

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И
МЕТРОЛОГИИ

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

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

**УТВЕРЖДАЮ**
Заместитель директора по развитию
А.С. Тайбинский
« 12 » января 2017 г.

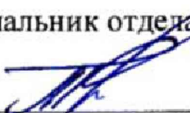
ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

**КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ «ВЫМПЕЛ-500»
ИСПОЛНЕНИЙ «01», «02»**

Методика поверки
МП 0568-13-2017

Начальник отдела ИИО-13


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

Казань
2017

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»
ООО «НПО «Вымпел»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на комплексы измерительные ультразвуковые «Вымпел-500» исполнений «01», «02» (далее – КИУ «Вымпел-500») и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 4 года.

Инструкция разработана на основе ГОСТ 8.324-2002.

1 Операции поверки

1.1 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	Проливным методом на поверочной установке	6.5	+	+
5.2	Поверка имитационным методом	6.6	+	+
5.3	Проливным методом на месте эксплуатации	6.7	-	+
6	Определение погрешности измерения расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	6.8	+	+

Примечания:

- Первичная поверка имитационным методом КИУ «Вымпел-500» исполнения «01» проводится на воздушной среде (п. 6.6.1), периодическая поверка – на КИУ, снятом с трубопровода (п. 6.6.1), либо без снятия КИУ с трубопровода (п. 6.6.2).
- Первичная поверка КИУ «Вымпел-500» исполнения «02» (с двумя либо четырьмя измерительными каналами), предназначенных для врезки в существующий трубопровод, проводится имитационным методом с помощью стенда акустического ВМПЛ2.778.001 (п.6.6.3), периодическая поверка – любым имитационным методом.

1.2 При определении погрешности измерения расхода и объема газа КИУ «Вымпел-500» проверяются на соответствие метрологических характеристик требованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика	Значение характеристики	
Максимальный рабочий расход газа $Q_{\max}^{1)}$, м ³ /ч	от 234 до 110800	
Минимальный рабочий расход газа $Q_{\min}^{1)}$, м ³ /ч	от 5 до 1380	
Границы интервала относительной погрешности измерений расхода Q_p в рабочих условиях, при доверительной вероятности 0,95 (исполнение «01»), %	Диапазон расходов	
	$Q_{\min} \leq Q_p \leq 0,01 Q_{\max}$	$0,01 Q_{\min} \leq Q_p \leq Q_{\max}$
	$\pm 0,7^{2,3)}$	$\pm 0,5^{2,3)}$
	$\pm 1,0^{4,5)}$	$\pm 0,7^{4,5)}$
	$\pm 1,5^6)$	$\pm 1,0^6)$
	$\pm 2,0^7)$	$\pm 1,5^7)$
- для 2 измерительных каналов	$\pm 0,5^{2,3)}$	$\pm 0,4^{2,3)}$
- для 4 измерительных каналов	$\pm 0,7^{4,5)}$	$\pm 0,6^{4,5)}$
	$\pm 1,0^6)$	$\pm 0,8^6)$
	$\pm 1,5^7)$	$\pm 1,1^7)$
- для 8 измерительных каналов	$\pm 0,6^{2,3)}$	$\pm 0,4^{2,3)}$
	$\pm 0,8^{4,5,6)}$	$\pm 0,6^{4,5,6)}$
	$\pm 1,1^7)$	$\pm 0,8^7)$
Границы интервала относительной погрешности измерений расхода Q_p в рабочих условиях, при доверительной вероятности 0,95 (исполнение «02»), %	Диапазон расходов	
	$Q_{\min} \leq Q_p \leq 0,01 Q_{\max}$	$0,01 Q_{\min} \leq Q_p \leq Q_{\max}$
	$\pm 0,7^{4,8)}$	$\pm 0,5^{4,8)}$
	$\pm 1,0^9)$	$\pm 0,7^9)$
	$\pm 2,0^{10)}$	$\pm 1,5^{10)}$
	$\pm 2,5^{11)}$	$\pm 2,0^{11)}$
<p>1) Q_{\min}, Q_{\max} в соответствии с руководством по эксплуатации в зависимости от внутреннего диаметра рабочего трубопровода.</p> <p>2) При калибровке (поверке) на природном газе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,23$ % и использованием корректирующих коэффициентов.</p> <p>3) При калибровке (поверке) на воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,23$ % и использованием корректирующих коэффициентов для КИУ, предназначенных для эксплуатации при избыточном давлении измеряемой среды до 1,2 МПа включительно.</p> <p>4) При калибровке (поверке) на природном газе (воздухе) проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,30$ % и использованием корректирующих коэффициентов.</p> <p>5) При периодической поверке имитационным методом при условии предыдущей поверки проливным методом по пунктам 1), 2) или 3).</p> <p>6) При первичной имитационной поверке для DN от 200 включительно и выше.</p> <p>7) При первичной имитационной поверке для DN до 200.</p> <p>8) При периодической поверке на месте эксплуатации по эталону сличения, имеющему относительную погрешность не более $\pm 0,3$ %.</p> <p>9) При периодической поверке на месте эксплуатации по эталону сличения, имеющему относительную погрешность не более $\pm 0,5$ %.</p> <p>10) 4-х канальное исполнение КИУ с врезкой в существующий трубопровод; первичная и периодическая поверка обеспечивается имитационным методом.</p> <p>11) 2-х канальное исполнение КИУ с врезкой в существующий трубопровод; первичная и периодическая поверка обеспечивается имитационным методом.</p> <p>Допускается ограничивать верхнюю границу диапазона измерений объемного расхода газа $0,7 Q_{\max}$ при проливном методе поверки преобразователей расхода газа с условными диаметрами DN200 и выше.</p> <p>Достижение заявленных метрологических характеристик обеспечивается наличием входных и выходных прямых участков следующих длин: входные - 10DN, 10DN+ФП, 20DN, 5DN+ФП+полнопроходной участок стыковой трубы не менее 3DN, выходной - 3DN, 5DN. Варианты исполнения по условиям применения.</p> <p>Допускается сопряжение корпуса первичного преобразователя с измерительным трубопроводом путем применения конических переходов в соответствии с требованиями ГОСТ 8 611-2013. Конические переходы могут быть выполнены непосредственно в корпусе первичного преобразователя.</p>		

