

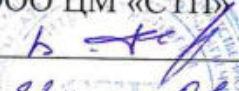


ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»


«22» 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы измерительно-вычислительные ВКТМ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2201/1-311229-2025

г. Казань
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительно-вычислительные ВКТМ (далее – ИВК) и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 ИВК соответствует требованиям к средству измерений (далее – СИ) в соответствии с:

- Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единицы давления – паскаля (ГЭТ 23–2010) и 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);

- Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101–2011);

- Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13–2023);

- Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14–2014);

- Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.11.2024 г. № 2712, и прослеживаются к Государственным первичным эталонам единицы температуры ГЭТ 35–2021 и ГЭТ 34–2020;

- Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1–2022;

- Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.08.2021 г. № 1904, и прослеживаются к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений ГЭТ 95–2020;

- Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11.04.2022 г. № 1133, и прослеживаются к Государственному первичному специальному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118–2017.

1.3 Метрологические характеристики ИВК подтверждаются непосредственным сравнением с основными средствами поверки.

1.4 Поверка проводится в части измерительных каналов, определяемых модификацией и комплектацией ИВК. При периодической поверке допускается проведение поверки в части используемых измерительных каналов в установленном диапазоне измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ИВК

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений расхода в рабочих условиях ИВК*, м³/ч: – на базе ротационного счетчика газа – на базе турбинного счетчика газа	от 0,8 до 650,0 от 8 до 2500
Диапазон измерений абсолютного давления*, МПа	от 0,08 до 0,20; от 0,1 до 0,5; от 0,15 до 0,75; от 0,2 до 1,0; от 0,4 до 2,0; от 2,2 до 5,5; от 2,8 до 7,0
Диапазон измерений избыточного давления*, МПа	от 0 до 0,016; от 0 до 0,04; от 0 до 0,06; от 0 до 0,16; от 0 до 0,25; от 0 до 0,4; от 0 до 0,6; от 0 до 1; от 0 до 1,6; от 0 до 2,5; от 0 до 4; от 0 до 6; от 0 до 10
Диапазон измерений разности давления*, кПа	от 0 до 1,0; от 0 до 1,6; от 0 до 2,5; от 0 до 4,0; от 0 до 6,0; от 0 до 10,0; от 0 до 25,0; от 0 до 40,0; от 0 до 100,0; от 0 до 160,0
Диапазон измерений температуры газа*, °C	от -30 до +100 от -40 до +100 от -50 до +100
Диапазон измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа*, °C	от -200 до +850
Диапазон измерений температуры окружающей среды*, °C	от -30 до +60 от -40 до +60
Диапазон измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды*, °C	от -40 до +60
Диапазон измерений сигналов напряжения постоянного электрического тока*, В	от 0,4 до 2,0
Диапазон измерений частоты частотно-импульсного входа, Гц	от 0,2 до 10000,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объема газа в рабочих условиях в диапазонах расходов, %: – от $0,2 \cdot Q_{\text{макс}}$ до $Q_{\text{макс}}$ включ. – от $Q_{\text{мин}}$ до $0,2 \cdot Q_{\text{макс}}$	$\pm 1,4$ $\pm 2,0$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного или избыточного давления, %: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	$\pm 0,15$ $\pm 0,02$, но не более $\pm 0,06$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений разности давлений, %: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	$\pm 0,5$ $\pm 0,1$, но не более $\pm 0,5$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газа, °C: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	$\pm(0,25+0,002 \cdot t)$ $\pm 0,025$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа, °C: – основная для сигналов с НСХ Pt100, 100П – основная для сигналов с НСХ Pt500, 500П – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	$\pm 0,2$ $\pm 0,1$ $\pm 0,025$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды, °C: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	± 1 $\pm 0,025$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды, °C: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	$\pm 0,4$ $\pm 0,025$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сигналов напряжения постоянного электрического тока, %: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	$\pm 0,03$ $\pm 0,005$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты частотно-импульсного входа, %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, %	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений времени, %	$\pm 0,02$
* Комплектуется в зависимости от исполнения. Диапазон измерений выбирается при заказе и зависит от типа применяемого измерительного преобразователя. Примечания 1 Погрешность измерения количества импульсов отсутствует. 2 Основная и дополнительная погрешности суммируются арифметически. 3 Принято следующее обозначение: t – измеренная температура, °C; НСХ – номинальная статическая характеристика.	

