

СОГЛАСОВАНО

Директор

ФБУ «Ивановский ЦСМ»

Д.И. Кудрявцев

«16» декабря 2024 г.



ГСИ. Анализаторы калибровочные CITREX H4

Методика поверки

ЦСМЕ.413000.003МП

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки анализаторов калибровочных CITREX H4 (далее анализаторы).

1.2 Прослеживаемость при поверке анализаторов обеспечивается согласно государственным поверочным схемам (далее ГПС), утвержденным приказами Росстандарта от 11.05.2022 №1133 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа», к ГЭТ 118-2017, от 20.10.2022 №2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», к ГЭТ 23-2010, от 31 декабря 2020 г. № 2315 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах», к ГЭТ 154-2019, от 06.12.2019 №2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $1 \cdot 10^7$ Па», к ГЭТ 101-2011.

1.3 МП реализуется посредством метода прямых измерений.

1.4 Допускается возможность проведения периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений и проведения первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки анализаторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции 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 | 7 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Да | Да | 8 |
| Проверка программного обеспечения | Да | Да | 9 |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 10 |
| Определение погрешности при измерении объемного расхода воздуха | Да | Да | 10.1 |
| Определение погрешности при измерении объема вдоха и выдоха | Да | Да | 10.2 |
| Определение погрешности при измерении вакуумметрического и избыточного давления в канале потока | Да | Да | 10.3 |
| Определение погрешности при измерении вакуумметрического и избыточного давления в канале дифференциального давления | Да | Да | 10.4 |
| Определение погрешности при измерении избыточного давления в канале высокого давления | Да | Да | 10.5 |
| Определение погрешности при измерении объемной доли кислорода в канале потока | Да | Да | 10.6 |
| Определение погрешности при изме- | Да | Да | 10.7 |

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|-------------------------------|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| рениии атмосферного давления | | | |

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Для поверки анализаторов должны выполняться следующие условия:

температура $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;

относительная влажность $(60 \pm 20) \%$;

атмосферное давление $(101,3 \pm 4,0) \text{ кПа}$.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки, которые применяются для поверки анализаторов, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| р. 10.1 Определение погрешности при измерении объемного расхода воздуха | Эталон единицы объемного расхода газа и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной приказом Росстандарта №1133 в диапазоне измерений, соответствующем поверяемому СИ | Установка для поверки счетчиков газа 551031М-01, рег. № 62123-15 |
| р. 10.2 Определение погрешности при измерении объема вдоха и выдоха | Эталон единицы объема газа и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной приказом Росстандарта №1133 в диапазоне измерений, соответствующем поверяемому СИ | Установки поверочные, тип ГВП Фантом-Спиро М, модификация ГВП Фантом-Спиро М2, рег. № 60925-15 |
| р. 10.3 Определение погрешности при измерении вакуумметрического и избыточного давления в канале потока | Эталон единицы избыточного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта №2653 от 20.10.2022 в диапазоне измерений, соответствующем поверяемому СИ | Задатчики давления Воздух-4000 рег. № 12143-99 |
| | | Микроманометр МКВ-250-002 рег. № 968-70 Калибраторы многофункциональные МСх-Р рег. № 22237-06 |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|---|
| | Помпа ручная пневматическая П-0,25М, рабочий диапазон воспроизводимого давления от минус 90 до 250 кПа | |
| р. 10.4 Определение погрешности при измерении вакуумметрического и избыточного давления в канале дифференциального давления | Эталон единицы избыточного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта №2653 от 20.10.2022 в диапазоне измерений, соответствующем поверяемому СИ | Задатчики давления Воздух-4000 рег. № 12143-99 |
| | | Микроманометр МКВ-250-002 рег. № 968-70 |
| | | Калибраторы многофункциональные МСх-R рег. № 22237-06 |
| | Помпа ручная пневматическая П-0,25М, рабочий диапазон воспроизводимого давления от минус 90 до 250 кПа | |
| р. 10.5 Определение погрешности при измерении избыточного давления в канале высокого давления | Эталон единицы избыточного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта №2653 от 20.10.2022 в диапазоне измерений, соответствующем поверяемому СИ | Калибраторы давления портативные Метран-517 рег. № 39151-12 |
| | Средства воспроизведения избыточного давления от 0 до 1 МПа | Помпа многофункциональная PV-411-НР, диапазон воспроизводимого давления: от минус 0,095 до 70 МПа |
| р. 10.6 Определение погрешности при измерении объемной доли кислорода в канале потока | Стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением – рабочие эталоны 0-го, 1-го и 2-го разряда, определяемые компоненты: - Кислород O ₂ , объемная доля 21,0 % ±1,0 % Ротаметр Верхний предел измерений 0,25 м ³ /ч, пределы допускаемой основной погрешности ±4 % | ГСО-11047-2018 Ротаметр с местными показаниями РМ-А-1 рег. № 3385-74 |
| | Азот по ТУ 6-21-39-96, объемная доля свыше 99,0 % Кислород газообразный особой чистоты по ТУ 2114-001-05798345-2007, объемная доля свыше 99,0 % Вентиль точной регулировки ВТР-2 Регулировка расхода от 0 до 2,16·10 ⁻⁵ м ³ /с, точность установки 0,8·10 ⁻⁶ м ³ /с | |
| р. 10.7 Определение погрешности при измерении атмосферного давления | Эталон единицы абсолютного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС для средств измерений абсолютного давления в диапазоне 1·10 ⁻¹ -1·10 ⁷ Па, утвержденной приказом | Калибраторы давления портативные Метран-517 рег. № 39151-12 |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|--|
| Контроль условий измерений при поверке | Росстандарта №2900 от 06.12.2019 в диапазоне измерений, соответствующем поверяемому СИ | Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11 |
| | Установка для создания и поддержания абсолютного давления КДБ-1, диапазон воспроизводимого давления: от 30 до 120 кПа | |
| | Средства измерений температуры окружающей среды от плюс 10 °С до плюс 60 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; | |
| | Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %; | |
| | Средства измерений атмосферного давления от 90 до 110 кПа, ПГ $\pm 0,3$ кПа | |