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.
- национальные эталоны в рамках соглашения CIPM MRA (установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,23\%$ (или средним квадратическим отклонением результатов измерений не более 0,05% при 11 независимых измерениях, и неисключенной систематической погрешности не превышающей 0,1%));
- рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618-2014 (установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: воздух или природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,3\%$);
- калибратор давления с комплектом эталонных датчиков, предел допускаемой основной погрешности измерения $\pm 0,025\%$ ВПИ;
- частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/3 (рег. № 32359-06), погрешность опорного генератора $\pm 1 \cdot 10^{-7}$;
- калибратор температуры КТ-1 (рег. № 29228-11), задаваемые температуры от минус 50 до +140°C, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры не более $\pm (0,05 + 0,0005 \cdot |t|)$ °C.
- программный комплекс «Расходомер ИСО», свидетельство об аттестации 61013-15.

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 «Вымпел-500» 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 допустимого рабочего давления поверяемого КИУ «Вымпел-500» 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, °C | 20±5; |
| - температура окружающего воздуха, °C | 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 и проливным методом на объекте допускается проводить в текущих условиях окружающей и измеряемой среды, соответствующим рабочим диапазонам КИУ «Вымпел-500» и/или поверочной установки.

5 Подготовка к поверке

5.1 На поверку должны быть представлены:

- КИУ «Вымпел-500»;
- руководство по эксплуатации ВМПЛ1.456.014 РЭ;
- 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 «Вымпел-500» перед поверкой после включения питания должна быть не менее 30 минут.

После установки КИУ «Вымпел-500» на поверочной установке проверяют герметичность мест подсоединения счетчика к поверочной установке.

