

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

« 18 »

марта

2019 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

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

Методика поверки

МП 0568-13-2017

с изменением №1

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. отдела: 8(843) 272-01-12

Казань
2019

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 объёма газа:			
5.1	Проливным методом на поверочной установке	6.5	+	+
5.2	Поверка имитационным методом ³⁾	6.6	+	+
5.3	Проливным методом на месте эксплуатации	6.7	-	+
6	Определение погрешности измерения расхода и объёма газа, приведенных к стандартным условиям	6.8	+	+

Примечания:

1. Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов КИУ «Вымпел-500» (расхода – расходомера-счетчика, каналов измерения давления, температуры, вычислителя (корректора) расхода) после ремонта и/или замены с указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2. При проведении поверки отдельных измерительных каналов срок действия свидетельства о поверке КИУ «Вымпел-500» ограничивается сроком действия предыдущего свидетельства о поверке.

3. Поверка внешнего вычислителя (корректора) расхода по пп. 6.4-6.7 не проводится.

4. Первичная и периодическая поверка имитационным методом КИУ «Вымпел-500» исполнения «01» проводится на воздушной среде (п. 6.6.1) либо на месте эксплуатации без снятия с трубопровода (п. 6.6.2)

5. 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.

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

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 250 до 110800	
Минимальный рабочий расход газа Q_{\min}^1 , м ³ /ч		от 1 до 1380	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, %			
Класс точности ²⁾	Кол-во измерительных каналов	Диапазон расходов	
		$Q_{\min} \leq Q_p < 0,01 Q_{\max}$	$0,01 Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$
АА	8	±0,5	±0,3
А	8	±0,7	±0,5
ББ	4	±0,7	±0,5
Б	4	±1,0	±0,7
В	4	±1,5	±1,0
Г	2	±1,5	±1,0
Д	2	±2,0	±1,5
А(02)	8	±0,7	±0,5
Б(02)	8	±1,0	±0,7
В(02)	4	±2,0	±1,5
Г(02)	2	±2,5	±2,0

¹⁾ Q_{\min} , Q_{\max} – в соответствии с руководством по эксплуатации в зависимости от внутреннего диаметра рабочего трубопровода;

²⁾ АА – первичная и периодическая поверка осуществляется на природном газе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более ± 0,23 % и использованием корректирующих коэффициентов либо на воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более ± 0,23 % и использованием корректирующих коэффициентов для КИУ, предназначенных для эксплуатации при избыточном давлении измеряемой среды до 1.2 МПа включительно;

А – первичная поверка осуществляется на природном газе или воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более ± 0,30 % и использованием корректирующих коэффициентов; периодическую поверку допускается проводить имитационным методом либо первичная и периодическая поверка осуществляется имитационным методом;

ББ – первичная поверка осуществляется на природном газе или воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более ± 0,30 % и использованием корректирующих коэффициентов; периодическую поверку допускается проводить имитационным методом;

Б – первичная и периодическая поверка осуществляется имитационным методом;

В – первичная и периодическая поверка осуществляется имитационным методом;

Г – первичная поверка осуществляется на природном газе или воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более ± 0,30 % и использованием корректирующих коэффициентов; периодическую поверку допускается проводить имитационным методом;

Д – первичная и периодическая поверка осуществляется имитационным методом.

А(02) – первичная поверка осуществляется на воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более ± 0,30 % и использованием корректирующих коэффициентов; периодическая поверка осуществляется на месте эксплуатации по эталону сличения, имеющему относительную погрешность не более ± 0,3 %;

Продолжение таблицы 2

Б(02) – первичная поверка осуществляется на воздухе проливным методом на эталонной установке с относительной погрешностью не более $\pm 0,30$ % и использованием корректирующих коэффициентов; периодическая поверка осуществляется на месте эксплуатации по эталону сличения, имеющему относительную погрешность не более $\pm 0,5$ %;

В(02) – первичная и периодическая поверка осуществляется имитационным методом;

Г(02) – первичная и периодическая поверка осуществляется имитационным методом.