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

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подготовке и проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки;
- требования мер безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемое СИ.

6.2 При работе с чистыми газами и газовыми смесями в баллонах под давлением необходимо соблюдать «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» (Приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 года № 536).

6.3 Помещение, где проводится поверка, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность и внешний вид анализатора.

Комплектность и внешний вид должны соответствовать описанию типа.

Внешний вид анализатора должен соответствовать следующим требованиям:

- анализатор не должен иметь следов коррозии, механических повреждений, загрязнений;
- наличие знака утверждения типа в соответствии с описанием типа.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если не выявлены несоответствия.

В противном случае дальнейшие операции по поверке выполняют после устранения несоответствий.

7.2 Если указанные выше замечания не были устранены, то результаты внешнего осмотра считаются отрицательными, выписывается извещение о непригодности.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Выдержать анализатор в условиях, соответствующих условиям поверки, не менее 2 часов.

8.2 Проверить комплектность, качество и содержание маркировки на соответствие указанной в руководстве по эксплуатации, а именно наименование завода-изготовителя, наименование анализатора, заводской номер.

8.3 Результаты подготовки к поверке и опробования считаются положительными, если не выявлены несоответствия.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Для проверки соответствия программного обеспечения (далее – ПО) выполняют следующие операции:

Включить анализатор, из главного меню перейти в раздел настроек, чтобы на информационном экране определить номер версии ПО.

9.2 Результат проверки ПО считается положительным, если полученный номер версии ПО соответствует указанному в разделе «Программное обеспечение» описания типа анализатора.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Перед проведением измерений выбрать в настройках анализатора тип газа «AIR» (воздух) в соответствии с разделом 6.5.6 Руководства по эксплуатации.

Стандарт газа необходимо выбрать в соответствии с разделом 6.5.5 Руководства по эксплуатации в зависимости от условий окружающей среды и средств поверки.

Текущий установленный стандарт отображается на цифровом и графическом дисплее.

10.1 Определение погрешности при измерении объемного расхода воздуха

Подключить канал потока анализатора к установке для воспроизведения расхода воздуха в положительном направлении, из главного меню анализатора перейти в раздел числовых показаний и, последовательно формируя на установке необходимые значения объемного расхода, считывать полученные значения параметра «Flow» с экрана анализатора и заносить в протокол. Определение погрешности проводить в следующих точках:

- 2,5 л/мин, 5,0 л/мин, с допустимым отклонением $\pm 0,1$ л/мин;

- 50 л/мин, 150 л/мин, 250 л/мин, с допустимым отклонением ± 20 л/мин.

Аналогично провести измерения объемного расхода воздуха в отрицательном направлении.