5.2. Перед проведением поверки в поверяемый КИУ «Вымпел-500» 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 «Вымпел-500» и составных частей требованиям эксплуатационной документации, комплектность;
- механические повреждения, влияющие на работоспособность КИУ «Вымпел-500», 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 на элементах, предназначенных для пломбирования КИУ «Вымпел-500».

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 «Вымпел-500» либо 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». При этом преобразователь расхода необходимо заглушить с двух сторон.

6.3.3 Определение относительной погрешности измерения по каналу абсолютного (избыточного) давления, абсолютной погрешности по каналу температуры, относительной погрешности вычисления расхода, производится по следующим пяти комбинациям параметров, приведенным в таблице 3 с помощью калибраторов давления и температуры, а также при помощи программы «PoverkaUS» компьютера.

Таблица 3

№ комбинации	Объемный расход в рабочих условиях (Q) относительно диапазона измерения ($Q_{min} \dots Q_{max}$)	Абсолютное (избыточное) 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 3, 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 расчетным путем по ГОСТ 30319.2-2015 либо ГОСТ Р 8.662-2009 (AGA8). Коэффициент сжимаемости воздуха определяется расчетным путем по ГСССД МР112-03. Коэффициент сжимаемости влажного нефтяного газа (ПНГ) определяется расчетным путем по ГСССД МР113-03. Коэффициент сжимаемости умеренно-сжатых газовых смесей определяется расчетным путем по ГСССД МР118-05.

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

На вход датчика абсолютного (избыточного) давления с помощью эталонного задатчика 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 (избыточного) давления, температуры, измеренные значения объемного расхода в стандартных условиях, абсолютного (избыточного) давления, температуры фиксируются по индикатору прибора или компьютера.

Относительную погрешность канала абсолютного (избыточного) давления для каждого заданного значения рассчитывают в процентах по формуле:

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

где δp – приведенная погрешность, %;

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

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

Полученные по формуле (1) значения относительной погрешности не должны превышать границ (в %), определяемых выражением:

$$\delta_{макс} = \pm(0,01 + 0,1(P_{макс}/P_{зад})), \quad (2)$$

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

$$\Delta_t = (t_{изм} - t_{зад}), \quad (3)$$

где Δ_t – абсолютная погрешность, °С;

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

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

Полученные по формуле (3) значения абсолютной погрешности не должны превышать границ, определяемых выражением:

$$\Delta_{t, макс} = \pm \sqrt{(0,1 + 0,0017|t_{зад}|)^2 + \Delta^2}, \quad (4)$$

где Δ – погрешность преобразования значения сопротивления в значение температуры, равная $\pm 0,05$ °С;

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

$$\delta Q = [(Q_{выч} - Q_{расч})/Q_{расч}] \times 100, \quad (5)$$

где δQ – относительная погрешность вычисления расхода, %;

$Q_{расч}$ – 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;

$Q_{выч}$ – вычисленное КИУ «Вымпел-500» значение величины расхода или количества контролируемой среды, считанное в том же цикле измерения или осредненное по 10 замерам мгновенных значений измеренной величины.

Полученные по формуле (5) значения относительной погрешности вычисления расхода не должны превышать $\pm 0,01\%$.

6.4 Определение погрешности преобразования значения расхода газа в частотный сигнал

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

К частотному выходу электронного блока подключают частотомер.

С помощью программы «PoverkaUS» вводят в режиме эмуляции значение расхода в КИУ «Вымпел-500», считывают значение расхода в рабочих условиях $Q_{изм}$ по индикатору КИУ «Вымпел-500» или дисплею компьютера, значение частоты $F_{изм}$ - по показанию частотомера.

Определяют расчётное значение частоты:

$$F_{расч} = F_{max} \cdot Q_{изм} / Q_{max} \quad (6)$$

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

Вычисляют относительную погрешность КИУ «Вымпел-500» по частотному выходу в каждой точке расхода в процентах по формуле:

$$\delta_F = [(F_{изм} - F_{расч}) / F_{расч}] \times 100, \quad (7)$$

Результаты поверки считаются положительными, если величина δ_F не превышает $\pm 0,01\%$.