2 Перечень операций поверки СИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр СИ	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование СИ	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения СИ	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	Да	Да	9
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного или избыточного давления	Да	Да	9.1
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений разности давлений	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности измерений температуры газа	Да	Да	9.3
Определение абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды	Да	Да	9.4
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа	Да	Да	9.5
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды	Да	Да	9.6
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сигналов напряжения постоянного электрического тока	Да	Да	9.7
Определение относительной погрешности измерений частоты частотно-импульсного входа	Да	Да	9.8
Определение относительной погрешности измерений времени	Да	Да	9.9
Определение относительной погрешности измерений объема газа в рабочих условиях	Да	Да	9.10
Проверка отсутствия потерь счетных импульсов и герметичности	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки СИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки ИВК применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Требования к условиям проведения поверки СИ	СИ температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 15 до плюс 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 1 °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ))
	СИ относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
	СИ атмосферного давления: диапазон измерений от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
п. 7 Подготовка к поверке и опробование СИ	Средство воспроизведения импульсного сигнала «открытый коллектор» или сигнала прямоугольной формы амплитудой от 5 до 10 В, частотой от 0,1 до 10000 Гц, относительная погрешность не более $\pm 0,01$ %	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3409Е, модификация АКИП-3409/2Е (регистрационный номер 87947-23 в ФИФОЕИ) (далее – генератор)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного или избыточного давления, п. 9.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений разности давлений	Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па»; Рабочий эталон 4 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»; Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.08.2021 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па»	Калибратор давления портативный Метран-517 (регистрационный номер 39151-12 в ФИФОЕИ) с модулями давления эталонными Метран-518 (регистрационный номер 39152-12 в ФИФОЕИ) D6,3КА, D63КА, 160КА, 1МА, А1МВ, 6МА, 25МА (далее – эталон давления)
	Вспомогательное техническое средство воспроизведения абсолютного давления от 0,08 до 10,11 МПа	Пресс универсальный малогабаритный ПУМ-60М
п. 9.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры газа, п. 9.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды	Средство воспроизведения температуры в диапазоне значений от минус 30 до плюс 100 °С	Термостат жидкостной низкотемпературный ТЕРМОТЕСТ-100 (регистрационный номер 39300-08 в ФИФОЕИ)
	Средство воспроизведения температуры в диапазоне значений от минус 50 до плюс 100 °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1, модификация ТПП-1.3 (регистрационный номер 33744-07 в ФИФОЕИ) (далее – термостат)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.11.2024 г. № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» в диапазоне значений от минус 50 до плюс 100 °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-4Г-2 (регистрационный номер 57557-14 в ФИФОЕИ) (далее – эталон температуры); Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2, модификация МИТ 2.05М (регистрационный номер 46432-11 в ФИФОЕИ)
п. 9.5 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа, п. 9.6 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды	Рабочий эталон 4 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока», диапазон воспроизведения сигнала сопротивления постоянного тока от 17 до 1976 Ом	Мера многозначная электрического сопротивления МС3057 (регистрационный номер 69532-17 в ФИФОЕИ) (далее – мера сопротивления)
п. 9.7 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сигналов напряжения постоянного электрического тока	Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», диапазон измерений постоянного электрического напряжения от 0,4 до 2,0 В Источник постоянного напряжения, диапазон выходного напряжения от 0,4 до 2,0 В	Вольтметр универсальный В7-78/1 (регистрационный номер 69742-17 в ФИФОЕИ) (далее – вольтметр) Источник питания постоянного тока НУ3005F-3 (далее – источник постоянного электрического тока)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9.8 Определение относительной погрешности измерений частоты частотно-импульсного входа	Рабочий эталон 4 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», диапазон измерений частоты от 0,2 Гц до 10 кГц;	Генератор; Частотомер электронно-счетный серии ЧЗ-85 модификации ЧЗ-85/5 (регистрационный номер 75631-19 в ФИФОЕИ) (далее – частотомер)
п. 9.9 Определение относительной погрешности измерений времени	Рабочий эталон 5 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», диапазон измерений длительности интервала времени от 1 до 360 с	Частотомер
п. 9.10 Определение относительной погрешности измерений объема газа в рабочих условиях	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. № 1133 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности СИ должно быть не более 1/2,5	3.2.ГШЯ.0007.2016, эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 1,6 до 6500 м ³ /ч (далее – эталон расхода газа)
Раздел 10 Проверка отсутствия потерь счетных импульсов и герметичности	Контрольный манометр, класс точности 1,5	Стенд для проверки прочности и герметичности СППГ; Эталон расхода газа
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, СИ утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4.2 Применяемые эталоны и СИ должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил безопасности при эксплуатации ИВК и средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкции по охране труда, действующей на объекте;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0–75;
- все разъемные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;

