



ООО ЦМ «СТП»

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

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям

ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы измерительно-вычислительные ВКТМ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1303/1-311229-2023

г. Казань
2023

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 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 октября 2022 года № 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 декабря 2019 года № 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 30 декабря 2019 года № 3457, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13–2001);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 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 23 декабря 2022 года № 3253, 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 сентября 2022 года № 2360, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1–2022.

1.3 Метрологические характеристики ИВК подтверждаются непосредственным сличением 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 таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ИВК модификации ВКТМ.1

Наименование характеристики	Значение
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

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений избыточного давления*, МПа	от 0 до 0,004; от 0 до 0,006; от 0 до 0,01; от 0 до 0,016; от 0 до 0,025; от 0 до 0,04; от 0 до 0,06; от 0 до 0,1; 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; от 0 до 16; от 0 до 25
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, °С	от -40 до +100
Диапазон измерений температуры окружающей среды**, °С	от -40 до +60
Диапазон измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды**, °С	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 приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного и избыточного давления**, %: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С	$\pm 0,15$ $\pm 0,02$, 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 °С	$\pm 0,5$ $\pm 0,1$, но не более $\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газа, °С: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С	$\pm(0,25+0,002 \cdot t)$ $\pm 0,025$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды**, °С: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С	± 1 $\pm 0,025$

Наименование характеристики	Значение
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 измерения 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, %	$\pm 0,02$
Нормальные условия измерений: – температура окружающей среды, °C – относительная влажность, %, не более – атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 95 от 84,0 до 106,7
Примечания: 1 Погрешность измерения количества импульсов отсутствует. 2 Основная и дополнительная погрешности суммируются арифметически. * Выбирается по заказу. ** Комплектуется опционально.	

Таблица 2 – Метрологические характеристики ИВК, модификации ВКТМ.2

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений сигналов напряжения постоянного тока, В	от 0,4 до 2,0
Диапазон измерений частоты частотно-импульсного входа, Гц	от 0,2 до 10000,0
Диапазон измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа, °C	от -200 до +850
Диапазон измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды, °C	от -40 до +60
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерения сигналов напряжения постоянного тока, %: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C	$\pm 0,03$ $\pm 0,005$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты частотно-импульсного входа, %	$\pm 0,05$
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	$\pm 0,2$ $\pm 0,1$ 0,025

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды, °С: – основная – дополнительная, вызванная изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С	$\pm 0,4$ $\pm 0,025$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, %	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %	$\pm 0,02$
Нормальные условия измерений: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность, %, не более – атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 95 от 84,0 до 106,7
Примечания: 1 Погрешность измерения количества импульсов отсутствует. 2 Основная и дополнительная погрешности суммируются арифметически.	

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – 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 средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения абсолютного и избыточного давления	Да	Да	9.1
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения разности давлений	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности измерения температуры газа	Да	Да	9.3
Определение абсолютной погрешности измерения температуры окружающей среды	Да	Да	9.4

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа	Да	Да	9.5
Определение абсолютной погрешности измерения сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды	Да	Да	9.6
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения сигналов напряжения постоянного электрического тока	Да	Да	9.7
Определение относительной погрешности измерения частоты частотно-импульсного входа	Да	Да	9.8
Определение относительной погрешности измерения времени	Да	Да	9.9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	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 средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 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 4.

Таблица 4 – 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 средства измерений	Средство измерений (далее – СИ) температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 1 °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению
	СИ относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %,	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 5 \%$ СИ атмосферного давления: диапазон измерений от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	единства измерений (далее – ФИФОЕИ))
п. 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений, п. 9.8 Определение относительной погрешности измерений частоты частотно-импульсного входа	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 $\pm 0,01 \%$	Генераторы импульсов серии АКИП-3300 (регистрационный номер 68025-17 в ФИФОЕИ) (далее – генератор)
п. 9.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного и 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 2 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»	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)
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 -50 до 100 °С Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» в диапазоне значений от -50 до 100 °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1, модификация ТПП-1.3 (регистрационный номер 33744-07 в ФИФОЕИ) (далее – термостат) 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

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		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 30.12.2019 г. № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», диапазон измерения постоянного электрического напряжения от 0,4 до 2,0 В	Вольтметр универсальный В7-78/1 (регистрационный номер 69742-17 в ФИФОЕИ) (далее – вольтметр)
	Источник постоянного напряжения, диапазон выходного напряжения от 0,4 до 2,0 В	Источник питания постоянного тока НУ3005F-3 (далее – источник постоянного электрического тока)
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 измерения частоты от 0,2 Гц до 10 кГц	Частотомер электронно-счетный 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 измерения длительности интервала времени от 1 до 360 с;	Частотомер

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	резистор с номинальным сопротивлением 4 кОм; блок питания постоянного тока напряжением $(9,0 \pm 0,9)$ В	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4.2 Применяемые эталоны и средства измерений 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 разъёмные 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 средства измерений

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 Поверку продолжают, 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 средства измерений

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 проверки 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.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

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 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 средства измерений

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

9.1.1 Определение приведенной погрешности измерения давления проводят для ИВК модификации ВКТМ.1.

