

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

2019 г.

М. п.

ДИРЕКТОРА

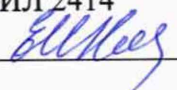
ПРИЗОВ

Доверенность №17
от 02 октября 2017г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Анализаторы числа Воббе WIM Compas

**Методика поверки
МП 2414-0073-2019**

Руководитель лаборатории
государственных эталонов и научных
исследований в области калориметрии
сжигания и высокочистых веществ
метрологического назначения
НИЛ 2414

 Е.Н. Корчагина

Руководитель группы лаборатории
госэталонов в области измерений
плотности и вязкости жидкости
НИЛ 2302

 А.В. Домостроев

Санкт-Петербург
2019 г.

Настоящая методика поверки (далее – методика) устанавливает процедуру и средства первичной и периодической поверки анализаторов числа Воббе WIM Compas, изготавливаемых фирмой HOBRE Instruments B.V., Нидерланды. Анализаторы числа Воббе WIM Compas (далее – анализаторы) предназначены для измерения в непрерывном (поточном) режиме числа Воббе, объемной теплоты сгорания (далее по тексту – ОТС) горючих газов, включая природный газ, относительной плотности и отображения результатов измерений в режиме реального времени.

Примечание — Здесь и далее по тексту под относительной плотностью газа понимают относительную плотность газа, определенную при стандартных условиях. В Российской Федерации стандартными условиями измерений приняты $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (293,15 K), $p = 101,325\text{ кПа}$ [ГОСТ 2939, ГОСТ 31369].

Методика устанавливает методы и средства их первичной (при ввозе в страну) и периодической поверки (после ремонта, при установке у потребителя и в эксплуатации) и распространяется на все анализаторы, находящиеся в эксплуатации, включая вновь изготавливаемые.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки анализатора должны выполняться следующие операции, указанные в таблице 1.

1.2 Поверку прекращают, если в результате выполнения той или иной операции поверки получен отрицательный результат.

Таблица 1 – Перечень операций, выполняемых при проведении поверки анализаторов:

Наименование операции	Номер подраздела	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2	Да	Да
Опробование	7.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений:	7.4	Да	Да
– по цифровому индикатору		Да	Да
– по токовому выходу		Да	Да ¹⁾
Обработка результатов измерений	7.5	Да	Да

¹⁾ При периодической поверке не проводится, если не используется токовый выход. При задействовании в работу незадействованного ранее токового выхода (или дополнительных токовых выходов) до истечения сроков предыдущей поверки предполагается проведение внеочередной поверки.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны использоваться следующие средства поверки (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Применяемые средства поверки

Номер пункта МП	Средства поверки	Основные технические и/или метрологические характеристики
6.3, 7.3, 7.4	Рабочие эталоны в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2828 от 29 декабря 2018 (например: 3.1.ZZB.0015.2012, 3.1.ZZB.0247.2012)	Доверительная граница относительной погрешности измерений объемной теплоты сгорания 0,14 – 0,3 %, содержание основного компонента (метана/пропана) не менее 99,95 %*, доверительная граница относительной погрешности измерений молярной доли основного компонента (метана/пропана) не более 0,05 %.
6.3, 7.3, 7.4	Азот газообразный особой чистоты 1-го или 2-го сорта по ГОСТ 9293-74	Содержание основного компонента (азота) не менее 99,996 %
6.4, 7.3, 7.4	Рабочие эталоны 2-го разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 100 А», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 – амперметры, калибраторы (с функцией амперметра), мультиметры (с функцией амперметра), (например: калибратор токовой петли РЗУ-420, рег. № в ФИФ 49877-12)	Диапазон измерений: от 4 до 20 мА, пределы допускаемой относительной погрешности: не более ± 10 мкА в указанном диапазоне
6.6	Измеритель температуры воздуха (например, термогигрометр ИВА-6 рег. № в ФИФ 46434-11)	Диапазон измерений: от 0 до + 40 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности: не более $\pm 0,1$ °С в указанном диапазоне
6.6	Измеритель относительной влажности воздуха (например, термогигрометр ИВА-6 рег. № в ФИФ 46434-11)	Диапазон измерений: от 0 до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности: не более ± 1 % в указанном диапазоне
* – При наличии примесей газов с абсолютной плотностью идеального газа при стандартных условиях свыше $3,4 \text{ кг/м}^3$, их содержание в применяемых газах не должно превышать 0,01 %.		

