

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

А. С. Тайбинский

«19» августа

2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

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

Методика поверки
МП 1375-13-2022
с изменением №1

И.о. начальника
научно-исследовательского отдела

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

Казань
2024

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на комплексы измерительные ультразвуковые «Вымпел-500» исполнений «01», «02» (далее – комплекс, КИУ «Вымпел-500», прибор) и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 0а, 0б, 0в.

Таблица 0а – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «01», исп. «02»

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---|
| Диапазон измерений объёмного расхода Q_p в рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$ | от 1 до 110800 |
| Динамический диапазон измерений (номинальный), не менее | 1:200 |
| Максимальный рабочий расход газа $Q_{\max}^{1)}$, $\text{м}^3/\text{ч}$ | от 250 до 110800 |
| Минимальный рабочий расход газа $Q_{\min}^{1)}$, $\text{м}^3/\text{ч}$ | от 1 до 1380 |
| Диапазон измерений абсолютного (избыточного) давления газа, МПа | от 0,1(0) до 16,1(16); до 25 – по спец. заказу |
| Диапазон измерений температуры рабочей среды, $^{\circ}\text{C}$ | от -40 до +155 |
| Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения избыточного (абсолютного) давления ²⁾ , % от верхнего предела измерений: | |
| вариант исполнения датчика давления А | $\pm(0,025 + 0,05(P/P_{\max}))$ |
| вариант исполнения датчика давления Б | $\pm(0,05 + 0,1(P/P_{\max}))$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, $^{\circ}\text{C}$: | |
| класс допуска термопреобразователя AA | $\pm\sqrt{(0,1 + 0,0017 t)^2 + \Delta^2}$ |
| класс допуска термопреобразователя A | $\pm\sqrt{(0,15 + 0,002 t)^2 + \Delta^2}$ где $\Delta = \pm 0,05$ – погрешность преобразования значения сопротивления в значение температуры; t – значение температуры, $^{\circ}\text{C}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления объёмного расхода и объёма газа, приведенного к стандартным условиям ³⁾ , % | $\pm 0,005$ |
| Примечания: | |
| 1) Значение объемного расхода газа зависит от внутреннего диаметра измерительного трубопровода. | |
| 2) Приведенная погрешность для датчиков избыточного давления нормируется в диапазоне от 1 до 100% ВПИ, для датчиков абсолютного давления – от 0,05 МПа до 100% ВПИ. | |
| 3) При использовании интегрированного вычислителя (корректора) расхода или внешнего вычислителя (корректора) расхода БЭР-ВР. | |

Таблица 06 – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «01»

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | $Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$ |
| A ⁴⁾ | 8 | ±0,7 | ±0,5 |
| ББ ⁴⁾ | 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 |
| МТ | 2 | ±1,5 | ±1,0 |
| 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 $0,2P_{\max}^{1),2),3)}$, % | |
| | | $Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$ |
| A ⁵⁾ | 8 | ±0,85 | ±0,65 |
| ББ ⁵⁾ | 4 | ±0,85 | ±0,65 |
| Б | 4 | ±1,15 | ±0,85 |
| В | 4 | ±1,65 | ±1,15 |
| Г | 2 | ±1,65 | ±1,15 |
| Д | 2 | ±2,15 | ±1,65 |
| МТ | 2 | ±1,65 | ±1,15 |

Примечания:

А, ББ – первичная и периодическая поверка осуществляется на измеряемой среде или воздухе проливным методом;

Б, В – первичная и периодическая поверка осуществляется на измеряемой среде или воздухе проливным либо имитационным методом;

МТ, Г – первичная поверка осуществляется на измеряемой среде или воздухе проливным методом; периодическую поверку допускается осуществлять имитационным методом;

Д – первичная и периодическая поверка осуществляется на измеряемой среде или воздухе проливным либо имитационным методом.

¹⁾ Заявленные метрологические характеристики обеспечиваются при использовании термопреобразователей сопротивления класса А либо АА по ГОСТ 6651-2009.

²⁾ При использовании интегрированного вычислителя (корректора) расхода или внешнего вычислителя (корректора) расхода БЭР-ВР, где P_{\max} – верхний предел измерения давления датчиком давления.

³⁾ При рабочем давлении $P_{\min} \leq P < 0,2P_{\max}$ пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, определяются по ГОСТ 8.611-2013 (метод приведения РТг).

⁴⁾ Для КИУ «Вымпел-500» класса точности А и ББ допускается проводить первичную и периодическую поверку имитационным методом с увеличением пределов допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях до ±0,7% в диапазоне от Q_{\min} до Q_{\max} .

⁵⁾ Для КИУ «Вымпел-500» класса точности А и ББ допускается проводить первичную и периодическую поверку имитационным методом увеличением пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,2P_{\max}$, до ±0,85% в диапазоне от Q_{\min} до Q_{\max} .

Таблица 0в – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «02»

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|---------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | $Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$ |
| A(02) ⁴⁾ | 8 | ±0,7 | ±0,5 |
| Б(02) | 8 | ±1,0 | ±0,7 |
| 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 $0,2P_{\max}^{1),2),3)}$, % | |
| | | $Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$ |
| A(02) ⁵⁾ | 8 | ±0,85 | ±0,65 |
| Б(02) | 8 | ±1,15 | ±0,85 |

Примечание:

А(02) – первичная поверка осуществляется на измеряемой среде или воздухе проливным методом;

Б(02) – первичная и периодическая поверка осуществляется на измеряемой среде или воздухе проливным либо имитационным методом.