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

2 Средства поверки

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

- рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 2825 от 29.12.2018 « Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» (установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: воздух или природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,3\%$);
- 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 не более $\pm 0,23\%$ (или средним квадратическим отклонением результатов измерений не более $0,05\%$ при 11 независимых измерениях, и неисключенной систематической погрешности не превышающей $0,1\%$));
- частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/3, погрешность опорного генератора $\pm 1 \cdot 10^{-7}$;
- магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ 23737, класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$, сопротивление до $111111,111$ Ом;
- программный комплекс «Расходомер ИСО», свидетельство об аттестации 61013-15.

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

2.3 Необходимость применения конкретного средства поверки определяется методом проведения поверки (проливной или имитационный) и классом точности КИУ «Вымпел-500» в соответствии с пунктами 1.1 и 1.2 настоящей методики поверки

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

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

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, °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 и воздухе 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;
- формуляр ВМПЛ1.456.014 ФО.

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 «Вымпел-500» 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.

Раздел 5.1. (Измененная редакция, Изм. №1)

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 объёма газа, даты и текущего времени по индикатору КИУ «Вымпел-500» либо дисплею компьютера, с установленным на нем программным обеспечением «PoverkaUS» либо терминальной программой. Проверяют конфигурационные параметры на соответствие их формуляру на КИУ «Вымпел-500» или паспорту узла учета газа.

6.2.2 Опробование проводится при тех же условиях, что и поверка КИУ «Вымпел-500».

6.2.3 Результаты проверки работоспособности КИУ «Вымпел-500» считают положительными, если индикация ошибок на встроенном индикаторе КИУ «Вымпел-500» либо на установленном программном обеспечении «PoverkaUS» либо в терминальной программе отсутствует.

6.2.4 Процедура подтверждения соответствия программного обеспечения КИУ «Вымпел-500» включает в себя проверку:

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

При включении КИУ «Вымпел-500» на встроенный индикатор выводится наименование, номер версии и контрольная сумма программного обеспечения. Идентификационные данные КИУ «Вымпел-500» так же можно контролировать с помощью программного обеспечения «PoverkaUS» либо терминальной программы.

Результат проверки соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные в ходе проверки данные соответствуют данным, указанным в описании типа КИУ «Вымпел-500».

Раздел 6.2. (Измененная редакция, Изм. № 1)

6.3 Определение погрешностей измерительных каналов

6.3.1 Определение приведенной погрешности канала измерения абсолютного (избыточного) давления.

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

- 1) подается на штатный датчик давление, равное верхнему пределу измерения датчика давления;
- 2) прибор выдерживается при заданном давлении в течение двух минут;
- 3) давление сбрасывается до атмосферного, выдерживается три минуты и далее показания «нуля» датчика давления корректируются в соответствии с эксплуатационной документацией с помощью программного обеспечения «PoverkaUS» либо терминальной программы.

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

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.

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

№ комбинаций	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 расчётным путём 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:

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

где δ_P – относительная погрешность, %;

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

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

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

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

6.3.2.1 Определение абсолютной погрешности по каналу измерения температуры при помощи калибратора

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;

6.3.2.2 Определение абсолютной погрешности по каналу измерения температуры при помощи магазина сопротивлений

При проведении поверки канала измерения температуры при помощи магазина сопротивлений на первичный преобразователь температуры должно быть выдано действующее свидетельство о поверке.

Для определения абсолютной погрешности преобразования сопротивления термопреобразователя в температуру необходимо подключить к КИУ «Вымпел-500» магазин сопротивлений.