– присоединения эталона давления должны производиться при отсутствии избыточного давления.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы ИВК и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

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

6 Внешний осмотр СИ

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида требованиям паспорта и описания типа;
- соответствие данных, указанных в маркировке и паспорте (заводской номер, наименование изготовителя, год выпуска, знак утверждения типа);
- отсутствие видимых дефектов и повреждений, препятствующих применению ИВК.

6.2 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- данные, указанные в маркировке, соответствуют паспорту;
- внешний вид соответствует описанию типа и паспорту;
- отсутствуют механические повреждения ИВК, препятствующие его применению.

7 Подготовка к поверке и опробование СИ

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение требований разделов 3–6 настоящей методики поверки;
- проверяют соответствие средств поверки требованиям нормативных правовых документов в области обеспечения единства измерений Российской Федерации;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами (паспорт или руководство по эксплуатации);
- ИВК и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

7.2 Проверяют срабатывание клавиатуры и наличие индикации на дисплее.

7.3 Подключают генератор к клеммной колодке «Вход 1 DI1» согласно руководству по эксплуатации ИВК.

7.4 Снимают планку, защищающую место пломбирования поверителя. Включают ИВК в режим поверки счета импульсов, для этого входят в меню «Сервис» – «Поверка» – «Импульсный вход» с использованием пароля уровня «Наладчик».

7.5 Контролируют параметр количества импульсов «DI1 N», для этого входят в меню «Сервис» – «Состояние входов» или в «Сервис» – «Поверка» – «Состояние входов».

7.6 На «Вход 1 DI1» ИВК с генератора подают не менее 10 импульсов частотой от 0,1 до 0,5 Гц. Амплитуда импульсов от 8 до 10 В, скважность 2. Операцию повторяют два раза. Считывают с ИВК приращение количества импульсов.

7.7 На «Вход 1 DI1» ИВК с генератора подают не менее 100 импульсов частотой от 4,8 до 10,0 Гц. Амплитуда импульсов от 8 до 10 В, скважность 2. Операцию повторяют два раза. Считывают с ИВК приращение количества импульсов.

7.8 Рассчитывают значение приращения количества импульсов ΔN по формуле

$$\Delta N = N_2 - N_1, \quad (1)$$

где N_1 – значение количества импульсов с показывающего устройства ИВК до подачи пакета импульсов;

N_2 – значение количества импульсов с показывающего устройства ИВК после подачи пакета импульсов.

7.9 Результаты поверки по пункту 7 считают положительными, если при нажатии клавиш на дисплее появляется индикация, считанное с ИВК значение приращения количества импульсов, рассчитанное по формуле (1), соответствует заданному значению количества импульсов, поданному с генератора.

8 Проверка программного обеспечения СИ

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) ИВК проводят путем считывания идентификационных данных (номера версии и цифрового идентификатора ПО) с дисплея. Идентификационные данные считывают в пункте меню «Сервис»/«Информация».

8.2 Результаты проверки по пункту 8 считают положительными, если ПО идентифицируется путем вывода номера версии и цифрового идентификатора ПО на дисплей и соответствует данным, указанным в описании типа.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

9.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного или избыточного давления

9.1.1 Определение приведенной погрешности измерений давления проводят для ИВК модификаций ВКТМ.1 и ВКТМ.3.

9.1.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного и избыточного давления проводят не менее, чем при пяти значениях измеряемого давления, равномерно распределенных в диапазоне измерений давления, включая нижнее и верхнее значение диапазона измерений. Значения нижнего и верхнего пределов диапазона измерений давления определяют по паспорту ИВК. Погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений (при прямом ходе), так и со стороны больших значений (при обратном ходе). В каждой из точек проводят по одному измерению при прямом и обратном ходе. Значение абсолютного давления допускается определять как сумму избыточного давления и атмосферного. Перед поверкой при обратном ходе датчик выдерживают в течение 1 минуты при верхнем предельном значении измеряемой величины, которому соответствует предельное значение выходного сигнала.