Абсолютную погрешность измерений объемного расхода воздуха ΔQ рассчитать по формуле (1):

$$\Delta Q = Q_{\text{изм}} - Q_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{изм}}$ – значение объемного расхода воздуха, измеренное анализатором, л/мин;

$Q_{\text{эт}}$ – значение объемного расхода воздуха, воспроизводимое установкой для воспроизведения расхода воздуха, л/мин.

Приведенную погрешность измерений объемного расхода воздуха γQ рассчитать по формуле (2):

$$\gamma Q = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{эт}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $Q_{\text{н}}$ – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границей диапазона измерений объемного расхода воздуха в данном канале, л/мин.

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности не превышают $\pm 0,1$ л/мин и приведенной погрешности не превышают $\pm 2 \%$.

10.2 Определение погрешности при измерении объема вдоха и выдоха

Подключить канал потока анализатора к установке для воспроизведения объема воздуха в положительном направлении, из главного меню анализатора перейти в раздел числовых

показаний и, последовательно формируя на установке необходимые значения объема вдоха, считывать полученные значения параметра « V_{ti} » с экрана анализатора и заносить в протокол. Определение погрешности проводить в следующих точках: 0 л, 1,5 л, 3 л, 5 л, 7 л.

Аналогично провести измерения объема выдоха в отрицательном направлении, считывая полученные значения параметра « V_{te} » с экрана анализатора, и заносить в протокол.

Абсолютную погрешность измерений объема вдоха и выдоха ΔV рассчитать по формуле (3):

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}, \quad (3)$$

где $V_{\text{изм}}$ – значение объема воздуха, измеренное анализатором, л;

$V_{\text{эт}}$ – значение объема воздуха, воспроизводимое установкой для воспроизведения объема, л.

Относительную погрешность измерений объема вдоха и выдоха δV рассчитать по формуле (4):

$$\delta V = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности не превышают $\pm 0,1$ л и относительной погрешности не превышают $\pm 2 \%$.

10.3 Определение погрешности при измерении вакуумметрического и избыточного давления в канале потока

Анализатор через канал потока подключить к эталонному средству измерения давления. Противоположный порт прибора необходимо заглушить. При необходимости произвести обнуление согласно руководству по эксплуатации. Из главного меню анализатора перейти в раздел числовых показаний и, последовательно подавая вакуумметрическое и избыточное давление, равное минус 5 кПа, минус 2,5 кПа, минус 1 кПа, 0 кПа, 1 кПа, 2,5 кПа, 5 кПа, 10 кПа и 15 кПа, считать полученные значения параметра « P_{Channel} » с экрана анализатора и занести в протокол.

Абсолютную погрешность измерений вакуумметрического и избыточного давления в канале потока $\Delta P_{\text{п}}$ рассчитать по формуле (5):

$$\Delta P_{\text{п}} = P_{\text{п. изм}} - P_{\text{п. эт}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{п. изм}}$ – значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{\text{п. эт}}$ – значение давления, измеренное эталонным средством измерения, кПа.

Приведенную погрешность измерений вакуумметрического и избыточного давления в канале потока $\gamma P_{\text{п}}$ рассчитать по формуле (6):

$$\gamma P_{\text{п}} = \frac{P_{\text{п. изм}} - P_{\text{п. эт}}}{P_{\text{н}}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где $P_{\text{н}}$ – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границей диапазона измерений давления в данном канале, кПа.

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности в диапазоне от -1,5 до +1,5 кПа включительно не превышают $\pm 0,01$ кПа, в диапазоне свыше -1,5 до -5,0 кПа включительно не превышают $\pm 0,05$ кПа и приведенной погрешности не превышают $\pm 0,5 \%$.

10.4 Определение погрешности при измерении вакуумметрического и избыточного давления в канале дифференциального давления

Анализатор через канал дифференциального давления подключить к эталонному средству измерения давления. При необходимости произвести обнуление согласно руководству по эксплуатации. Из главного меню анализатора перейти в раздел измерений и, последовательно подавая вакуумметрическое и избыточное давление на каждый из коннекторов канала дифференциального давления, равное минус 20 кПа, минус 10 кПа, минус 5 кПа, минус 1 кПа, 0 кПа, 1 кПа, 5 кПа, 10 кПа и 20 кПа, считать полученные значения параметра « P_{Diff} » с экрана анализатора и занести в протокол.

