



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

« 11 » _____ 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Корректоры объема газа ТМ–07

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1106/1-311229-2024

г. Казань
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на корректоры объема газа ТМ-07 (далее – корректор), изготовленные по ТМР.408843.300 ТУ «Корректор объема газа ТМ-07. Технические условия», и устанавливает методику первичной, периодической и внеочередной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта или модернизации и в процессе эксплуатации.

1.2 Диапазон измерений абсолютного давления, наличие и диапазон измерений преобразователя разности давлений, наличие преобразователя температуры контроля технологических параметров определяются заводской комплектацией. Возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений для заводской комплектации не предусматривается.

1.3 Корректоры относятся к средствам измерений в соответствии с:

– Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 и прослеживаются к Государственным первичным эталонам единицы температуры ГЭТ 35–2021 и ГЭТ 34–2020;

– частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта 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 разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904 и прослеживаются к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95–2020).

1.4 Метрологические характеристики корректоров подтверждаются непосредственным сравнением с основными средствами поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

| Наименование параметра | Значение |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Диапазон измерений абсолютного давления*, МПа | от 0,08 до 7,5* |
| Диапазон измерений температуры газа, °С | от минус 40 до плюс 60 |
| Диапазон измерений температуры для контроля технологических параметров, °С | от минус 40 до плюс 60 |
| Диапазон измерений разности давлений*, кПа | от 0 до 40* |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления газа**, % | $\pm 0,25$; $\pm 0,15^{**}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры газа, % | $\pm 0,1$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления объема газа, приведенного к стандартным условиям, % | $\pm 0,01$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности приведения объема газа к стандартным условиям с учетом погрешности измерений давления, температуры и вычисления коэффициента сжимаемости**, % | $\pm 0,27$; $\pm 0,19^{**}$ |
| Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения разности давлений, % | $\pm 0,25$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры для контроля технологических параметров, % | $\pm 0,1$ |

* Указаны максимальные границы измерений. Диапазон измерений выбирается при заказе и определяется диапазоном применяемого преобразователя.
** Выбирается при заказе.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Перечень операций поверки средства измерений

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций 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 | Да | Да | 8 |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 9 |
| Определение относительной погрешности измерения температуры | Да | Да | 9.1 |
| Определение относительной погрешности измерения абсолютного давления | Да | Да | 9.2 |
| Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения разности давлений* | Да* | Да* | 9.3 |
| Определение относительной погрешности вычисления объема газа, приведенного к стандартным условиям | Да | Да | 9.4 |
| Оформление результатов поверки | Да | Да | 10 |

* Операцию выполняют при наличии в составе корректора преобразователя разности давлений.

Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

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 применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 – 9 | <p>Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 96 до 104 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа</p> | Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ)) |
| 7.4 | Средство воспроизведения импульсного сигнала амплитудой от 4 до 9 В, частотой от 1 до 8 Гц | Генератор сигналов специальной формы АКИП-3409Е, модификации АКИП-3409/2Е (регистрационный номер 87947-23 в ФИФОЕИ) (далее – генератор сигналов) |
| 9.1 | <p>Средство воспроизведения температуры от минус 40 до 60 °С</p> <p>Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» (далее – эталон температуры)</p> | <p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (далее – термостат);</p> <p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-4Г-2 (регистрационный номер 57557-14 в ФИФОЕИ);</p> <p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 модификация МИТ 8.10М (регистрационный номер 19736-11 в ФИФОЕИ)</p> |
| 9.2, 9.3 | <p>Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с частью 2 Приказа Росстандарта 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»;</p> <p>Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па»;</p> | <p>Модули давления эталонные Метран-518 (регистрационный номер 39152-12 в ФИФОЕИ) А1МВ; А160К; D6,3KD; D63КА; 160КА; 1МА; 6МА; 25МА;</p> <p>Преобразователи давления эталонные ПДЭ-020, ПДЭ-020И (регистрационный номер 86335-22 в ФИФОЕИ) (далее – эталон давления)</p> |

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| | Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» | |
| 9.1, 9.2, 9.3 | Секундомер, временной интервал от 0 до 10 мин, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,6$ с в диапазоне от 0 до 600 с вкл. | Секундомер механический СОСпр, набор шкал 26 (регистрационный номер 11519-11 в ФИФОЕИ) |
| 7, 8, 9 | Сервисная программа «Корректор объема газа ТМ-07. Поверка» | Дистрибутив программы |
| <p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и/или аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, аттестованное испытательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> | | |

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы корректора 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 паспорту данных, указанных в маркировке (серийный номер корректора, наименование изготовителя, год изготовления);
- соответствие паспорту заводских номеров преобразователя абсолютного давления, преобразователя температуры, преобразователя разности (перепада) давлений (при наличии), преобразователя температуры для контроля технологических параметров (при наличии);
- отсутствие видимых дефектов и повреждений, препятствующих применению корректора.