9.1.3 Подключают эталон давления к преобразователю давления ИВК, устанавливают на задатчике давления значение давления, соответствующее точке поверки. Допустимое относительное отклонение при установке давления в пределах диапазона измерений ИВК не более 2 %. Значение давления контролируют эталонным преобразователем давления. Считывают с показывающего устройства ИВК измеренное значение давления.

9.1.4 В случае, если ИВК измеряет абсолютное давление, а для определения погрешности применяется эталон давления, воспроизводящий избыточное давление, или ИВК измеряет избыточное давление, а для определения погрешности применяется эталон давления, воспроизводящий абсолютное давление, дополнительно при каждом измерении измеряют атмосферное давление.

9.1.5 Рассчитывают приведенную к диапазону измерений погрешность измерений абсолютного и избыточного давления γ_P , %, по формуле

$$\gamma_P = \frac{P - P_0}{P_{\max} - P_{\min}} \cdot 100, \quad (2)$$

где P – значение давления, считанное с показывающего устройства ИВК, кПа;

P_0 – значение давления, заданное эталоном давления, кПа;

$P_{\max}$ – верхний предел измерений давления ИВК, кПа;

$P_{\min}$ – нижний предел измерений давления ИВК, кПа.

9.1.6 Значение давления P_0 , кПа, принимают равным:

– в случае, если ИВК измеряет абсолютное давление, а эталон давления задает избыточное давление

$$P_0 = P_K + P_A, \quad (3)$$

где P_K – избыточное давление, задаваемое эталоном давления, кПа;

P_A – атмосферное давление, измеренное эталоном давления, кПа;

– в случае, если ИВК измеряет избыточное давление, а эталон давления задает абсолютное давление

$$P_0 = P_K - P_A. \quad (4)$$

9.1.7 Результаты проверки по пункту 9.1 считают положительными, если рассчитанная по формуле (2) приведенная к диапазону измерений погрешность измерений абсолютного или избыточного давления не выходит за пределы $\pm 0,15\%$.

9.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений разности давлений

9.2.1 Определение приведенной погрешности при измерении разности давления проводят для ИВК модификаций ВКТМ.1 и ВКТМ.3. Проводят при наличии в составе ИВК датчика разности давлений.

9.2.2 Проводят контроль «нуля» и при необходимости «коррекцию нуля» (при наличии в составе ИВК датчика разности давлений).

9.2.3 Для контроля нуля необходимо с помощью вентильного блока выровнять давление в обеих камерах датчика разности давления, для чего открыть уравнительный вентиль и закрыть вентили «плюс» и «минус».

9.2.4 Через 2 минуты необходимо просмотреть на ИВК значение разности давления. В случае, если значение разности давления не равно нулю, то необходимо внести в ИВК значение измеренного отклонения от нуля в соответствии с руководством по эксплуатации ИВК.

9.2.5 После ввода корректирующего значения необходимо провести контроль «нуля» повторно.

9.2.6 Определение погрешности проводят не менее чем при пяти значениях измеряемого давления, равномерно распределенных в диапазоне измерений давления, включая нижнее и верхнее значения диапазона измерений. Значения нижнего и верхнего пределов диапазона измерений давления определяют по паспорту ИВК. Погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений (при прямом ходе), так и со стороны больших значений (при обратном ходе). В каждой из точек проводят по одному измерению при прямом и обратном ходе. Значения нижнего и верхнего пределов диапазона измерений разности давления определяют по паспорту ИВК.

9.2.7 С помощью эталона давления в плюсовую камеру преобразователя разности давлений задают избыточное значение давления, соответствующее точке поверки. Допустимое относительное отклонение при установке давления в пределах диапазона измерений ИВК не более 2% . Считывают с показывающего устройства ИВК, соответствующее ему измеренное значение разности давления.

9.2.8 Рассчитывают приведенную погрешность при измерении разности давлений $\gamma_{\Delta P}$, %, по формуле

$$\gamma_{\Delta P} = \frac{\Delta P - P_0}{\Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}} \cdot 100, \quad (5)$$

где ΔP – значение разности давлений, считанное с показывающего устройства ИВК, кПа;

P_0 – значение разности давления, заданное эталоном давления, кПа;

$\Delta P_{\max}$ – верхний предел измерений разности давлений ИВК, кПа;

$\Delta P_{\min}$ – нижний предел измерений разности давлений ИВК, кПа.

