73	341,83	341,93	342,03	342,14	342,24	342,34	342,45	342,55
18	342,32	342,43	342,54	342,65	342,76	342,87	342,98	343,09	343,2
19	342,91	343,03	343,15	343,26	343,38	343,5	343,62	343,73	343,85
20	343,5	343,63	343,76	343,88	344	344,13	344,26	344,38	344,51
21	344,1	344,23	344,36	344,5	344,63	344,76	344,89	345,03	345,16
22	344,69	344,83	344,97	345,11	345,26	345,39	345,54	345,68	345,82
23	345,28	345,44	345,58	345,73	345,88	346,03	346,18	346,34	346,49
24	345,87	346,03	346,19	346,35	346,51	346,67	346,83	346,99	347,16
25	346,46	346,63	346,8	346,97	347,14	347,31	347,48	347,66	347,83

Б.2 Скорость звука в природном газе определяется по ГОСТ Р 8.662-2009 «ГСИ. Газ природный. Термодинамические свойства газовой фазы. Методы расчетного определения для целей транспортирования и распределения газа на основе фундаментального уравнения состояния AGA8» или с помощью программного комплекса «Расходомер-ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013».

Б.3 Скорость звука в азоте рассчитывается с помощью программного комплекса «Расходомер-ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013».