¹⁾ Заявленные метрологические характеристики обеспечиваются при использовании термопреобразователей сопротивления класса А либо АА по ГОСТ 6651-2009.

²⁾ При использовании интегрированного вычислителя (корректора) расхода или внешнего вычислителя (корректора) расхода БЭР-ВР, где P_{\max} – верхний предел измерения давления датчиком давления.

³⁾ При рабочем давлении $P_{\min} \leq P < 0,2P_{\max}$ пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, определяются по ГОСТ 8.611-2013 (метод приведения РТz).

⁴⁾ Для КИУ «Вымпел-500» класса точности А(02) допускается проводить периодическую поверку имитационным методом с увеличением пределов допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях до ±0,7% в диапазоне от Q_{\min} до Q_{\max} .

⁵⁾ Для КИУ «Вымпел-500» класса точности А(02) допускается проводить первичную и периодическую поверку имитационным методом увеличением пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,2P_{\max}$, до ±0,85% в диапазоне от Q_{\min} до Q_{\max} .

Комплексы измерительные ультразвуковые «Вымпел-500» исполнений «01», «02» предназначены для измерений усреднённого объемного расхода и объема природного газа, воздуха и других однокомпонентных и многокомпонентных газов, находящихся в однофазном состоянии, с приведением его к стандартным условиям в соответствии с ГОСТ 2939-63 по методам ГОСТ Р 8.662-2009, ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, ГОСТ Р 70927-2023, ГСССД МР 112-03, ГСССД МР 113-03, ГСССД МР 118-05, ГСССД МР 273-2018, ГСССД МР 228-2014.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы объемного и массового расхода газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022г. № 1133 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.12.2022г. №3253, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2021, методом непосредственного сличения.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом

Росстандарта от 23.12.2022г. №3253, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200°C ГЭТ 34-2020 методом непосредственного сличения.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы абсолютного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011) методом непосредственного сличения.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² ГЭТ 43-2022 и Государственному первичному эталону единиц давления - паскаля ГЭТ 23-2010 методом непосредственного сличения.

Раздел 1 – Измененная редакция (Изм. №1)

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции согласно таблице 1.

Таблица 1 - – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при: | |
|--|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Внешний осмотр средства измерений | 7 | Да | Да |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 8 | Да | Да |
| Проверка программного обеспечения средства измерений | 9 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям | 10 | Да | Да |

Окончание таблицы 1

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при: | |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | первой поверке | периодической поверке |
| Оформление результатов поверки | 11 | Да | Да |

Примечания:

1 Допускается проводить поверку отдельных измерительных каналов из состава КИУ «Вымпел-500» на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

2 Определение погрешности измерений расхода и объема газа для внешнего вычислителя (корректора) расхода БЭР-ВР по п. 10.1 не производится.

Таблица 1 – Измененная редакция (Изм. №1)

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

Рабочее давление на поверяемой установке должно быть не более допустимого рабочего давления поверяемого КИУ «Вымпел-500»

Проверку имитационным методом на месте эксплуатации, допускается проводить в текущих условиях окружающей и измеряемой среды, соответствующим рабочим диапазонам КИУ «Вымпел-500».

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на комплексы.

Работы по проведению поверки комплексов допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|---|
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа», поверочная среда: воздух при атмосферном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого комплекса, доверительные границы относительной погрешности не более ±0,2 % (при p=0,95) | Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 4 до 6500 м ³ /ч (регистрационный № 3.2.ДУЮ.0002.2019) |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|---|
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | <p>Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа»,, поверочная среда: природный газ при избыточном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого комплекса, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,25\%$ (при $p=0,95$)</p> | <p>Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 500 до 70000 м³/ч (регистрационный № 3.7.EEE.0009.2021)</p> |
| | <p>Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа»,, поверочная среда: воздух при атмосферном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого комплекса, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,3\%$ (при $p=0,95$)</p> | <p>Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 0,2 до 1000 м³/ч (регистрационный № 3.6.БКР.0005.2018)*</p> |
| | <p>Диапазон задаваемых температур от минус 40 до 155 °C ; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$, пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды в диапазоне от 0 до 40 °C на $1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,0005\%$</p> | <p>Калибратор температуры серии ATC-R модели ATC156 исполнения В с внешним платиновым термометром сопротивления STS-100 A-901, регистрационный № 20262-02</p> |
| | <p>Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90%; Пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0\%$. Диапазон измерений температуры от -20 до +60 °C; Пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа. Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5\text{ гПа}$.</p> | <p>Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный № 46434-11</p> |

Окончание таблицы 2

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|---|
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0 до 4000 Ом. Абсолютная погрешность воспроизведения электрического сопротивления $\pm 20 \text{ мОм}$ в диапазоне от 0 до 100 Ом, $\pm (0,0001 \cdot X + 10 \text{ мОм})$ в диапазоне от 100 до 400 Ом, $\pm (0,0001 \cdot X + 20 \text{ мОм})$ в диапазоне от 400 до 4000 Ом. | Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), регистрационный №52489-13 |
| | Диапазон измерений температуры от минус 50 до плюс 199,99 °C. Пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,05 \text{ }^{\circ}\text{C}$. | Термометр лабораторный электронный ЛТ-300-Н, регистрационный № 61806-15 |
| | Диапазон измерений абсолютного давления от 0 до 4 МПа. Пределы приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,075\%$. | Преобразователь давления измерительный Cerabar S PMP 71, регистрационный № 41560-09 |
| | Диапазон измерений абсолютного давления от 0 до 20 МПа, пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу погрешности $\pm 0,025\%$. | Калибратор многофункциональный ASC 300R, регистрационный № 25895-03 |
| | Программное обеспечение «PoverkaUS» | Идентификационное наименование: PoverkaUS_im_V500 Номер версии: 2.0. Цифровой идентификатор: C3B183B9. Алгоритм вычисления цифрового идентификатора: CRC-32. |
| | Стенд акустический | Стенд акустический ВМПЛ2.778.002 |