9.2.9 Результаты проверки по пункту 9.2 считают положительными, если рассчитанная по формуле (5) приведенная к диапазону измерений погрешность измерений разности давлений не выходит за пределы $\pm 0,5\%$.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры газа

9.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры газа проводят для ИВК модификаций ВКТМ.1 и ВКТМ.3.

9.3.2 Определение абсолютной погрешности проводят не менее чем при трех значениях измеряемой температуры, равномерно распределенных в диапазоне измерений температуры газа, включая нижнее и верхнее значения диапазона измерений. Значения нижнего и верхнего пределов диапазона измерений температуры газа определяют по паспорту ИВК.

9.3.3 Термопреобразователь в составе ИВК, предназначенный для измерений температуры газа, помещают в термостат.

9.3.4 Устанавливают в термостате необходимую температуру. Допустимое отклонение значения температуры термостата от заданного значения температуры не более 1 °С. Температуру в термостате контролируют эталоном температуры. Перед каждым измерением выдерживают время, обеспечивающее стабилизацию показаний эталона температуры и ИВК.

9.3.5 Считывают с показывающего устройства ИВК значение измеренной температуры газа.

9.3.6 Рассчитывают абсолютную погрешность измерений температуры газа $\Delta t_{\text{газа}}$, °С, по формуле

$$\Delta t_{\text{газа}} = t - t_0, \quad (6)$$

где t – значение температуры, считанное с ИВК, °С;

t_0 – значение температуры, измеренное эталоном температуры, °С.

9.3.7 Результаты проверки по пункту 9.3 считают положительными, если рассчитанная по формуле (6) абсолютная погрешность измерений температуры газа в каждой реперной точке не выходит за пределы $\pm(0,25+0,002 \cdot |t|)$ °С.

9.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды

9.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды (воздуха) проводят для ИВК модификаций ВКТМ.1 и ВКТМ.3 при наличии в составе ИВК термопреобразователя температуры окружающей среды.

9.4.2 Определение абсолютной погрешности проводят в трех точках: минус 40; плюс 20; плюс 60 °С.

9.4.3 Термопреобразователь в составе ИВК, предназначенный для измерений температуры окружающей среды, помещают в термостат.

9.4.4 Устанавливают в термостате необходимую температуру. Допустимое отклонение значения температуры термостата от заданного значения температуры не более 1 °С. Температуру в термостате контролируют эталоном температуры. Перед каждым измерением выдерживают время, обеспечивающее стабилизацию показаний эталона температуры и ИВК.

9.4.5 Считывают с показывающего устройства ИВК значение измеренной температуры воздуха.

9.4.6 Рассчитывают погрешность при измерении температуры воздуха $\Delta t_{\text{воздуха}}$, °С, по формуле

$$\Delta t_{\text{воздуха}} = t - t_0. \quad (7)$$

9.4.7 Результаты проверки по пункту 9.4 считают положительными, если рассчитанная по формуле (7) абсолютная погрешность измерений температуры окружающей среды в каждой реперной точке не выходит за пределы ± 1 °С.

9.5 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа

9.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа проводят для ИВК модификации ВКТМ.2. Входят в меню «Сервис» – «Поверка» – «Частотный вход, Pt100».

9.5.2 К каналу «датч. темп. газа» ИВК подключают меру сопротивления и задают сигнал сопротивления, соответствующий требуемой температуре с учетом выбранной номинальной статистической характеристики (далее – НСХ) в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Значения сопротивления

Температура, °С	Тип НСХ			
	Pt100	100П	Pt500	500П
	Значение сопротивления, Ом			
-200	18,520	17,244	92,600	86,222
-40	84,271	84,027	421,353	420,133
+20	107,793	107,915	538,967	539,573
+100	138,506	139,106	692,528	695,529

Температура, °С	Тип НСХ			
	Pt100	100П	Pt500	500П
	Значение сопротивления, Ом			
+850	390,481	395,164	1952,406	1975,819

9.5.3 С ИВК считывают значение температуры газа «Т_г», для этого входят в меню «Сервис» – «Состояние входов» или в «Сервис» – «Поверка» – «Состояние входов».

9.5.4 В каждой заданной точке вычисляют абсолютную погрешность измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа $\Delta R_{\text{газ}}$, °С, по формуле

$$\Delta R_{\text{газ}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (8)$$

где $T_{\text{изм}}$ – значение температуры, считанное с ИВК, °С;

$T_{\text{эт}}$ – значение температуры, соответствующее задаваемому мерой сопротивления сигналу сопротивления, °С.