В пределах диапазона измерений температуры КИУ «Вымпел-500» выбирают 5 значений температуры $t_{эти}$:

$$\begin{aligned} t_{эт1} &= t_{мин}; \\ t_{эт2} &= 0,3t_{макс} + 0,7t_{мин}; \\ t_{эт3} &= 0,5t_{макс} + 0,5t_{мин}; \\ t_{эт4} &= 0,7t_{макс} + 0,3t_{мин}; \\ t_{эт5} &= t_{макс}. \end{aligned}$$

Значения $t_{мин}$ и $t_{макс}$ выбирают согласно температурному диапазону измеряемой среды, указанному в описании типа (минус 23,15 и плюс 76,85 соответственно для природного газа, минус 40 и плюс 80 соответственно для других газов). В случае известных условий эксплуатации допускается проводить поверку для ограниченного диапазона температур измеряемой среды, о чем делается соответствующая запись в свидетельстве о поверке на КИУ «Вымпел-500».

Далее, в соответствии с ГОСТ 6651, с помощью магазина сопротивлений последовательно задают 5 значений сопротивления, соответствующих выбранным значениям температуры. Для каждого из 5 измерений фиксируются: действительное значение температуры $t_{эти}$, соответствующее заданному значению сопротивления, и температура $t_{изми}$, измеренная расходомером.

Абсолютную погрешность преобразования сопротивления термопреобразователя в температуру для каждого выбранного значения температуры (сопротивления) рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_i = t_{изми} - t_{эти}, \quad (3)$$

где $t_{изми}$ – i -ый результат измерения температуры КИУ «Вымпел-500»;
 $t_{эти}$ – i -ое действительное значение температуры, соответствующее по ГОСТ 6651 заданному значению сопротивления.

Полученные по формуле (3) значения абсолютной погрешности не должны превышать пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования значения сопротивления в значение температуры ± 0.05 °С.

6.3.3 Определение относительной погрешности вычисления объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям.

В режиме эмуляции при помощи программы «PoverkaUS» либо терминальной программы в конфигурацию прибора вносят значения параметров объемного расхода в рабочих условиях ($\text{м}^3/\text{ч}$), абсолютного давления (МПа), температуры (°С), а также выбирают метод расчета коэффициента сжимаемости измеряемой среды и записывают параметры, определяющие состав и свойства измеряемой среды.

Определение относительной погрешности вычисления объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, осуществляется по комбинациям параметров из приложения Б (таблицы Б.1, Б.2, Б.3, Б.4, Б.5 и Б.6).

В случае известных условий эксплуатации допускается проводить поверку канала вычисления объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, для конкретного метода определения коэффициента сжимаемости измеряемой среды со значениями вышеуказанных параметров, согласованными с потребителем.

При каждой комбинации параметров вычисленные КИУ «Вымпел-500» значения объемного расхода $Q_{\text{вычи}}$, приведенного к стандартным условиям, регистрируются по индикатору прибора или компьютера.

Относительную погрешность вычисления объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, для каждой комбинации параметров рассчитывают по формуле:

$$\delta_{Qi} = [(Q_{\text{вычи}} - Q_{\text{расчи}})/Q_{\text{расчи}}] \times 100\%, \quad (4)$$

где $Q_{\text{расчи}}$ – значение объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, для каждой комбинации параметров, приведенное в приложении Б либо вычисленное с помощью аттестованных в установленном порядке программных комплексов.

Полученные по формуле (4) значения относительной погрешности вычисления объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, не должны превышать $\pm 0,005\%$.

Раздел 6.3. (Измененная редакция, Изм. № 1)

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} .

Поверку проводят для двух режимов работы частотного выхода КИУ «Вымпел-500» (от 0 до 1 кГц и от 0 до 5 кГц). Величины Q_{min} и Q_{max} приведены в формуляре КИУ «Вымпел-500».

При периодической поверке допускается проводить поверку канала преобразования значения расхода газа в частотный сигнал для одного режима работы (0...1000 Гц либо 0...5000 Гц) по согласованию с потребителем либо, в случае, когда частотный выход не используется потребителем, допускается не проводить поверку канала, о чем производится соответствующая запись в свидетельстве о поверке.

К частотному выходу электронного блока подключают частотомер.