Абсолютную погрешность измерений вакуумметрического и избыточного давления в канале дифференциального давления $\Delta P_{\text{д}}$ рассчитать по формуле (7):

$$\Delta P_{\text{д}} = P_{\text{д. изм}} - P_{\text{д. эт}}, \quad (7)$$

где $P_{д.изм}$ – значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{д.эт}$ – значение давления, измеренное эталонным средством измерения, кПа.

Приведенную погрешность измерений вакуумметрического и избыточного давления в канале дифференциального давления γP_d рассчитать по формуле (8):

$$\gamma P_d = \frac{P_{д.изм} - P_{д.эт}}{P_n} \cdot 100 \% \quad (8)$$

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности не превышают $\pm 0,01$ кПа и приведенной погрешности не превышают $\pm 0,5$ %.

10.5 Определение погрешности при измерении избыточного давления в канале высокого давления

Анализатор через канал высокого давления подключить к эталонному средству измерения давления. При необходимости произвести обнуление согласно руководству по эксплуатации. Из главного меню анализатора перейти в раздел числовых показаний и, последовательно подавая избыточное давление, равное 0 кПа, 50 кПа, 100 кПа, 250 кПа, 500 кПа, 750 кПа, 1000 кПа, считать полученные значения параметра « P_{High} » с экрана анализатора и занести в протокол.

Абсолютную погрешность измерений избыточного давления через канал высокого давления ΔP_v рассчитать по формуле (9):

$$\Delta P_v = P_{v.изм} - P_{v.эт}, \quad (9)$$

где $P_{v.изм}$ – значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{v.эт}$ – значение давления, измеренное эталонным средством измерения, кПа.

Относительную погрешность измерений избыточного давления через канал высокого давления δP_v рассчитать по формуле (10):

$$\delta P_v = \frac{P_{v.изм} - P_{v.эт}}{P_{v.эт}} \cdot 100 \%, \quad (10)$$

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности не превышают ± 1 кПа и относительной погрешности не превышают ± 1 %.

10.6 Определение погрешности при измерении объемной доли кислорода в канале потока

При необходимости откалибровать датчик кислорода согласно руководству по эксплуатации. Вентилем точной регулировки установить на ротаметре расход 30 л/мин и подавать азот по ТУ 6-21-39-96, объемная доля свыше 99,0 %, через канал потока. Из главного меню анализатора перейти в раздел числовых показаний и считать полученные значения параметра « O_2 » с экрана анализатора и занести в протокол. Результаты измерений считать с дисплея анализатора и занести в протокол. Повторить операции для ГСО 11047-2018 с кислородом O_2 , объемная доля 21,0 % $\pm 1,0$ %, и кислородом газообразным особой чистоты по ТУ 2114-001-05798345-2007, объемная доля свыше 99,0 %.

Абсолютную погрешность измерений объемной доли кислорода в канале потока $\Delta \phi$ рассчитать по формуле (11):

$$\Delta \phi = \phi_{изм} - \phi_{эт}, \quad (11)$$

где $\phi_{изм}$ – значение объемной доли кислорода, измеренное анализатором, %;

$\phi_{эт}$ – значение объемной доли кислорода, указанное в паспорте к баллону, %.

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности не превышают ± 1 %.

10.7 Определение погрешности при измерении атмосферного давления

Анализатор поместить в установку для создания и поддержания абсолютного давления с подключенным к ней эталонным средством измерения абсолютного давления. Из главного меню анализатора перейти в раздел числовых показаний и, последовательно подавая абсолютное давление, равное 80 кПа, 90 кПа, 100 кПа, 115 кПа, считать полученные значения параметра « P_{Atmo} » с экрана анализатора и занести в протокол.

Приведенную погрешность измерений атмосферного давления γP_a рассчитать по формуле (12):

$$\gamma P_a = \frac{P_{a.изм} - P_{a.эт}}{P_n} \cdot 100 \%, \quad (12)$$

где $P_{a.изм}$ — значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{a.эт}$ — значение давления, измеренное эталонным средством измерения, кПа.

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения приведенной погрешности не превышают $\pm 1 \%$.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Форма протокола произвольная.

При положительных результатах первичной и периодической поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. №2510. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах анализатор к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. №2510.

Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник ОИ-100 ФБУ «Ивановский ЦСМ»

Инженер по метрологии 1 категории ФБУ «Ивановский ЦСМ»

Ю.Р. Кулагин

Г.А. Расшивалин