9.5.5 Операции по пунктам 9.5.1–9.5.4 повторяют для других типов НСХ («500П», «Pt500», «100П»). Изменение типа НСХ датчика температуры газа проводят в меню «Сервис» – «Поверка», выбирая пункты «Частотный вход 500П», «Частотный вход Pt500», «Частотный вход 100П».

9.5.6 Результаты проверки по пункту 9.5 считают положительными, если рассчитанная по формуле (8) абсолютная погрешность измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа в каждой заданной точке не выходит за пределы $\pm 0,2$ °С для сигналов НСХ Pt100, 100П и $\pm 0,1$ °С для сигналов НСХ Pt500, 500П.

9.6 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды

9.6.1 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды проводят для ИВК модификаций ВКТМ.1 и ВКТМ.3, при отсутствии в составе ИВК датчика температуры окружающей среды, и для модификации ВКТМ.2.

9.6.2 Входят в меню «Сервис» – «Поверка» – «Частотный вход Pt100». К каналу «датч. темп. воздуха» ИВК подключают меру сопротивления и задают сигнал сопротивления, соответствующий требуемой температуре с учетом выбранной НСХ в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Значения сопротивления

Температура, °С	Тип НСХ			
	Pt100	100П	Pt500	500П
	Значение сопротивления, Ом			
-40	84,271	84,027	421,353	420,133
+20	107,793	107,915	538,967	539,573
+60	123,242	123,604	616,210	618,019

9.6.3 С ИВК считывают значение температуры газа «Т_{нв}», для этого входят в меню «Сервис» – «Состояние входов» или в «Сервис» – «Поверка» – «Состояние входов».

9.6.4 В каждой заданной точке вычисляют абсолютную погрешность измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры воздуха $\Delta R_{\text{возд}}$, °С, по формуле

$$\Delta R_{\text{возд}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (9)$$

где $T_{\text{изм}}$ – значение температуры, считанное с ИВК, °С;

$T_{\text{эт}}$ – значение температуры, соответствующее задаваемому мерой сопротивления сигналу сопротивления, °С.

9.6.5 Операции по пунктам 9.6.1–9.6.4 повторяют для других типов НСХ («500П», «Pt500», «100П», «Pt100»). Изменение типа НСХ датчика температуры воздуха проводят в меню

«Сервис» – «Поверка», выбирая пункты «Частотный вход 500П», «Частотный вход Pt500», «Частотный вход 100П».

9.6.6 Результаты проверки по пункту 9.6 считают положительными, если рассчитанная по формуле (9) абсолютная погрешность измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды в каждой реперной точке не выходит за пределы $\pm 0,4$ °C.

9.7 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сигналов напряжения постоянного электрического тока

9.7.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сигналов напряжения постоянного электрического тока подлежат каналы «датч. диф. давления» ИВК модификаций ВКТМ.1 и ВКТМ.3 при отсутствии в составе ИВК датчика разности давления, «датч. диф. давления» и «датч. давления» ИВК модификации ВКТМ.2.

9.7.2 К соответствующему каналу ИВК подключают вольтметр и источник постоянного электрического тока, задают требуемое значение сигнала. В качестве реперных точек принимают точки 0,4; 1,2; 2,0 В. Допустимое относительное отклонение при установке напряжения в пределах диапазона измерений ИВК не более 0,1 В.

9.7.3 Контролируют параметр напряжения постоянного тока, для этого входят в меню «Сервис» – «Состояние входов» или в «Сервис» – «Поверка» – «Состояние входов».

9.7.4 В каждой реперной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность измерений сигналов напряжения постоянного электрического тока от 0,4 до 2,0 В γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{U_{изм} - U_{эт}}{1,6} \cdot 100, \quad (10)$$

где $U_{изм}$ – значение напряжения постоянного электрического тока, измеренное ИВК, В;
 $U_{эт}$ – значение напряжения постоянного электрического тока, измеренное вольтметром, В.

9.7.5 Результаты проверки по пункту 9.7 считают положительными, если рассчитанная по формуле (10), приведенная к диапазону измерений, погрешность измерений сигналов напряжения постоянного тока в каждой заданной точке не выходит за пределы $\pm 0,03$ %.