С помощью программы «PoverkaUS» либо терминальной программы устанавливают режим работы частотного выхода 0...1000 Гц и 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:

$$F_{расч} = F_{max} \cdot Q_{изм} / Q_{max} \quad (5)$$

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:

$$\delta_F = [(F_{изм} - F_{расч}) / F_{расч}] \times 100, \quad (6)$$

Затем с помощью программы «PoverkaUS» либо терминальной программы устанавливают режим работы частотного выхода 0...5000 Гц и повторяют процедуру измерений по формулам 5 и 6.

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

Раздел 6.4. (Измененная редакция, Изм. № 1)

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 «Вымпел-500».

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : 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) с обязательным включением Q_{min} и Q_{max} . Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Допустимое отклонение вышеуказанных расходов $\pm 5\%$ от задаваемой величины.

Допускается ограничивать верхнюю границу диапазона измерений объемного расхода газа $0,7Q_{max}$ при проливном методе поверки КИУ «Вымпел-500» 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 (7) для установок с критическими соплами либо определяется в соответствии с эксплуатационной документацией на поверочную установку другого типа:

$$Q_{этал} = \left(1 - \frac{\Delta P}{P}\right) \cdot \sqrt{\frac{273,15 + t}{293,15}} \cdot Q_{20} \cdot \frac{1}{k_\phi} \quad (7)$$

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:

$$\delta_{Qp} = \frac{Q_{изм} - Q_{этал}}{Q_{этал}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов, после чего поверку по п. 6.5 выполняют повторно.

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

Пункт 6.5. 1 и 3 Абзац. (Измененная редакция, Изм. № 1)

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 «Вымпел-500» его помещают в отдельное помещение, герметично закрывают со стороны фланцев с воздухом газа при атмосферном давлении в проточной части. Выдерживают в течение 3 часов при стабильной температуре окружающей среды и атмосферном давлении.

Так же КИУ «Вымпел-500» 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 КИУ «Вымпел-500» и возникновению внутри него конвекционных потоков.

С помощью программы «PoverkaUS» либо терминальной программы проводят измерения скорости звука 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) Наибольшее абсолютное отклонение измеренных скоростей звука по измерительным каналам за 5 мин не превышает $\pm 0,3$ м/с.

Пункт 6.6.1. 1 и 5 Абзац. (Измененная редакция, Изм. № 1)

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 стабильном давлении и температуре измеряемой 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» либо терминальной программы 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 30319.3-2015, 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.

Пункт 6.6.2. 4 и 5 Абзац. (Измененная редакция, Изм. № 1)

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.

Пункт 6.6.3. 5 Абзац. (Измененная редакция, Изм. № 1)

6.7 Определение погрешности измерения расхода и объема 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 «Вымпел-500» 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.

Определение погрешности измерения расхода и объема газа проливным методом на месте эксплуатации с помощью эталона-переносчика проводят путем сличения значений расходов, приведенных к условиям поверяемого КИУ «Вымпел-500», измеренных эталоном-переносчиком и поверяемым КИУ «Вымпел-500». Значения расходов, при которых проводится поверка, определяются техническими возможностями объектовой площадки и/или верхним пределом измерения расхода эталоном-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.

Поверку проводят в следующей последовательности:

1) Устанавливают необходимое значение расхода через поверяемый КИУ «Вымпел-500»;

2) При каждом заданном значении расхода с помощью программы «ProverkaUS» осуществляют регистрацию следующих параметров:

- значение объемов газа при рабочих условиях по показаниям поверяемого КИУ «Вымпел-500» и эталона-переносчика;

- абсолютное давление газа по показаниям средств измерений измерительных систем поверяемого КИУ «Вымпел-500» и эталона-переносчика;

- температуру газа по показаниям средств измерений измерительных систем поверяемого КИУ «Вымпел-500» и эталона-переносчика;

- время измерения.