Примечания

1 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

2 Соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда (кроме поверочных установок при избыточном давлении) и пределов допускаемой относительной погрешности КИУ «Вымпел-500» должно быть не более 1/2,5. Соотношение доверительных границ относительной погрешности поверочных установок при избыточном давлении и пределов допускаемой относительной погрешности КИУ «Вымпел-500» должно быть не более 1/2.

3 При проведении поверки проливным методом, поверка может быть проведена в фактически обеспечивающимся диапазоне расходов (при этом минимальный расход при поверке должен быть не менее расхода Q_{min} , установленного эксплуатационной документацией и поддиапазоном измеряемого расхода для поверяемого экземпляра КИУ «Вымпел-500», а максимальный расход не более Q_{max}), с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

4 Стенд акустический применяется для поверки КИУ исполнения «02»

Таблица 2 – Измененная редакция (Изм. №1)

Также при проведении поверки применяется аттестованное программное обеспечение для расчета теоретической скорости звука.

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

- правилах техники безопасности, действующие в месте проведения поверки;
- эксплуатационной документации на комплексы;
- эксплуатационной документации на средства поверки и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

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

6.3 Выдержка КИУ «Вымпел-500» перед поверкой после включения питания должна быть не менее 30 минут.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 На поверку должны быть представлены:

- КИУ «Вымпел-500»;
- руководство по эксплуатации ВМПЛ1.456.014 РЭ;
- формуляр ВМПЛ1.456.014 ФО.

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

7.1.2 – Исключен (Изм. №1)

7.1.3 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида КИУ «Вымпел-500» и составных частей требованиям эксплуатационной документации, комплектность;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность КИУ «Вымпел-500»;
- 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;
- соответствие внешнего вида описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- наличие пломб.

7.1.4 При отрицательных результатах внешнего осмотра – процедура поверки прекращается, КИУ «Вымпел-500» признают непригодным к применению.

7.1.4 – Введен дополнительно (Изм. №1)

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 В режиме измерений наблюдают за показаниями давления, температуры, расхода газа, даты и текущего времени по индикатору КИУ «Вымпел-500» либо дисплею компьютера,

с установленным на нем программным обеспечением «PoverkaUS» либо терминальной программой.

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

8.3 Результаты проверки работоспособности КИУ «Вымпел-500» считаются положительными, если индикация ошибок на встроенном индикаторе КИУ «Вымпел-500» либо на установленном программном обеспечении «PoverkaUS» отсутствует.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 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»

9.1 – Измененная редакция (Изм. №1)

9.2 Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа.

9.3 При отрицательных результатах проверки программного обеспечения КИУ «Вымпел-500» дальнейшей поверке не подлежит.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности измерения расхода и объёма газа

Определение погрешности измерения расхода и объёма газа производится на поверочной установке или имитационным методом.

10.1 – Измененная редакция (Изм. №1)

10.1.1 Определение погрешности измерения расхода и объёма газа на поверочной установке

Допускается проводить поверку в одном из поддиапазонов на основании письменного заявления владельца комплекса.

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 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 5\%$ от задаваемой величины, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

Определяют относительную погрешность комплекса, в процентах, по формуле

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где Q_{etal} – расход по показаниям эталонной установки, м³/ч;
 Q_{ic} – расход по показаниям комплекса, м³/ч.

П р и м е ч а н и е : допускается введение корректировочных коэффициентов.

Комплекс считается прошедшим поверку, если значения относительной погрешности не превышают значений, указанных в таблицах 3-4:

Таблица 3 – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «01»

| Класс точности* | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|------------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | $Q_{min} \leq Q_p < 0,01Q_{max}$ | $0,01Q_{max} \leq Q_p \leq Q_{max}$ |
| A ⁴⁾ | 8 | ±0,7 | ±0,5 |
| ББ ⁴⁾ | 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 |
| МТ | 2 | ±1,5 | ±1,0 |

Таблица 4 – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «02»

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|----------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | $Q_{min} \leq Q_p < 0,01Q_{max}$ | $0,01Q_{max} \leq Q_p \leq Q_{max}$ |
| A(02) | 8 | ±0,7 | ±0,5 |
| Б(02) | 8 | ±1,0 | ±0,7 |

10.1.1 Измененная редакция (Изм. №1)

10.1.2 Определение погрешности измерения расхода и объёма газа имитационным методом

10.1.2.1 При проведении имитационной поверки снятого с трубопровода КИУ «Вымпел-500» его помещают в отдельное помещение, герметично закрывают со стороны фланцев с воздухом при атмосферном давлении в проточной части. Вместо воздуха допускается применение иной газовой смеси при атмосферном либо избыточном давлении с известным компонентным составом (например, природный газ по ГОСТ 30319.3-2015). 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» 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.