9.8 Определение относительной погрешности измерений частоты частотно-импульсного входа

9.8.1 В канал «пит. корр» ИВК подают напряжение питания $(9,0 \pm 0,9)$ В.

9.8.2 Отсоединяют от клеммной колодки «вход 1 GND DI1» импульсные контакты счетчика газа (при наличии), подключают частотомер и генератор, установленный в режим имитации сигнала частоты, и задают сигнал частоты амплитудой от 8 до 9 В. В качестве реперных точек принимают точки 0,2; 10; 100; 1000; 10000 Гц.

9.8.3 ИВК переключают в режим счета импульсов, для этого входят в меню «Сервис» – «Поверка» – «Датчик расхода» – «Частотный вход 100П».

9.8.4 Контролируют частотомером параметр частоты «DI1 F», для этого входят в меню «Сервис» – «Состояние входов» или в «Сервис» – «Поверка» – «Состояние входов».

9.8.5 В каждой реперной точке вычисляют относительную погрешность измерений частоты частотно-импульсного входа δ_f , %, по формуле

$$\delta_f = \frac{F_{изм} - F_{эт}}{F_{эт}} \cdot 100, \quad (11)$$

где $F_{изм}$ – значение сигнала частоты, измеренное ИВК, Гц;
 $F_{эт}$ – значение сигнала частоты, измеренное частотомером, Гц.

9.8.6 Результаты проверки по пункту 9.8 считают положительными, если рассчитанная по формуле (11) относительная погрешность измерений частоты частотно-импульсного входа в каждой заданной точке не выходит за пределы $\pm 0,05$ %.

9.9 Определение относительной погрешности измерений времени

9.9.1 В канал «пит. корр» ИВК подают напряжение питания $(9,0 \pm 0,9)$ В.

9.9.2 Подключают частотомер к ИВК согласно руководству по эксплуатации ИВК. В

частотомере устанавливают режим измерений периода импульсов.

9.9.3 Цифровой выходной канал «Выход 1 DO1» ИВК настраивают в необходимый режим, для этого входят в меню «Сервис» – «Поверка» – «Импульсный вход».

9.9.4 Фиксируют показание частотомера в течение 720 секунд.

9.9.5 Вычисляют относительную погрешность измерений времени δ_τ , %, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{\text{изм}} - \tau_{\text{эт}}}{\tau_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (12)$$

где $\tau_{\text{изм}}$ – период следования импульсов, заданный ИВК (по умолчанию 360 с), с;
 $\tau_{\text{эт}}$ – период следования импульсов, измеренный частотомером, с.

9.9.6 Результаты проверки по пункту 9.9 считают положительными, если рассчитанная по формуле (12) относительная погрешность измерений времени не выходит за пределы $\pm 0,02$ %.

9.10 Определение относительной погрешности измерений объема газа в рабочих условиях

9.10.1 Определение относительной погрешности измерений объема газа в рабочих условиях подлежат ИВК модификации ВКТМ.3.

9.10.2 Отсоединяют от клеммной колодки «вход 1 GND DI1» импульсные контакты счетчика газа. Счетчик газа подключают к эталону расхода газа. Съем показаний счетчика газа осуществляют по импульсному выходу счетчика газа. Измерение объема воздуха, прошедшего через эталон расхода газа, проводят в момент считывания импульса счетчика газа.

9.10.3 Определяют относительную погрешность измерений объема газа при рабочих условиях при следующих значениях объемного расхода $Q_{\text{макс}}$; $0,5 \cdot Q_{\text{макс}}$; $0,2 \cdot Q_{\text{макс}}$; $0,1 \cdot Q_{\text{макс}}$, $Q_{\text{мин}}$ м³/ч для исполнения турбинным счетчиком газа и $Q_{\text{макс}}$; $0,5 \cdot Q_{\text{макс}}$; $0,2 \cdot Q_{\text{макс}}$; $0,05 \cdot Q_{\text{макс}}$, $Q_{\text{мин}}$ м³/ч для исполнения с ротационным счетчиком газа (где $Q_{\text{мин}}$, $Q_{\text{макс}}$ – минимальный, максимальный измеряемые объемные расходы счетчика газа соответственно, м³/ч).

9.10.4 Отклонения объемного расхода от задаваемого значения не должно превышать ± 5 % при условии, что расход лежит в диапазоне расходов поверяемого счетчика. При каждом значении расхода поверку проводят до трех раз. Если по результатам первого измерений относительная погрешность счетчика не превышает предела допускаемой относительной погрешности, повторные измерений не проводят. В противном случае измерений повторяют и за результат принимают среднеарифметическое из полученных значений.