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.

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_i : Q_{max} , $0,7Q_{max}$, $0,5Q_{max}$, $0,3Q_{max}$, $0,1Q_{max}$, $0,01Q_{max}$ и Q_{min} . Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 7 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,025Q_{max}$.

Допускается ограничивать верхнюю границу диапазона измерений объемного расхода газа $0,7Q_{max}$ при проливном методе поверки КИУ с условными диаметрами первичного преобразователя расхода DN200 и выше.

Рабочая среда – природный газ либо воздух.

Заданное значение расхода газа $Q_{этал}$ в рабочих условиях в поверяемом КИУ вычисляется по формуле (8) для установок с критическими соплами либо определяется в соответствии с эксплуатационной документацией на поверочную установку другого типа:

$$Q_{этал} = \left(1 - \frac{\Delta P}{P}\right) \cdot \sqrt{\frac{273,15 + t}{293,15}} \cdot Q_{20} \cdot \frac{1}{k_{\phi}} \quad (8)$$

где ΔP – перепад давления между поверяемым КИУ «Вымпел-500» и критическим соплом, Па;

P – абсолютное давление в КИУ «Вымпел-500», Па;

t – температура измеряемой среды, °С;

k_{φ} – поправочный коэффициент на влажность воздуха;

Q_{20} – объемный расход через критическое сопло при 20 °С (из сертификата калибровки критического сопла), м³/ч.

На каждом значении расхода считают не менее 100 значений показаний объемного расхода по поверяемому КИУ «Вымпел-500» и вычисляют среднее арифметическое значение $Q_{изм}$.

Определяют относительную погрешность КИУ «Вымпел-500» δ_{Qp} , в процентах, по формуле:

$$\delta_{Qp} = \frac{Q_{изм} - Q_{этал}}{Q_{этал}} \cdot 100\%. \quad (9)$$

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

Величина δ_{Qp} не должна превышать значений, указанных в таблице 2.

6.6 Поверка имитационным методом

Применение имитационного способа возможно, как на снятом с трубопровода КИУ, так и без его снятия с измерительной линии, а также с помощью стенда акустического ВМПЛ2.778.001.

6.6.1 При проведении имитационной поверки снятого с трубопровода КИУ 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 КИУ 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 и потока газа выполняют не менее 3 раз в течение 5 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 имитационной поверки считаются положительными, если:

1) Измеренные значения скорости потока газа по каждому измерительному каналу за 5 мин не превышают по абсолютной величине:

0,006 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \leq \pm 0,5\%$;

0,012 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,5\% < \delta \leq \pm 0,7\%$;

0,024 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,7\% < \delta$.

2) Отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому измерительному каналу за 5 мин не превышают 0,3%.

3) Взаимные абсолютные отклонения измеренных скоростей звука по измерительным каналам за 5 мин не превышают $\pm 0,3$ 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 5 мин с осреднением полученных результатов.

Измеренная скорость звука сравнивается со скоростью звука, определяемой с помощью сертифицированного программного обеспечения в соответствии с положениями ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ Р 8.662-2009, ГСССД МР 112-03, ГСССД МР 113-03 либо ГСССД МР 118-05.

Результаты имитационной поверки считаются положительными, если:

1) Измеренные значения скорости потока газа по каждому измерительному каналу за 5 мин не превышают по абсолютной величине:

0,006 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \leq \pm 0,5\%$;

0,012 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,5\% < \delta \leq \pm 0,7\%$;

0,024 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,7\% < \delta$.

2) Отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому измерительному каналу за 5 мин не превышают 0,3%.

3) Взаимные абсолютные отклонения измеренных скоростей звука по измерительным каналам за 5 мин не превышают $\pm 0,3$ м/с.

6.6.3 Поверка имитационным методом с помощью стенда акустического ВМПЛ2.778.001 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 ВМПЛ2.778.001, и проводят измерения скорости звука и скорости потока газа. Эти измерения проводят не менее 3 раз в течение 5 мин с осреднением полученных результатов.