Допускаемые пределы изменения давления γ_{Pmax} и температуры γ_{Tmax} газа за 5 мин составляют:

$\gamma_{Pmax} = \pm 0,2\%$; $\gamma_{Tmax} = \pm 0,2$ °C, для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \leq \pm 0,7\%$;

$\gamma_{Pmax} = \pm 0,4\%$; $\gamma_{Tmax} = \pm 0,4$ °C, для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta > \pm 0,7\%$.

Результаты измерений скорости звука сравнивают с расчётной скоростью звука, вычисляемой с помощью программы «PoverkaUS» либо сертифицированного/аттестованного программного обеспечения согласно ГСССД МР 176-2010 (для воздуха).

Результаты имитационной поверки считаются положительными, если:

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

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

0,024 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,7\% < \delta \leq \pm 1,5\%$.

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 ±0,3 м/с.

Полученные значения соответствуют пределам допускаемой относительной погрешности измерений расхода и объема газа для имитационного метода, указанным в таблицах 5-6:

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

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|----------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | $Q_{min} \leq Q_p < 0,01Q_{max}$ | $0,01Q_{max} \leq Q_p \leq Q_{max}$ |
| А | 8 | | ±0,7 |
| ББ | 4 | | ±0,7 |
| Б | 4 | ±1,0 | ±0,7 |
| В | 4 | ±1,5 | ±1,0 |
| Г | 2 | ±1,5 | ±1,0 |
| Д | 2 | ±2,0 | ±1,5 |
| МТ | 2 | ±1,5 | ±1,0 |

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

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|----------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | $Q_{min} \leq Q_p < 0,01Q_{max}$ | $0,01Q_{max} \leq Q_p \leq Q_{max}$ |
| А(02) | 8 | | ±0,7 |
| Б(02) | 8 | ±1,0 | ±0,7 |

10.1.2.1 – Измененная редакция (Изм. №1)

10.1.2.2 Проведение имитационной поверки комплекса без снятия его с измерительной линии возможно только в том случае, если участок трубопровода с комплексом может быть перекрыт с обеих сторон от комплекса, чтобы полностью исключить внутри него течение газа.

Проверку проводят при стабильном давлении и температуре измеряемой среды. Комплекс 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.

Допускаемые пределы изменения давления γ_{Pmax} и температуры γ_{Tmax} воздуха за 5 мин составляют:

$\gamma_{Pmax} = \pm 0,2\%$; $\gamma_{Tmax} = \pm 0,2$ °C, для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \leq \pm 0,7\%$;

$\gamma_{Pmax} = \pm 0,4\%$; $\gamma_{Tmax} = \pm 0,4$ °C, для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta > \pm 0,7\%$.

Допускается проведение поверки на протяжении длительного интервала времени с обработкой результатов измерений с помощью программы «PoverkaUS» и автоматизированным определением интервалов, в течение которых выполняются требования к изменению давления и температуры измеряемой среды. При этом длительность поверки не должна превышать 12 часов.

Измеренная скорость звука сравнивается со скоростью звука, определяемой с помощью программы «PoverkaUS» либо сертифицированного/аттестованного программного обеспечения в соответствии с положениями ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, ГОСТ Р 8.662-2009, ГОСТ Р 70927-2023, ГСССД МР 112-03, ГСССД МР 113-03, ГСССД МР 118-05, ГСССД МР 273-2018 либо ГСССД МР 228-2014.

Результаты имитационной поверки считаются положительными, если:

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

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

0,024 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,7\% < \delta \leq \pm 1,5\%$.

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.

Полученные значения соответствуют пределам допускаемой относительной погрешности измерений расхода и объема газа для имитационного метода, указанным в таблицах 7-8:

Таблица 7 – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «01»

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|----------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | $Q_{min} \leq Q_p < 0,01Q_{max}$ | $0,01Q_{max} \leq Q_p \leq Q_{max}$ |
| А | 8 | | $\pm 0,7$ |
| ББ | 4 | | $\pm 0,7$ |
| Б | 4 | $\pm 1,0$ | $\pm 0,7$ |
| В | 4 | $\pm 1,5$ | $\pm 1,0$ |
| Г | 2 | $\pm 1,5$ | $\pm 1,0$ |
| Д | 2 | $\pm 2,0$ | $\pm 1,5$ |
| МТ | 2 | $\pm 1,5$ | $\pm 1,0$ |

Таблица 8 – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «02»

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|----------------|------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | $Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$ |
| A(02) | 8 | | $\pm 0,7$ |
| Б(02) | 8 | $\pm 1,0$ | $\pm 0,7$ |

10.1.2.2 – Измененная редакция (Изм. №1)

10.1.2.3 Имитационная поверка с помощью акустического стенда ВМПЛ2.778.002

Периодическая имитационная поверка с помощью акустического стенда ВМПЛ2.778.002 применяется только при условии определения погрешности измерений расхода и объема газа на поверочной установке в соответствии с 10.1.1 при первичной поверке.

При проведении имитационной поверки с помощью акустического стенда ВМПЛ2.778.002 производится демонтаж попарно согласованных пьезоэлектрических преобразователей из корпуса КИУ «Вымпел-500» и монтаж в акустический стенд осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией на КИУ «Вымпел-500» и акустический стенд.

Проверка проводится при атмосферном давлении на воздушной среде. Вместо воздуха допускается применение иной газовой смеси при атмосферном либо избыточном давлении с известным компонентным составом.

Акустический 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 стендса и возникновению внутри него конвекционных потоков.

При установке датчиков пьезоэлектрических преобразователей из корпуса КИУ «Вымпел-500» в акустический стенд производится параметризация БЭР(БЭР-мини), после окончания поверки в БЭР(БЭР-мини) возвращаются исходные параметры.

