

СОГЛАСОВАНО

Директор

ФБУ «Ивановский ЦСМ»

Д.И. Кудрявцев

16 января 2025 г.



ГСИ. Анализаторы калибровочные CITREX H5

Методика поверки

ЦСМЕ.413000.002МП

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки анализаторов калибровочных CITREX H5 (далее – анализаторы), изготавливаемых IMT Analytics AG, Швейцария.

1.2 Прослеживаемость при поверке анализаторов обеспечивается согласно государственным поверочным схемам, 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 вакуумметрического и избыточного давления в канале высокого давления	Да	Да	10.5
Определение погрешности при измерении объемной доли кислорода в канале потока	Да	Да	10.6

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которой выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение погрешности при измерении атмосферного давления	Да	Да	10.7

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 $(101,3 \pm 4,0)$ 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	Установка для воспроизведения расходов от 0,016 до 40 м ³ /ч, пределы допускаемой основной относительной погрешности установки $\pm 0,33\%$	Установка для поверки счетчиков газа 551031М-01, рег. № 62123-15
р. 10.2 Определение погрешности при измерении объема вдоха и выдоха	Установка для воспроизведения объема воздуха в диапазоне от 0 до 8 дм ³ , пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне от 0 до 2 дм ³ ± 10 см ³ , пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне от 2 до 8 дм ³ $\pm 0,5\%$	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	Средства измерений избыточного давления в диапазоне от 20 до 40000 Па, КТ 0,02	Задатчики давления Воздух-4000 рег. № 12143-99
	Средства измерений вакуумметрического давления от 0 до -5 кПа, КТ 0,05	Микроманометр МКВ-250-002 рег. № 968-70 Калибраторы многофункциональные МСх-Р рег. № 22237-06
	Помпа ручная пневматическая П-0,25М, рабочий диапазон воспроизводимого давления от минус 90 до 250 кПа	
р. 10.4 Определение погрешности при из-	Средства измерений избыточного давления в диапазоне от 20 до 40000 Па, КТ 0,02	Задатчики давления Воздух-4000 рег. № 12143-99

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
мерении вакуумметрического и избыточного давления в канале дифференциального давления	Средства измерений вакуумметрического давления в диапазоне от 0 до -20 кПа, КТ 0,05	Микроманометр МКВ-250-002 рег. № 968-70 Калибраторы многофункциональные МСх-Р 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 вакуумметрического и избыточного давления в канале высокого давления	Средства измерений избыточного давления в диапазоне от минус 0,1 до 1 МПа, пределы допускаемой приведённой погрешности $\pm 0,02$ %	Калибраторы давления портативные Метран-517 рег. № 39151-12
	Средства воспроизведения избыточного давления от минус 0,095 до 1 МПа	Помпа многофункциональная РВ-411-НР
р. 10.6 Определение погрешности при измерении объемной доли кислорода в канале потока	Стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением – рабочие эталоны не ниже 2-го разряда по приказу Росстандарта от 31.12.2020 № 2315, определяемые компоненты: - Кислород O ₂ , объемная доля 21,0 % $\pm 1,0$ % 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	Средства измерений абсолютного давления в диапазоне от 80 до 115 кПа, пределы допускаемой приведённой погрешности $\pm 0,025$ %	Калибраторы давления портативные Метран-517 рег. № 39151-12
	Установка для создания и поддержания абсолютного давления КДБ-1, диапазон воспроизводимого давления: от 30 до 120 кПа	
Контроль условий измерений при поверке	Средства измерений температуры окружающей среды от плюс 10 °С до плюс 60 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
	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 наверяемое 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 меню настроек, чтобы 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 17.3 Руководства по эксплуатации.

Стандарт газа необходимо выбрать в соответствии с разделом 18.3 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 «Measurements» («Измерения») 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):

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

где Q_n – 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 измерений и, последовательно формируя на установке необходимые значения объема вдоха, считывать полученные значения параметра «Vt_i» с экрана анализатора и заносить в протокол. Определение погрешности проводить в следующих точках: 0 л, 1,5 л, 3 л, 5 л, 7 л, 8 л. Для точки 10 л произвести измерения и записать показания в протокол, не проводя определение погрешности.

Аналогично провести измерения объема выдоха в отрицательном направлении, считывая полученные значения параметра «Vt_e» 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

измерений 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 $P_{\text{д. изм}}$ — значение давления, измеренное анализатором, кПа;

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

Приведенную погрешность измерений вакуумметрического и избыточного давления в канале дифференциального давления $\gamma P_{\text{д}}$ рассчитать по формуле (8):

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

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 вакуумметрического и 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 измерений и, последовательно подавая вакуумметрическое и избыточное давление, равное минус 90 кПа, минус 50 кПа, 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 вакуумметрического и избыточного давления через канал высокого давления $\Delta P_{\text{в}}$ рассчитать по формуле (9):

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

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

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

Относительную погрешность измерений вакуумметрического и избыточного давления через канал высокого давления $\delta P_{\text{в}}$ рассчитать по формуле (10):

$$\delta V = \frac{P_{в. изм} - P_{в. эт}}{P_{в. эт}} \cdot 100 \% \quad (10)$$

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 измерений и считать полученные значения параметра «O2» 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 O₂, 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 $\Delta\phi$ считать 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 измерений 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 ± 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