9.1.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения 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 одной 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 измерения абсолютного и избыточного давления γP , %, 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

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

9.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений разности давлений

9.2.1 Определение приведенной погрешности при измерении разности давления проводят для ИВК модификации ВКТМ.1. 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 уравнильный вентиль и закрыть вентили «плюс» и «минус».

9.2.4 Через две 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 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. 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.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры газа

9.3.1 Определение абсолютной погрешности измерения температуры газа проводят для ИВК модификации ВКТМ.1.

9.3.2 Определение абсолютной погрешности проводят в трех точках: минус 40, 20 и 100 °С.

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 измерения 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.

9.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды

9.4.1 Определение абсолютной погрешности измерения температуры окружающей среды (воздуха) проводят для ИВК модификации ВКТМ.1 при наличии в составе ИВК термопреобразователя температуры окружающей среды.

9.4.2 Определение абсолютной погрешности проводят в трех точках: минус 40, 20 и 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

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

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

9.5.1 Определение абсолютной погрешности измерения 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 5.

Таблица 5 – 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
+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 $\Delta R_{\text{газа}}$, °С, по формуле

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

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

$T_{\text{эт}}$ – значение температуры, соответствующее задаваемой 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».

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

9.6.1 Определение абсолютной погрешности измерения сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды проводят для ИВК модификации ВКТМ.1 при отсутствии в составе ИВК датчика температуры окружающей среды и 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 6.

Таблица 6 – 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

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

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».

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

9.7.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения сигналов напряжения постоянного электрического тока подлежат каналы «датч. диф. давления» ИВК модификации ВКТМ.1 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, и 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 измерения сигналов напряжения постоянного электрического тока от 0,4 до 2,0 В γ_I , %, по формуле

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

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

9.8 Определение относительной погрешности измерений частоты частотно-импульсного входа

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

9.8.2 К каналу «Вход 1 DI1» ИВК 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 измерения частоты частотно-импульсного входа δ_f , %, по формуле

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

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

9.9 Определение относительной погрешности измерений времени

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

9.9.2 Подключают резистор с номинальным сопротивлением от 1 до 10 кОм, как показано на рисунке 1.

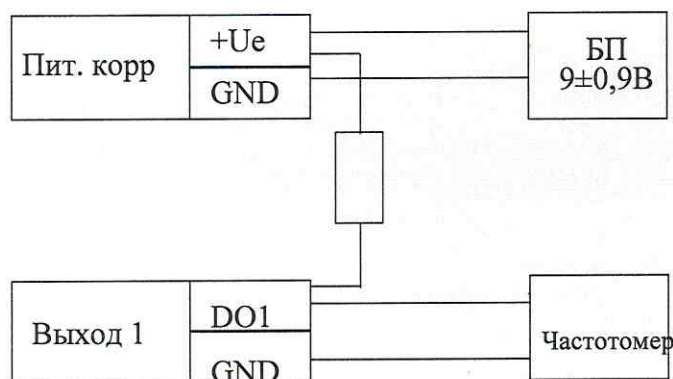


Рисунок 1 – Схема соединения резистора

9.9.3 В частотомере устанавливают режим измерения периода импульсов.

9.9.4 Цифровой выходной канал «Выход 1 DO1» ИВК настраивают в необходимый режим,

для этого входят в меню «Сервис» – «Поверка» – «Импульсный вход».

9.9.5 Фиксируют показание частотомера в течение 720 секунд.

9.9.6 Вычисляют относительную погрешность измерения времени δ_t , %, по формуле

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

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

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

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

ИВК соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки ИВК 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;
- рассчитанная по формуле (2) приведенная к диапазону измерений погрешность измерения абсолютного и избыточного давления не выходит за пределы $\pm 0,15$ %;
- рассчитанная по формуле (5) приведенная к диапазону измерений погрешность измерения разности давлений не выходит за пределы $\pm 0,5$ %;
- рассчитанная по формуле (6) абсолютная погрешность измерения температуры газа в каждой реперной точке не выходит за пределы $\pm (0,25 + 0,002 \cdot |t|)$ °С;
- рассчитанная по формуле (7) абсолютная погрешность измерения температуры окружающей среды в каждой реперной точке не выходит за пределы ± 1 °С;
- 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;
- рассчитанная по формуле (9) абсолютная погрешность измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды в каждой реперной точке не выходит за пределы $\pm 0,4$ °С;
- рассчитанная по формуле (10) приведенная к диапазону измерений погрешность измерения сигналов напряжения постоянного тока в каждой заданной точке не выходит за пределы $\pm 0,03$ %;
- рассчитанная по формуле (11) относительная погрешность измерения частоты частотно-импульсного входа в каждой заданной точке не выходит за пределы $\pm 0,05$ %;
- рассчитанная по формуле (12) относительная погрешность измерения времени не выходит за пределы $\pm 0,02$ %.