С помощью программы «PoverkaUS» 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.

Допускаемые пределы изменения давления $\gamma_{P_{\max}}$ и температуры $\gamma_{T_{\max}}$ газа за 5 мин составляют:

$\gamma_{P_{\max}} = \pm 0,2\%$; $\gamma_{T_{\max}} = \pm 0,2$ °C, для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \leq \pm 0,7\%$;

$\gamma_{P_{\max}} = \pm 0,4\%$; $\gamma_{T_{\max}} = \pm 0,4$ °C, для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta > \pm 0,7\%$.

Результаты измерений скорости звука сравнивают с расчётной скоростью звука, вычисляемой с помощью программы «PoverkaUS» либо сертифицированного/аттестованного программного обеспечения согласно ГСССД МР 176-2010 (для воздуха).

Результаты имитационной поверки считаются положительными, если:

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

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

0,024 м/с для КИУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,7\% < \delta \leq \pm 1,5\%$.

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.

Полученные значения соответствуют пределам допускаемой относительной погрешности измерений расхода и объема газа для имитационного метода, указанным в таблицах 8а-8б

Таблица 8а – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «01»

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|----------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | $Q_{min} \leq Q_p < 0,01Q_{max}$ | $0,01Q_{max} \leq Q_p \leq Q_{max}$ |
| А | 8 | | $\pm 0,7$ |
| ББ | 4 | | $\pm 0,7$ |
| Б | 4 | $\pm 1,0$ | $\pm 0,7$ |
| В | 4 | $\pm 1,5$ | $\pm 1,0$ |
| МТ | 2 | $\pm 1,5$ | $\pm 1,0$ |
| Г | 2 | $\pm 1,5$ | $\pm 1,0$ |
| Д | 2 | $\pm 2,0$ | $\pm 1,5$ |

Таблица 8б – Метрологические характеристики КИУ «Вымпел-500» исп. «02»

| Класс точности | Кол-во измерительных каналов | Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода в рабочих условиях, % | |
|----------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | $Q_{min} \leq Q_p < 0,01Q_{max}$ | $0,01Q_{max} \leq Q_p \leq Q_{max}$ |
| А(02) | 8 | | $\pm 0,7$ |
| Б(02) | 8 | $\pm 1,0$ | $\pm 0,7$ |

10.1.2.3 – Введен дополнительно (Изм. №1)

10.2 Определение погрешностей измерительных каналов

Определение погрешностей измерительных каналов давления и температуры проводится поэлементно или при помощи эталонного оборудования

10.2.1 Определение погрешностей измерительных каналов давления и температуры поэлементно

Определение погрешностей измерительных каналов давления и температуры поэлементно проводится путем проверки наличия свидетельств о поверке на датчик абсолютного (избыточного) давления и термопреобразователь.

При определении погрешности измерительных каналов поэлементно, дополнительно необходимо провести проверку преобразования сопротивления.

10.2.1.1 Определение абсолютной погрешности по каналу измерения температуры при помощи калибратора многофункционального

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

В пределах диапазона измерений температуры КИУ «Вымпел-500» выбирают 5 точек поверки температуры $t_{\text{эм}}_i$. Температуру $t_{\text{эм}}_i$ выбирают волях, относительно диапазона измерения КИУ ($t_{\min} \dots t_{\max}$): $t_{\min}, 0,3t_{\max} + 0,7t_{\min}, 0,5t_{\max} + 0,5t_{\min}, 0,7t_{\max} + 0,3t_{\min}, t_{\max}$.

Значения t_{\min} и t_{\max} выбирают согласно температурному диапазону измеряемой среды, указанному в паспорте комплекса.

Далее, в соответствии с ГОСТ 6651-2009, с помощью калибратора многофункционального последовательно задают 5 значений сопротивления, соответствующих выбранным значениям температуры. Для каждого из 5 измерений фиксируются: действительное значение температуры $t_{\text{эм}}_i$, соответствующее заданному значению сопротивления, и температура $t_{\text{изм}}_i$, измеренная комплексом.

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

$$\Delta t_i = t_{\text{изм}}_i - t_{\text{эм}}_i, \quad (2)$$

где $t_{\text{изм}}_i$ – i -ый результат измерения температуры КИУ «Вымпел-500», °C;

$t_{\text{эм}}_i$ – i -ое действительное значение температуры, соответствующее по ГОСТ 6651-2009 заданному значению сопротивления, °C.

Полученные по формуле (2) значения абсолютной погрешности не должны превышать пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования значения сопротивления в значение температуры $\pm 0,05$ °C.

10.2.1.1 – Измененная редакция (Изм. №1)

10.2.2 Определение погрешностей измерительных каналов давления и температуры поканально

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

При проведении поверки канала измерения абсолютного давления с верхним пределом измерений выше 0,25 МПа допускается в качестве значения P_{\min} выбирать давление, равное атмосферному давлению на момент поверки.

Для поверки канала измерения абсолютного давления с верхним пределом измерений не превышающим 0,25 МПа необходимо использовать этalon абсолютного давления, а для поверки канала измерения абсолютного давления с верхним пределом измерений выше 0,25 МПа допускается задавать избыточное давление вместо абсолютного, с учетом измеренного атмосферного давления по термогигрометру.

Далее на вход датчика абсолютного (избыточного) давления с помощью калибратора задаются значения давления (P).