Измеренная скорость звука сравнивается со скоростью звука, определяемой с помощью сертифицированного программного обеспечения в соответствии с положениями ГСССД МР 112-03.

Результаты имитационной поверки считаются положительными, если:

1) Измеренные значения скорости потока газа по каждому измерительному каналу за 5 мин не превышают по абсолютной величине 0,024 м/с.

2) Отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому измерительному каналу за 5 мин не превышают 0,3%.

3) Взаимные абсолютные отклонения измеренных скоростей звука по измерительным каналам за 5 мин не превышают $\pm 0,3$ м/с.

6.7 Определение погрешности измерения расхода и объёма газа проливным методом на объекте

Для КИУ «Вымпел-500» исполнения «02» допускается проведение поверки проливным методом на месте эксплуатации путем сличения результатов измерений расхода с результатами измерений этой же величины, полученных с помощью СИ, имеющего относительную погрешность не более $\pm 0,3\%$ либо $\pm 0,5\%$ (таблица 2).

В качестве такого СИ можно использовать КИУ «Вымпел-500», имеющий границы относительной погрешности не более $\pm 0,3\%$ либо $\pm 0,5\%$ в условиях работы поверяемого расходомера и имеющий действующее свидетельство о поверке (далее – эталон-переносчик).

Для поверки путём сличения результатов измерений расхода эталон-переносчик монтируется последовательно с поверяемым КИУ выше либо ниже по потоку. Реализация схемы последовательного включения поверяемого и эталонного приборов определяется техническими возможностями объектовой площадки. Достижение заявленных метрологических характеристик обеспечивается наличием у поверяемого и эталонного приборов входных (не менее 20DN) и выходных (не менее 5DN) прямых участков.

При практической реализации схемы поверки методом сличения результатов измерений расхода на действующем узле учёта необходимо предусмотреть возможность измерения температуры и давления газа в выходных сечениях поверяемого КИУ и эталона-переносчика.

Определение погрешности измерения расхода и объёма газа проливным методом на месте эксплуатации с помощью эталона-переносчика проводят путем сличения значений расходов, приведенных к условиям поверяемого КИУ, измеренных эталон-переносчиком и поверяемым КИУ. Значения расходов, при которых проводится поверка, определяются техническими возможностями объектовой площадки и/или верхним пределом измерения расхода эталон-переносчиком (но не менее 3 значений).

При каждом значении расхода газа продолжительность измерений должна быть не менее 5 минут. Количество измерений на каждом значении расхода должно быть не менее 3. Перед каждым измерением установленный расход выдерживают в течение 5 мин для исключения возможных пульсаций, вызванных регулировкой расхода.

Поверку проводят в следующей последовательности:

- 1) Устанавливают необходимое значение расхода через поверяемый КИУ;
- 2) При каждом заданном значении расхода осуществляют регистрацию следующих параметров:
 - значение объёмов газа при рабочих условиях по показаниям поверяемого КИУ и эталона-переносчика;
 - абсолютное давление газа по показаниям средств измерений измерительных систем поверяемого КИУ и эталона-переносчика;
 - температуру газа в поверяемом КИУ и эталон-переносчике;
 - время измерения.
- 3) Значение объёма, измеренного эталон-переносчиком, приводят к условиям измерений поверяемого КИУ по формуле:

$$V_3^* = V_3 \frac{p_3}{p} \cdot \frac{Z}{Z_3} \cdot \frac{T}{T_3} \quad (10)$$

где V_3^* – объём газа в рабочих условиях, измеренный эталон-переносчиком и приведенный к условиям измерений поверяемого КИУ, м³;
 V_3 – объём газа при рабочих условиях, измеренный эталон-переносчиком, м³;

p_3 – абсолютное давление газа в эталоне-переносчике, МПа;
 p – абсолютное давление в поверяемом КИУ, МПа;
 T_3 – температура газа в эталоне-переносчике, К;
 T – температура газа в поверяемом КИУ, К;
 Z_3 – фактор сжимаемости газа, рассчитанный с учетом значений абсолютного давления и температуры газа в эталоне-переносчике;
 Z – фактор сжимаемости газа, рассчитанный с учетом значений абсолютного давления и температуры в поверяемом КИУ.