3) Значение объема, измеренного эталоном-переносчиком, приводят к условиям измерений поверяемого КИУ «Вымпел-500» по формуле:

$$V_3 = V_3 \frac{p_3}{p} \cdot \frac{Z}{Z_3} \cdot \frac{T}{T_3} \quad (9)$$

где V_3 – объем газа в рабочих условиях, измеренный эталоном-переносчиком и приведенный к условиям измерений поверяемого КИУ «Вымпел-500», м³;
 V_3 – объем газа при рабочих условиях, измеренный эталоном-переносчиком, м³;
 p_3 – абсолютное давление газа в эталоне-переносчике, МПа;
 p – абсолютное давление в поверяемом КИУ «Вымпел-500», МПа;
 T_3 – температура газа в эталоне-переносчике, К;
 T – температура газа в поверяемом КИУ «Вымпел-500», 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 «Вымпел-500».

4) Рассчитывают относительную погрешность измерений по формуле:

$$E = \frac{V - V_3}{V_3} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где V_3 – объем газа в рабочих условиях, измеренный эталоном-переносчиком и приведенный к условиям измерений поверяемого КИУ «Вымпел-500», м³;
 V – объем газа, измеренный поверяемым КИУ «Вымпел-500», м³;

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

$$\dot{E} = \frac{\sum_{j=1}^n E_j}{n}, \quad (11)$$

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

6) Вычисляют относительную расширенную неопределенность типа А по формуле:

$$U' = k \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (E_j - \dot{E})^2}{(n - 1)}}, \quad (12)$$

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:

$$U'_{\text{пов}} = \sqrt{U_3'^2 + U'^2}, \quad (13)$$

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 $(|\dot{E}| + U'_{\text{пов}})$ не должна превышать значений, указанных в таблице 2.

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов, после чего поверку по п. 6.7 выполняют повторно.

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

Определение погрешности измерения расхода газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости и факторов, определяющих физико-химические свойства газа, осуществляется при рабочем давлении не менее $0,2P_{\max}$ (где P_{\max} – верхний предел измерения давления датчиком давления), по формуле:

$$\delta Q_{CT} = \pm \sqrt{\delta Q_P^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_g^2}, \quad (14)$$

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

δQ_P – пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода и объема газа в рабочих условиях (согласно таблице 2);

δ_p – пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления;

δ_t – пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры;

δ_g – пределы допускаемой относительной погрешности вычисления расхода, приведенного к стандартным условиям.

Пределы относительной погрешности измерения абсолютного давления вычисляются по следующим формулам:

Для варианта исполнения датчика давления А: $\delta_p = \pm(0,05 + 0,025P_{\max} / P)$; (15a)

Для варианта исполнения датчика давления Б: $\delta_p = \pm(0,1 + 0,05P_{\max} / P)$, (15б)

где P_{\max} – верхний предел измерения давления (из формуляра на КИУ «Вымпел-500»);
 P – давление в рабочих условиях; значение P принимается равным $0,2P_{\max}$.

Пределы относительной погрешности измерения избыточного давления вычисляются по следующим формуле:

Для варианта исполнения датчика давления А: $\delta_p = \sqrt{(0,05 + 0,025P_{\max} / P)^2 + (\delta P_{\bar{g}} \cdot P_{\bar{g}\max} / P_{\bar{g}})^2}$, (16a)

Для варианта исполнения датчика давления Б: $\delta_p = \sqrt{(0,1 + 0,05P_{\max} / P)^2 + (\delta P_{\bar{g}} \cdot P_{\bar{g}\max} / P_{\bar{g}})^2}$ (16б)

где $\delta P_{\bar{g}}$ – приведенная погрешность измерения атмосферного (барометрического) давления;

$P_{\bar{g}\max}$ – верхний предел измерения атмосферного (барометрического) давления;

$P_{\bar{g}}$ – среднее значение атмосферного (барометрического) давления в рабочих условиях.