В пределах диапазона измерений давления КИУ «Вымпел-500» выбирают 5 точек поверки давления P . Давление P выбирают волях, относительно диапазона измерения КИУ ($P_{\min} \dots P_{\max}$): $P_{\min}, 0,3P_{\max} + 0,7P_{\min}, 0,5P_{\max} + 0,5P_{\min}, 0,7P_{\max} + 0,3P_{\min}, P_{\max}$.

Приведенная к верхнему пределу погрешность канала абсолютного (избыточного) давления γ_P для каждого заданного значения рассчитывают в процентах по формуле

$$\gamma_P = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{зад}}}{P_{\text{зад}}} 100\%, \quad (3)$$

где $P_{\text{зад}}$ – значение величины, заданное с помощью калибратора, Па;

$P_{изм}$ – значение величины, индицируемое на экране комплекса либо в программном обеспечении «PoverkaUS», Па.

Полученные по формуле (3) значения приведенной к верхнему пределу погрешности не должны превышать, %:

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| вариант исполнения датчика давления А | $\pm(0,025 + 0,05(P/P_{max}))$ |
| вариант исполнения датчика давления Б | $\pm(0,05 + 0,1(P/P_{max}))$ |

10.2.2.2 Определение абсолютной погрешности по каналу измерения температуры (t)

В пределах диапазона измерений температуры КИУ «Вымпел-500» выбирают 5 точек поверки температуры t . Температуру t выбирают в долях, относительно диапазона измерения КИУ ($t_{min} \dots t_{max}$): $t_{min}, 0,3t_{max} + 0,7t_{min}, 0,5t_{max} + 0,5t_{min}, 0,7t_{max} + 0,3t_{min}, t_{max}$.

Абсолютную погрешность по каналу измерения температуры для каждого заданного значения рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t_{изм} - t_{зад}, \quad (4)$$

где $t_{изм}$ – значение температуры, индицируемое на экране комплекса либо в программном обеспечении «PoverkaUS», °C;

$t_{зад}$ – значение температуры, заданное с помощью калибратора, °C.

Полученные по формуле (4) значения абсолютной погрешности не должны превышать:

для класса допуска термопреобразователя АА: $\pm\sqrt{(0,1 + 0,0017|t|)^2 + \Delta^2}$

для класса допуска термопреобразователя А: $\pm\sqrt{(0,15 + 0,002|t|)^2 + \Delta^2}$

Здесь $\Delta = \pm 0,05$ – погрешность преобразования значения сопротивления в значение температуры; t – значение температуры, °C.

10.3 Определение относительной погрешности вычисления объёмного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям

В комплекс при помощи программного обеспечения «PoverkaUS» заносят температуру, давление и состав газа, указанные в контрольных примерах ГОСТ Р 8.662-2009, ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, ГОСТ Р 70927-2023, ГСССД МР 112-03, ГСССД МР 113-03, ГСССД МР 118-05, ГСССД МР 273-2018, ГСССД МР 228-2014 (Приложение Б).

Погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, рассчитывают по формуле

$$\delta_s = \frac{Q_{стКИУ} - Q_{ГОСТ}}{Q_{ГОСТ}} 100\%, \quad (5)$$

где $Q_{стКИУ}$ – объемный расход, индицируемый на экране комплекса либо в программном обеспечении «PoverkaUS», м³/ч;

$Q_{ГОСТ}$ – объемный расход согласно контрольным примерам, м³/ч.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, не превышает $\pm 0,005\%$.

10.4 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:

$$\delta_{Q_{cr}} = \sqrt{\delta_{Qp}^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_\sigma^2}, \quad (6)$$

где δ_{Qp} – пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода и объема газа в рабочих условиях (согласно таблицам 3-8, 8а, 8б);

δ_p – пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления;

δ_t – пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры;

δ_σ – 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:

$$\delta_p = \pm \left(0,05 + 0,025 \frac{P_{max}}{P} \right), \quad (7a)$$

Для варианта исполнения датчика давления Б:

$$\delta_p = \pm \left(0,1 + 0,05 \frac{P_{max}}{P} \right), \quad (7b)$$

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 абсолютного давления при использовании датчика избыточного давления вычисляются по следующим формуле:

Для варианта исполнения датчика давления А:

$$\delta_p = \sqrt{\left(0,05 + 0,025 \frac{P_{max}}{P} \right)^2 + \left(\gamma_{P\beta} \frac{P_{\delta max}}{P_\delta} \right)^2}, \quad (8a)$$

Для варианта исполнения датчика давления Б:

$$\delta_p = \sqrt{\left(0,1 + 0,05 \frac{P_{max}}{P} \right)^2 + \left(\gamma_{P\beta} \frac{P_{\delta max}}{P_\delta} \right)^2}, \quad (8b)$$

где $\gamma_{P\beta}$ – 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.

Пределы относительной погрешности измерения температуры вычисляются по формуле:

$$\delta_p = \frac{\Delta t}{273,15 + t} 100, \quad (9)$$

где Δt – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры для термопреобразователей сопротивления класса АА:

$$\Delta t = \pm \sqrt{(0,1 + 0,0017|t|)^2 + 0,0025}, \quad (10a)$$

для термопреобразователей сопротивления класса А:

$$\Delta t = \pm \sqrt{(0,15 + 0,002|t|)^2 + 0,0025}, \quad (10b)$$

где 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 таблицах 9 и 10 в соответствии с вариантом исполнения КИУ.