6.2 Поверку продолжают, если:

- внешний вид соответствует описанию типа и паспорту;
- данные, указанные в маркировке, соответствуют паспорту;
- заводские номера преобразователя абсолютного давления, преобразователя температуры, преобразователя разности (перепада) давлений (при наличии), преобразователя температуры для контроля технологических параметров (при наличии) соответствуют указанным в паспорте;
- отсутствуют механические повреждения корректора, препятствующие его применению.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение требований разделов 3 – 5 настоящей методики поверки;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами (паспорт или руководство по эксплуатации);
- корректор и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее часа.

7.2 Проверяют срабатывание клавиатуры и наличие индикации на жидкокристаллическом дисплее.

7.3 Проверка канала счета импульсов.

Подключают генератор импульсов ко входу для подключения основного датчика импульсов (геркона) ХР1 корректора. На вход корректора подают 20 импульсов. Амплитуда импульсов от 4 до 9 В, тип сигнала – меандр, частота от 1 до 8 Гц. Через одну минуту считывают с корректора приращение объема газа при рабочих условиях. Операцию повторяют два раза.

Значение объема, соответствующее заданному количеству импульсов, $V_{сч}$, м³, рассчитывают по формуле

$$V_{сч} = \frac{N}{Ц. И. Сч}, \quad (1)$$

где N – количество импульсов, заданное генератором сигналов, импульс;

Ц. И. Сч – цена импульса счетчика, занесенная в память корректора (в разделе меню «Счетчик газа»), импульс/м³.

Приращение объема газа при рабочих условиях, считанное с корректора, должно точно соответствовать расчетному, с учетом округления до значения цены деления младшего разряда. В процессе опробования не должно происходить потери импульсов.

7.4 Результаты опробования считают положительными, если при нажатии клавиш на дисплее изменяется индикация, все сегменты дисплея работоспособны, потерь счетных импульсов входа не происходит.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 Проверку программного обеспечения проводят путем считывания номера версии и контрольной суммы с жидкокристаллического дисплея корректора.

8.2 Идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии программного обеспечения и контрольная сумма отображаются в пункте меню «Система».

8.3 Результаты проверки программного обеспечения считают положительными, если программное обеспечение идентифицируется путем вывода идентификационного наименования, номера версии и контрольной суммы на жидкокристаллический дисплей и соответствует данным, указанным в описании типа.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение относительной погрешности измерения температуры

Операции по пункту 9.1 проводят для канала измерения температуры газа и канала измерения температуры для контроля технологических параметров при его наличии.

Относительную погрешность измерений температуры определяют в трех точках диапазона измерений: минус 40 °С, 10 °С, 60 °С с отклонением от заданного значения не более ±0,1 °С.

При каждом экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек проводят не менее одного измерения.

Температуру воспроизводят с помощью термостата в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1. В термостат помещают чувствительный элемент

термопреобразователя сопротивления корректора и эталона температуры.

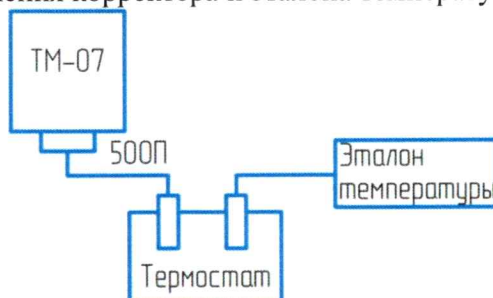


Рисунок 1 – Схема определение относительной погрешности измерения температуры

Перед каждым измерением выдерживают время, обеспечивающее стабилизацию показаний, но не менее 10 минут, и считывают значения температуры с корректора и эталона температуры.

Рассчитывают относительную погрешность измерения температуры δ_T , %, при каждом измерении по формуле

$$\delta_T = \frac{(T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}})}{T_{\text{эт}} + 273,15} \cdot 100, \quad (2)$$

где $T_{\text{изм}}$ – значение температуры, измеренное корректором, С;
 $T_{\text{эт}}$ – значение температуры, измеренное эталоном температуры, С.

Результаты определения относительной погрешности измерения температуры газа считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,1$ %.

9.2 Определение относительной погрешности измерения абсолютного давления

Определение относительной погрешности измерения абсолютного давления производят в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, указанному в паспорте, включая крайние точки. 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). Перед поверкой при обратном ходе преобразователь давления выдерживают в течение 1 минуты при верхнем предельном значении измеряемой величины.