Пределы относительной погрешности измерения температуры вычисляется по формуле:

$$\delta_T = \frac{\Delta t}{273,15 + t} \cdot 100, \quad (17)$$

где Δt - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры для термопреобразователей сопротивления класса АА:

$$\Delta t = \pm \sqrt{(0,1 + 0,0017|t|)^2 + 0,0025}, \quad (18a)$$

для термопреобразователей сопротивления класса А:

$$\Delta t = \pm \sqrt{(0,15 + 0,002|t|)^2 + 0,0025}; \quad (18b)$$

t - температура в рабочих условиях ($^{\circ}\text{C}$), принимается равным верхнему значению рабочего диапазона (из формуляра на КИУ «Вымпел-500»).

Величина δQ_{CT} не должна выходить за границы допускаемых значений, указанных в таблице 5 и 6 в соответствии с вариантом исполнения КИУ.

Таблица 5 – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «01»

Класс точности*	Кол-во измерительных каналов	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,2P_{\max}^{1),2)}$, %	
		$Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$	$0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$
АА	8	$\pm 0,65$	$\pm 0,45$
А	8	$\pm 0,85$	$\pm 0,65$
ББ	4	$\pm 0,85$	$\pm 0,65$
Б	4	$\pm 1,15$	$\pm 0,85$
В	4	$\pm 1,65$	$\pm 1,15$
Г	2	$\pm 1,65$	$\pm 1,15$
Д	2	$\pm 2,15$	$\pm 1,65$

Таблица 6 – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «02»

Класс точности*	Кол-во измерительных каналов	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,2P_{\max}^{1),2)}$, %	
		$Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$	$0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$
А(02)	8	$\pm 0,85$	$\pm 0,65$
Б(02)	8	$\pm 1,15$	$\pm 0,85$
В(02)	4	$\pm 2,15$	$\pm 1,65$
Г(02)	2	$\pm 2,65$	$\pm 2,15$

Раздел 6.8. (Измененная редакция, Изм. № 1)

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 формуляре.

Раздел 7.3. (Измененная редакция, Изм. № 1)

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)

Приложение Б
(обязательное)

Условные обозначения:

$Q_{р.у.}$ – объемный расход в рабочих условиях;

T – температура измеряемой среды;

P – давление измеряемой среды;

$\rho_{ст.у.}$ – плотность измеряемой среды в стандартных условиях;

$Q_{расч.}$ – расчетное значение объемного расхода, приведенного к стандартным условиям;

$Q_{выч.}$ – вычисленное прибором значение объемного расхода, приведенного к стандартным условиям.

Таблица Б.1 Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа на основе ГОСТ 30319.2-2015.

Состав газа:

- азот (N_2) - 0,003 мол. д.
- диоксид углерода (CO_2) - 0,006 мол. д.

$Q_{р.у.}, м^3/ч$	$T, °C$	$P, МПа$	$\rho_{ст.у.}, кг/м^3$	$Q_{расч.}, м^3/ч$
50	26,85	2,0	0,7	998,765

Таблица Б.2 Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа на основе ГОСТ 30319.3-2015.

Состав газа:

- метан (CH_4) - 0,965 мол. д.
- этан (C_2H_6) - 0,018 мол. д.
- пропан (C_3H_8) - 0,0045 мол. д.
- и-бутан (и- C_4H_{10}) - 0,001 мол. д.
- н-бутан (н- C_4H_{10}) - 0,001 мол. д.
- и-пентан (и- C_5H_{12}) - 0,0005 мол. д.
- н-пентан (н- C_5H_{12}) - 0,0003 мол. д.
- н-гексан (н- C_6H_{14}) - 0,0007 мол. д.
- азот (N_2) - 0,003 мол. д.
- диоксид углерода (CO_2) - 0,006 мол. д.

$Q_{р.у.}, м^3/ч$	$T, °C$	$P, МПа$	$Q_{расч.}, м^3/ч$
50	26,85	5,0	2639,35

Таблица Б.3 Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа на основе ГОСТ Р 8.662-2009.