Таблица 9 – 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 $0,2P_{\max}$, % | |
|----------------|------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | $Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$ |
| A* | 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 | $\pm 2,15$ | $\pm 1,65$ |
| МТ | 2 | $\pm 1,65$ | $\pm 1,15$ |

Примечание – при проведении поверки КИУ «Вымпел-500» класса точности А и ББ имитационным методом пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,2P_{\max}$ не должны превышать $\pm 0,85\%$ в диапазоне от Q_{\min} до Q_{\max} .

Таблица 10 – 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 $0,2P_{\max}$, % | |
|----------------|------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | $Q_{\min} \leq Q_p < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q_p \leq Q_{\max}$ |
| A(02)* | 8 | $\pm 0,85$ | $\pm 0,65$ |
| Б(02) | 8 | $\pm 1,15$ | $\pm 0,85$ |

Примечание – при проведении поверки КИУ «Вымпел-500» класса точности А(02) имитационным методом пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости, при рабочем давлении не менее $0,2P_{\max}$ не должны превышать $\pm 0,85\%$ в диапазоне от Q_{\min} до Q_{\max} .

10.5 Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

Результаты поверки считаются положительными, если метрологические характеристики, полученные в п.10, соответствуют приведенным в таблицах 3-10.

Раздел 10.5 – Введен дополнительно (Изм. №1)

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Раздел 11 – Исключен (изм. №1)

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколами произвольной формы.

12.2 Знак поверки ставится в свидетельство о поверке (при заявлении).

12.3 При положительных результатах поверки КИУ «Вымпел-500» признают годным к применению, оформляют свидетельство о поверке (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При проведении поверки отдельных измерительных каналов, в свидетельстве указывается, что КИУ «Вымпел-500» поверен в части определенных каналов. Также указывается в каком поддиапазоне поверен КИУ «Вымпел-500».

12.4 Если КИУ «Вымпел-500» по результатам поверки признан непригодным к применению выписывают извещение о непригодности к применению (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

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

Приложение А – Исключено (Изм. №1)

Приложение Б
(обязательное)
Контрольные примеры

Условные обозначения:

$Q_{\text{p.y.}}$ – объемный расход в рабочих условиях;
 T – температура измеряемой среды;
 P – абсолютное давление измеряемой среды;
 $\rho_{\text{ст.y.}}$ – плотность измеряемой среды в стандартных условиях;
 $Q_{\text{расч.}}$ – расчетное значение объемного расхода, приведенного к стандартным условиям;
 $Q_{\text{выч.}}$ – 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

| Исходные данные | | | |
|--|---------------------|-----------------|---|
| Компонент | Содержание | | |
| азот (N_2) | 0,3 | мол.% | |
| диоксид углерода (CO_2) | 0,6 | мол.% | |
| Контрольные значения | | | |
| $Q_{\text{p.y.}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $T, ^\circ\text{C}$ | $P, \text{МПа}$ | $\rho_{\text{ст.y.}}, \text{кг}/\text{м}^3$ |
| 50 | 26,85 | 2 | 0,7 |
| | | | 998,765 |

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

| Исходные данные | | | |
|-----------------------------|------------|-------|--|
| Компонент | Содержание | | |
| метан (CH_4) | 96,5 | мол.% | |
| этан (C_2H_6) | 1,8 | мол.% | |
| пропан (C_3H_8) | 0,45 | мол.% | |
| и-бутан (и- C_4H_{10}) | 0,1 | мол.% | |
| н-бутан (н- C_4H_{10}) | 0,1 | мол.% | |
| и-пентан (и- C_5H_{12}) | 0,05 | мол.% | |
| н-пентан (н- C_5H_{12}) | 0,03 | мол.% | |
| н-гексан (н- C_6H_{14}) | 0,07 | мол.% | |
| азот (N_2) | 0,3 | мол.% | |
| диоксид углерода (CO_2) | 0,6 | мол.% | |

Окончание таблицы Б.2

| Контрольные значения | | | |
|---------------------------------|-------|--------|----------------------------------|
| $Q_{p.y.}, \text{м}^3/\text{ч}$ | T, °C | P, МПа | $Q_{расч.}, \text{м}^3/\text{ч}$ |
| 50 | 26,85 | 5 | 2639,35 |

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

| Исходные данные | | |
|--|------------|----------|
| Компонент | Содержание | Ед. изм. |
| метан (CH_4) | 96,5 | мол.% |
| этан (C_2H_6) | 1,8 | мол.% |
| пропан (C_3H_8) | 0,45 | мол.% |
| и-бутан ($\text{i-C}_4\text{H}_{10}$) | 0,1 | мол.% |
| н-бутан ($\text{n-C}_4\text{H}_{10}$) | 0,1 | мол.% |
| и-пентан ($\text{i-C}_5\text{H}_{12}$) | 0,05 | мол.% |
| н-пентан ($\text{n-C}_5\text{H}_{12}$) | 0,03 | мол.% |
| н-гексан ($\text{n-C}_6\text{H}_{14}$) | 0,07 | мол.% |
| азот (N_2) | 0,3 | мол.% |
| диоксид углерода (CO_2) | 0,6 | мол.% |
| Контрольные значения | | |
| $Q_{p.y.}, \text{м}^3/\text{ч}$ | T, °C | P, МПа |
| 50 | 26,85 | 5 |
| | | 2639,35 |

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

| Контрольные значения | | | |
|---------------------------------|-------|--------|----------------------------------|
| $Q_{p.y.}, \text{м}^3/\text{ч}$ | T, °C | P, МПа | $Q_{расч.}, \text{м}^3/\text{ч}$ |
| 50 | 26,85 | 0,1 | 48,216 |