Подключают эталон давления ко входу преобразователя абсолютного давления корректора. В ходе проверки давление в каждой точке задают с отклонением не более ± 1 %. В каждой точке производят по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычисляют относительную погрешность измерения абсолютного давления δ_p , %, по формуле

$$\delta_p = \frac{P_{\text{кij}} - P_{\text{эij}}}{P_{\text{эij}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $P_{\text{кij}}$ – значение давления, измеренное корректором, кПа;
 $P_{\text{эij}}$ – значение давления, измеренное эталоном давления, кПа. Допускается абсолютное давление определять как сумму избыточного давления и атмосферного.

Результаты определения относительной погрешности измерения абсолютного давления считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,15$ % или $\pm 0,25$ % в зависимости от исполнения.

9.3 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения разности давлений

Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения разности давлений производят в трех точках $0,1 \cdot P_{\text{макс}}$; $0,5 \cdot P_{\text{макс}}$; $P_{\text{макс}}$, где $P_{\text{макс}}$ – верхний предел измерения разности давлений, указанный в паспорте корректора, кПа.

Перед проведением поверки проводят контроль «нуля» преобразователя разности давлений. Для этого уравнивают давление в плюсовой и минусовой камере преобразователя разности давлений. Если значение разности давлений не равно нулю, то проводят корректировку «нуля» путем нажатия кнопки «Корректировка нуля».

Подключают вход «плюс» преобразователя разности давлений корректора к эталону давления. В ходе проверки давление в каждой точке задают с отклонением не более $\pm 1\%$. В каждой точке производят по одному измерению и вычисляют приведенную к верхнему пределу измерений погрешность измерения разности давлений $\gamma_{\Delta P}$, %, по формуле

$$\gamma_{\Delta P} = \frac{\Delta P_{\text{Кij}} - \Delta P_{\text{Эij}}}{\Delta P_{\text{макс}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $\Delta P_{\text{Кij}}$ – значение разности давлений, измеренное корректором, кПа;

$\Delta P_{\text{Эij}}$ – значение разности давлений, измеренное эталоном давления, кПа;

$\Delta P_{\text{макс}}$ – верхний предел измерений разности давлений, кПа.

Результаты определения приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения разности давлений считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,25\%$.

9.4 Определение относительной погрешности вычисления объема газа, приведенного к стандартным условиям

В корректор вносят исходные данные в качестве условно-постоянных величин в соответствии с таблицей 4 и определяют коэффициент коррекции при значениях давления и температуры, указанных в таблице 5.

Таблица 4 – Исходные данные для расчета коэффициентов коррекции

| Наименование | Значение |
|------------------------------------------------------------|----------|
| Содержание диоксида углерода (CO ₂), % | 0,6 |
| Содержание азота (N ₂), % | 0,3 |
| Плотность газа при стандартных условиях, кг/м ³ | 0,7 |

Таблица 5 – Коэффициент коррекции для методов по ГОСТ 30319.2–2015, ГОСТ Р 70927–2023

| Абсолютное давление P, кПа | Температура T, °C | Контрольный коэффициент коррекции K _{расч} |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------|
| 100 | -23,15 | 1,158800 |
| 100 | 60,00 | 0,867721 |
| 1000 | -23,15 | 11,957000 |
| 1000 | 60,00 | 8,774170 |
| 4000 | -23,15 | 53,773300 |
| 4000 | 60,00 | 36,366800 |
| 7500 | -23,15 | 118,184000 |
| 7500 | 60,00 | 70,726200 |
| 100 | -24,00 | 1,162820 |
| 100 | -40,00 | 1,243630 |
| 400 | -24,00 | 4,700170 |
| 400 | -40,00 | 5,039550 |
| 700 | -24,00 | 8,313300 |
| 700 | -40,00 | 8,937470 |

Рассчитывают относительную погрешность вычисления объема газа, приведенного к стандартным условиям, δ_K , %, по формуле

$$\delta_K = \frac{K - K_{\text{расч}}}{K_{\text{расч}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где K – коэффициент коррекции, вычисленный корректором;
 $K_{\text{расч}}$ – контрольный коэффициент коррекции, приведенный в таблице 5.

Результаты определения относительной погрешности вычисления объема газа, приведенного к стандартным условиям, считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,01$ %.

9.5 Корректор соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и пределы допускаемой относительной погрешности приведения объема газа к стандартным условиям с учетом погрешности измерений давления, температуры и вычисления коэффициента сжимаемости принимают равными $\pm 0,19$ %, если результаты по пунктам 9.1 – 9.4 положительные.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

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

10.3 Корректоры, прошедшие поверку, подлежат пломбировке путем нанесения знака поверки давлением клейма на пломбу в соответствии с описанием типа.

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