4) Рассчитывают относительную погрешность измерений по формуле:

$$E = \frac{V - V_3^*}{V_3^*} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где V_3^* – объем газа в рабочих условиях, измеренный эталоном-переносчиком и приведенный к условиям измерений поверяемого КИУ, м³;
 V – объем газа, измеренный поверяемым КИУ, м³;

5) Вычисляют среднее значение систематической составляющей погрешности измерения для n проведенных измерений на данном значении расхода по формуле:

$$\bar{E} = \frac{\sum_j^n E_j}{n}, \quad (12)$$

где E_j – значение относительной систематической погрешности измерения при j измерении, %;
 n – число измерений.

6) Вычисляют относительную расширенную неопределенность типа А по формуле:

$$U' = k \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (E_j - \bar{E})^2}{(n - 1)}}, \quad (13)$$

где k – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степени свободы $\nu = n - 1$.

Значения коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности 95% в зависимости от степени свободы приведены в таблице 4.

Таблица 4

ν	2	3	4	5
k	4,302	3,182	2,776	2,570

7) Рассчитывают неопределенность измерений расхода поверяемого расходомера при установленном значении расхода по формуле:

$$U'_{\text{пов}} = \sqrt{U_3'^2 + U'^2}, \quad (14)$$

где U_3' – расширенная относительная неопределенность или относительная погрешность эталона-переносчика (равна $\pm 0,3\%$ либо $\pm 0,5\%$).

Приведенные операции проводят для всех устанавливаемых значений расхода. Величина $(|\bar{E}| + U'_{\text{пов}})$ не должна превышать значений, указанных в таблице 2.

Примечание: допускается проведение коррекции показаний поверяемого КИУ.

6.8 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:

$$\delta Q_{CT} = \pm \sqrt{\delta Q_p^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_a^2}, \quad (15)$$

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;
 δ_p - предел допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления;
 δ_t - предел допускаемой относительной погрешности измерения температуры;
 δ_a - предел допускаемой относительной погрешности вычисления расхода, приведенного к стандартным условиям (из описания типа на КИУ, равен $\pm 0,01\%$).

Пределы относительной погрешности измерения абсолютного давления вычисляются по следующим формулам:

$$\delta_p = 0,1 + 0,01P_{\max} / P, \quad (16)$$

где P_{\max} - верхний предел измерения давления (из формуляра на КИУ);
 P - давление в рабочих условиях; значение P принимается равным $0,3P_{\max}$.

Пределы относительной погрешности измерения избыточного давления вычисляются по следующим формулам:

$$\delta_p = \sqrt{(0,1 + 0,01P_{\max} / P)^2 + (\delta P_{\delta} \cdot P_{\delta \max} / P_{\delta})^2}, \quad (17)$$

где δP_{δ} - приведенная погрешность измерения атмосферного (барометрического) давления;
 $P_{\delta \max}$ - верхний предел измерения атмосферного (барометрического) давления;
 P_{δ} - среднее значение атмосферного (барометрического) давления в рабочих условиях.

Предел относительной погрешности измерения температуры вычисляется по формуле:

$$\delta_T = \frac{\Delta t}{273,15 + t} \cdot 100, \quad (18)$$

где Δt - предел абсолютной погрешности измерения температуры (из описания типа на КИУ);
 t - температура в рабочих условиях ($^{\circ}\text{C}$), принимается равным верхнему значению рабочего диапазона (из формуляра на КИУ).

Величина $\delta Q_{ст}$ не должна выходить за границы допустимых значений, указанных в таблице 5 в соответствии с вариантом исполнения КИУ.