Таблица Б.5 – Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа на основе ГОСТ Р 8.662-2009

| Исходные данные | | |
|--|------------|----------|
| Компонент | Содержание | Ед. изм. |
| метан (CH_4) | 72,389 | мол.% |
| этан (C_2H_6) | 14,278 | мол.% |
| пропан (C_3H_8) | 7,518 | мол.% |
| и-бутан ($\text{i-C}_4\text{H}_{10}$) | 0,849 | мол.% |
| н-бутан ($\text{n-C}_4\text{H}_{10}$) | 1,568 | мол.% |
| и-пентан ($\text{i-C}_5\text{H}_{12}$) | 0,29 | мол.% |
| н-пентан ($\text{n-C}_5\text{H}_{12}$) | 0,25 | мол.% |

Окончание таблицы Б.5

| Компонент | Содержание | Ед. изм. |
|--|---------------------|---|
| н-гексан ($\text{н-C}_6\text{H}_{14}$) | 0,12 | мол.% |
| гептан (C_7H_{16}) | 0,04 | мол.% |
| азот (N_2) | 0,929 | мол.% |
| диоксид углерода (CO_2) | 1,558 | мол.% |
| Контрольные значения | | |
| $Q_{\text{p.y.}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $T, ^\circ\text{C}$ | $P, \text{МПа}$ |
| 50 | 10 | 0,7 |
| | | $Q_{\text{расч.}}, \text{м}^3/\text{ч}$ |
| | | 366,747 |

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

| Исходные данные | | |
|--|---------------------|---|
| Компонент | Содержание | Ед. изм. |
| метан (CH_4) | 73,5 | мол.% |
| этан (C_2H_6) | 3,3 | мол.% |
| пропан (C_3H_8) | 0,74 | мол.% |
| и-бутан (и- C_4H_{10}) | 0,08 | мол.% |
| н-бутан (н- C_4H_{10}) | 0,08 | мол.% |
| и-пентан (и- C_5H_{12}) | 0,04 | мол.% |
| н-пентан (н- C_5H_{12}) | 0,04 | мол.% |
| н-гексан ($\text{н-C}_6\text{H}_{14}$) | 0,06 | мол.% |
| азот (N_2) | 10,0 | мол.% |
| диоксид углерода (CO_2) | 1,6 | мол.% |
| сероводород (H_2S) | 0,02 | мол.% |
| кислород (O_2) | 0,01 | мол.% |
| водород (H_2) | 9,5 | мол.% |
| аргон (Ar) | 0,01 | мол.% |
| монооксид углерода (CO) | 1,0 | мол.% |
| гелий (He) | 0,02 | мол.% |
| Контрольные значения | | |
| $Q_{\text{p.y.}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $T, ^\circ\text{C}$ | $P, \text{МПа}$ |
| 50 | 16,85 | 5,0 |
| | | $Q_{\text{расч.}}, \text{м}^3/\text{ч}$ |
| | | 2686,31 |

Таблица Б.7 – Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости влажных газовых смесей на основе ГСССД МР 273-2018 (только для КИУ «Вымпел-500» с номером версии программного обеспечения не ниже 5.х.у)

| Исходные данные | | | |
|---|------------|----------|----------------------------------|
| Компонент | Содержание | Ед. изм. | |
| метан (CH_4) | 80,343 | мол.% | |
| этан (C_2H_6) | 2,034 | мол.% | |
| пропан (C_3H_8) | 0,963 | мол.% | |
| и-бутан (и- C_4H_{10}) | 0,009 | мол.% | |
| азот (N_2) | 0,036 | мол.% | |
| диоксид углерода (CO_2) | 3,87 | мол.% | |
| сероводород (H_2S) | 2,745 | мол.% | |
| водяной пар (H_2O) | 10,0 | мол.% | |
| Контрольные значения | | | |
| $Q_{p.y.}, \text{м}^3/\text{ч}$ | T, °C | P, МПа | $Q_{расч.}, \text{м}^3/\text{ч}$ |
| 50 | -10 | 1,5 | 864,202 |

Таблица Б.8 – Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости азота на основе ГСССД МР 228-2014(только для КИУ «Вымпел-500» с номером версии программного обеспечения не ниже 5.х.у)

| Контрольные значения | | | |
|---------------------------------|-------|--------|----------------------------------|
| $Q_{p.y.}, \text{м}^3/\text{ч}$ | T, °C | P, МПа | $Q_{расч.}, \text{м}^3/\text{ч}$ |
| 50 | 26,85 | 5,0 | 2418,57 |

Таблица Б.9 – Комбинация параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа в области низких температур на основе ГОСТ Р 70927-2023 (только для КИУ «Вымпел-500» с номером версии программного обеспечения не ниже 5.х.у)

| Исходные данные | | | | |
|------------------------------------|------------|----------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Компонент | Содержание | Ед. изм. | | |
| азот (N_2) | 0,43 | мол.% | | |
| диоксид углерода (CO_2) | 0,22 | мол.% | | |
| Контрольные значения | | | | |
| $Q_{p.y.}, \text{м}^3/\text{ч}$ | T, °C | P, МПа | $\rho_{ст.у.}, \text{кг}/\text{м}^3$ | $Q_{расч.}, \text{м}^3/\text{ч}$ |
| 50 | -33,15 | 0,4 | 0,6785 | 244,224 |

Приложение А – Измененная редакция (Изм. №1)