Состав газа:

- метан (СН ₄)	- 0,965 мол. д.
- этан (С ₂ Н ₆)	- 0,018 мол. д.
- пропан (С ₃ Н ₈)	- 0,0045 мол. д.
- и-бутан (и-С ₄ Н ₁₀)	- 0,001 мол. д.
- н-бутан (н-С ₄ Н ₁₀)	- 0,001 мол. д.
- и-пентан (и-С ₅ Н ₁₂)	- 0,0005 мол. д.
- н-пентан (н-С ₅ Н ₁₂)	- 0,0003 мол. д.
- н-гексан (н-С ₆ Н ₁₄)	- 0,0007 мол. д.
- азот (N ₂)	- 0,003 мол. д.
- диоксид углерода (СО ₂)	- 0,006 мол. д.

Q _{р.у.} , м ³ /ч	T, °C	P, МПа	Q _{расч.} , м ³ /ч
50	26,85	5,0	2639,36

Таблица Б.4 Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости сухого воздуха на основе ГСССД МР 112-03.

Q _{р.у.} , м ³ /ч	T, °C	P, МПа	Q _{расч.} , м ³ /ч
50	26,85	0,1	48,216

Таблица Б.5 Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости влажного нефтяного газа на основе ГСССД МР 113-03.

Состав газа:

- метан (СН ₄)	- 0,72389 мол. д.
- этан (С ₂ Н ₆)	- 0,14278 мол. д.
- пропан (С ₃ Н ₈)	- 0,07518 мол. д.
- и-бутан (и-С ₄ Н ₁₀)	- 0,00849 мол. д.
- н-бутан (н-С ₄ Н ₁₀)	- 0,01568 мол. д.
- и-пентан (и-С ₅ Н ₁₂)	- 0,0029 мол. д.
- н-пентан (н-С ₅ Н ₁₂)	- 0,0025 мол. д.
- н-гексан (н-С ₆ Н ₁₄)	- 0,0012 мол. д.
- гептан (С ₇ Н ₁₆)	- 0,0004 мол. д.
- азот (N ₂)	- 0,00929 мол. д.
- диоксид углерода (СО ₂)	- 0,01558 мол. д.
- сероводород (Н ₂ С)	- 0,0001 мол. д.
- кислород (О ₂)	- 0,0007 мол. д.
- водяной пар (Н ₂ О)	- 0,00131 мол. д.

Q _{р.у.} , м ³ /ч	T, °C	P, МПа	Q _{расч.} , м ³ /ч
50	10	0,7	366,747

Таблица Б.6 Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости умеренно-сжатых газовых смесей на основе ГСССД МР 118-05.

Состав газа:

- метан (CH ₄)	- 0,735 мол. д.
- этан (C ₂ H ₆)	- 0,033 мол. д.
- пропан (C ₃ H ₈)	- 0,0074 мол. д.
- и-бутан (и-C ₄ H ₁₀)	- 0,0008 мол. д.
- н-бутан (н-C ₄ H ₁₀)	- 0,0008 мол. д.
- и-пентан (и-C ₅ H ₁₂)	- 0,0004 мол. д.
- н-пентан (н-C ₅ H ₁₂)	- 0,0004 мол. д.
- н-гексан (н-C ₆ H ₁₄)	- 0,0006 мол. д.
- азот (N ₂)	- 0,1 мол. д.
- диоксид углерода (CO ₂)	- 0,016 мол. д.
- сероводород (H ₂ S)	- 0,0002 мол. д.
- кислород (O ₂)	- 0,0001 мол. д.
- водород (H ₂)	- 0,095 мол. д.
- аргон (Ar)	- 0,0001 мол. д.
- монооксид углерода (CO)	- 0,01 мол. д.
- гелий (He)	- 0,0002 мол. д.

Q _{р.у.} , м ³ /ч	T, °C	P, МПа	Q _{расч.} , м ³ /ч
50	16,85	5,0	2686,31