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 средства измерений 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Комплексы измерительно-вычислительные ВКТМ

Заводской № _____

Дата поверки _____

Средства поверки: _____

Условия поверки: _____

Результаты поверки

- 1) Результаты внешнего осмотра средства измерений (пункт 6): _____
- 2) Результаты подготовки к поверке и опробования средства измерений (пункт 7): _____
- 3) Результаты проверки программного обеспечения (пункт 8): _____
«Номер версии ПО» _____, «Цифровой идентификатор ПО» _____.
- 4) Определение метрологических характеристик (пункт 9):

Таблица 1 – Результаты определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений абсолютного и избыточного давления

Заданное значение давления, %	Значение, измеренное ИВК, кПа	Значение, измеренное эталонным СИ, кПа	Приведенная погрешность, %
0 % от диапазона			
25 % от диапазона			
50 % от диапазона			
75 % от диапазона			
100 % от диапазона			
75 % от диапазона			
50 % от диапазона			
25 % от диапазона			
0 % от диапазона			

Таблица 2 – Результаты определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений разности давлений

Заданное значение давления, %	Значение, измеренное ИВК, кПа	Значение, измеренное эталонным СИ, кПа	Приведенная погрешность, %
0 % от диапазона			
25 % от диапазона			
50 % от диапазона			
75 % от диапазона			
100 % от диапазона			
75 % от диапазона			
50 % от диапазона			
25 % от диапазона			
0 % от диапазона			

Таблица 3 – Результаты определения абсолютной погрешности измерений температуры газа

Задаваемое значение, °С	Значение, измеренное ИВК, °С	Значение, задаваемое эталонным СИ, Ом	Абсолютная погрешность, °С	Нормируемое значение, °С
Номинальная статистическая характеристика Pt100				
-200				
-40				
20				
100				
850				
Номинальная статистическая характеристика 100П				
-200				
-40				
20				
100				
850				
Номинальная статистическая характеристика Pt500				
-200				
-40				
20				
100				
850				
Номинальная статистическая характеристика 500П				
-200				
-40				
20				
100				
850				

Таблица 4 – Результаты определения абсолютной погрешности измерений температуры окружающей среды

Задаваемое значение, °С	Значение, измеренное ИВК, °С	Значение, задаваемое эталонным СИ, Ом	Абсолютная погрешность, °С	Нормируемое значение, °С
Номинальная статистическая характеристика Pt100				
-40				
20				
60				
Номинальная статистическая характеристика 100П				
-40				
20				
60				
Номинальная статистическая характеристика Pt500				
-40				
20				
60				

Задаваемое значение, °С	Значение, измеренное ИВК, °С	Значение, задаваемое эталонным СИ, Ом	Абсолютная погрешность, °С	Нормируемое значение, °С
Номинальная статистическая характеристика 500П				
-40				
20				
60				

Таблица 5 – Результаты определения абсолютной погрешности измерений сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры газа

Задаваемое значение, °С	Значение, измеренное ИВК, °С	Значение, измеренное эталонным СИ, °С	Абсолютная погрешность, °С
Номинальная статистическая характеристика Pt100			
-200			
-40			
20			
100			
850			
Номинальная статистическая характеристика 100П			
-200			
-40			
20			
100			
850			
Номинальная статистическая характеристика Pt500			
-200			
-40			
20			
100			
850			
Номинальная статистическая характеристика 500П			
-200			
-40			
20			
100			
850			

Таблица 6 – Результаты определения абсолютной погрешности измерения сигналов сопротивления и преобразований в значение температуры окружающей среды

Задаваемое значение, °С	Значение, измеренное ИВК, °С	Значение, измеренное эталонным СИ, °С	Абсолютная погрешность, °С
-40			
20			
60			

Таблица 7 – Результаты определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерения сигналов напряжения постоянного электрического тока

Задаваемое значение, В	Значение, измеренное ИВК, В	Значение, измеренное эталонным СИ, В	Приведенная погрешность, %
0,4			
1,2			
2,0			

Таблица 8 – Результаты определения относительной погрешности измерения частоты частотно-импульсного входа

Задаваемое значение, Гц	Значение, измеренное ИВК, Гц	Значение, измеренное эталонным СИ, Гц	Относительная погрешность, %
0,2			
10			
100			
1000			
10000			

Таблица 9 – Результаты определения относительной погрешности измерения времени

Задаваемое значение, измеренное ИВК, с	Значение, измеренное эталонным СИ, с	Относительная погрешность, %

Комплексы измерительно-вычислительные ВКТМ _____
 годен (не годен)

Поверитель _____
 подпись фамилия, имя, отчество