9.10.5 Проводят измерение накопленного объема газа при рабочих условиях, прошедшего через счетчик газа и эталон расхода газа, в соответствии с руководством эксплуатации эталона расхода газа в течение не менее 60 секунд или не менее 2 импульсов со счетчика газа, при условии синхронизации счета импульсов со счетчика и эталона расхода газа.

9.10.6 Накопленный объем газа при рабочих условиях, измеренный ИВК при i-ом измерении в j-ой точке расхода $V_{\text{счij}}$, %, рассчитывают по формуле

$$V_{\text{счij}} = \frac{N_{ij}}{C_p}, \quad (13)$$

где N_{ij} – количество импульсов, считанных с помощью устройства съема сигнала при i-ом измерении в j-ой точке расхода, импульс;
 C_p – коэффициент веса импульса, импульс/м³.

9.10.7 Значение коэффициента веса импульса, C_p , импульс/м³, для расчета берется из паспорта ИВК.

9.10.8 Рассчитывают относительную погрешность измерений объема газа в рабочих условиях турбинного и ротационного счетчика газа δ_{vij} , %, для каждой точки объемного расхода по формуле

$$\delta_{vij} = \frac{V_{\text{счij}} - V_{\text{эij}}}{V_{\text{эij}}} \cdot 100, \quad (14)$$

где $V_{\text{эij}}$ – накопленный объем газа, измеренный эталоном расхода газа при i-ом измерении в j-ой точке расхода, м³.

9.10.9 Результаты проверки по пункту 9.10 считают положительными, если рассчитанная по формуле (14) относительная погрешность измерений объема газа в рабочих условиях не выходит за пределы $\pm 1,4 \%$ в диапазоне расхода от $0,2 \cdot Q_{\text{макс}}$ (включ.) до $Q_{\text{макс}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$ и $\pm 2,0 \%$ в диапазоне расходов от $Q_{\text{мин}}$ до $0,2 \cdot Q_{\text{макс}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$.

10 Проверка отсутствия потерь счетных импульсов и герметичности

10.1.1 Проверку отсутствия потерь счетных импульсов проводят для ИВК модификации ВКТМ.3. Подключают счетчик газа к ИВК. Включают ИВК в режим поверки счета импульсов, для этого входят в меню «Сервис» – «Поверка» – «Импульсный вход» с использованием пароля уровня «Наладчик». При помощи эталона расхода газа или иного источника расхода воздуха задают объемный расход в диапазоне от $0,1 \cdot Q_{\text{макс}}$ до $Q_{\text{макс}}$ $\text{м}^3/\text{ч}$. В момент получения ИВК электрического импульса от счетчика газа считывают начальные значения накопленного объема газа при рабочих условиях с механического отсчетного устройства счетчика и дисплея ИВК. В течение не менее 1 минуты через ИВК пропускают объем газа (не менее двух полных оборотов последнего ролика механического отсчетного устройства счетчика газа). В момент прохождения электрического импульса со счетчика газа на ИВК считывают конечные значения накопленного объема газа при рабочих условиях с отсчетного устройства счетчика и дисплея ИВК. Показания счетчика считывают без учета младшего разряда механического отсчетного устройства.

10.1.2 Проводят проверку герметичности ИВК подачей воздуха от источника сжатого воздуха с давлением, равным максимальному рабочему для датчика давления данного ИВК или максимальному рабочему давлению счетчика, входящего в ИВК (в зависимости от того, какое значение меньше), в рабочую полость корпуса полностью собранного ИВК (с установленным на нем датчиком температуры и подсоединенным к штуцеру датчиком давления).

10.1.3 Допускается проверку на герметичность проводить методом обмыливания.

10.1.4 По завершении процедуры поверки, ИВК выводят из режима поверки.

10.1.5 Результаты проверки по пункту 10 считают положительными, если приращение накопленного объема газа при рабочих условиях по показаниям отсчетного устройства соответствует показаниям с дисплея ИВК или после завершения переходных процессов (не менее 2 минут) не наблюдается падение давления по манометру в течение не менее 10 минут или в течение 5 минут не наблюдается выхода пузырьков воздуха при обмыливании.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.2 По заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке ИВК, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

11.3 Протокол поверки ИВК оформляется в произвольной форме.