Таблица 5

Характеристика	Значение характеристики	
Границы интервала относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,3P_{max}$, при доверительной вероятности 0,95 (исполнение «01»), % - для 2 измерительных каналов - для 4 измерительных каналов - для 8 измерительных каналов	Диапазон расходов	
	$Q_{min} \leq Q_p \leq 0,01 Q_{max}$	$Q_{min} \leq Q_p \leq 0,01 Q_{max}$
	$\pm 0,8^{1,2)}$ $\pm 1,1^{3,4)}$ $\pm 1,6^{5)}$ $\pm 2,1^{6)}$	$\pm 0,6^{1,2)}$ $\pm 0,8^{3,4)}$ $\pm 1,1^{5)}$ $\pm 1,6^{6)}$
	$\pm 0,6^{1,2)}$ $\pm 0,8^{3,4)}$ $\pm 1,1^{5)}$ $\pm 1,6^{6)}$	$\pm 0,4^{1,2)}$ $\pm 0,6^{3,4)}$ $\pm 0,8^{5)}$ $\pm 1,1^{6)}$
	$\pm 0,6^{1,2)}$ $\pm 0,8^{3,4,5)}$ $\pm 1,1^{6)}$	$\pm 0,4^{1,2)}$ $\pm 0,6^{3,4,5)}$ $\pm 0,8^{6)}$
	Диапазон расходов	
Границы интервала относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,3P_{max}$, при доверительной вероятности 0,95 (исполнение «02»), %	$Q_{min} \leq Q_p \leq 0,01 Q_{max}$	$Q_{min} \leq Q_p \leq 0,01 Q_{max}$
	$\pm 0,8^{3,7)}$ $\pm 1,1^{8)}$ $\pm 2,1^{9)}$ $\pm 2,6^{10)}$	$\pm 0,6^{3,7)}$ $\pm 0,8^{8)}$ $\pm 1,6^{9)}$ $\pm 2,1^{10)}$

¹⁾ При калибровке (поверке) на природном газе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,23$ % и использованием корректирующих коэффициентов.
²⁾ При калибровке (поверке) на воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,23$ % и использованием корректирующих коэффициентов для КИУ, предназначенных для эксплуатации при избыточном давлении измеряемой среды до 1.2 МПа включительно.
³⁾ При калибровке (поверке) на природном газе (воздухе) проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,30$ % и использованием корректирующих коэффициентов.
⁴⁾ При периодической поверке имитационным методом при условии предыдущей поверки проливным методом по пунктам 1), 2) или 3).
⁵⁾ При первичной имитационной поверке для DN от 200 включительно и выше.
⁶⁾ При первичной имитационной поверке для DN до 200.
⁷⁾ При периодической поверке на месте эксплуатации по эталону сличения, имеющему относительную погрешность не более $\pm 0,3$ %.
⁸⁾ При периодической поверке на месте эксплуатации по эталону сличения, имеющему относительную погрешность не более $\pm 0,5$ %.
⁹⁾ 4-х канальное исполнение КИУ с врезкой в существующий трубопровод; первичная и периодическая поверка обеспечивается имитационным методом.
¹⁰⁾ 2-х канальное исполнение КИУ с врезкой в существующий трубопровод; первичная и периодическая поверка обеспечивается имитационным методом.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

7.2 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку

поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года.

7.3 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке или паспорте.

7.4 При отрицательных результатах поверки расходомера не допускают к применению и выполняют процедуры, предусмотренные «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года.

Приложение А
(обязательное)
Программируемые параметры КИУ «Вымпел-500»

Наименование параметра
Измеряемая среда
Атмосферное давление, кгс/см ²
Внутренний диаметр первичного преобразователя, мм
Длина акустического пути, мм
Материал трубопровода первичного преобразователя
Нижний и верхний пределы давления измеряемой среды, МПа
Нижний и верхний пределы температуры измеряемой среды, °С
Тип термопреобразователя сопротивления
Нижний и верхний пределы расхода измеряемой среды в рабочих условиях, м ³ /ч
Метод расчета коэффициента сжимаемости
Плотность газа в нормальных условиях, кг/м ³
Компонентный состав измеряемой среды в молярных долях
Калибровочные коэффициенты (К-фактор)