2.2 При определении метрологических характеристик анализатора по токовому выходу средства поверки, указанные в таблице 2, подключают к токовому выходу анализатора в соответствии с требованиями его эксплуатационной документации (пример подключения приведен в Приложении А).

2.3 Средства поверки, представленные в таблице 2, должны иметь действующие свидетельства об аттестации, свидетельства о поверке или сертификаты калибровки. К баллону с поверочным газом должен прилагаться формуляр (паспорт) газа с указанием сведений согласно приведенным требованиям.

3 Условия проведения поверки

3.1 При проведении поверки средства измерений (далее по тексту – СИ) должны соблюдаться условия проведения поверки, указанные в таблице 3, а также условия эксплуатации применяемых средств поверки.

Таблица 3 – Условия проведения поверки

Температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +40
Относительная влажность окружающего воздуха, %	не более 90

3.2 Оборудование помещения, в котором находится поверяемое СИ, должно соответствовать требованиям его эксплуатационной документации.

3.3 В месте проведения поверки СИ должны отсутствовать: вибрация, тряска, удары.

3.4 СИ предоставляется на поверку своевременно откалиброванным согласно требованиям его эксплуатационной документации.

4 Требования к квалификации персонала

4.1 Поверку проводят обученные специалисты метрологических институтов или аккредитованных метрологических служб юридических лиц, допущенные к работам по поверке.

4.2 Проводящие поверку должны быть ознакомлены с настоящей методикой поверки, эксплуатационной документацией поверяемого СИ и применяемых средств поверки.

5 Требования безопасности

5.1 Все работы, относящиеся к поверке СИ, должны быть выполнены с соблюдением требований безопасности, приведенных в эксплуатационной документации поверяемого СИ.

5.2 При поверке соблюдают требования безопасности, санитарно-гигиенические требования по ГОСТ 12.1.007, «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные приказом № 328н Минтруда России 24 июля 2013 года, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом № 6 Минэнерго России 13 января 2003 года с изменениями на 13 сентября 2018 года и «Правила промышленной безопасности производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утвержденными приказом № 116 Ростехнадзора России 12 декабря 2017 года

5.3 Запрещается работать с СИ при отсутствии защитного заземления. Заземление должно быть выполнено в соответствии с правилами ПТЭЭП.

6 Подготовка к проведению поверки

6.1 Выдерживают анализатор во включенном состоянии до готовности к проведению измерений в течение времени, предусмотренного эксплуатационной документацией.

6.2 Проверяют работоспособность всех систем анализатора, обеспечивающих режим измерений, в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

6.3 На вход анализатора «Process gas» подключают газовый баллон с поверочным газом (далее по тексту – ПГ).

6.4 В случае если в эксплуатации калориметра задействован токовый выход (выходы), производят подключение средства измерений постоянного тока в соответствии с электрической схемой, приведенной в Приложении А.

Примечание — При периодической поверке в отсутствие возможности подключения к токовому выходу (например, при работе анализатора в режиме непрерывного контроля параметров производства, цепях регулирования, вследствие невозможности остановки технологического процесса и т.д.) допускают проведение поверки данного выхода по показаниям подключенного к нему вторичного (используемого в цепи регулирования, контроля параметров и т.д.) прибора, имеющего действующее свидетельство о поверке. Метрологические характеристики вторичного прибора должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2. Сведения об используемом вторичном приборе вносятся в протокол поверки (Приложение А).

6.5 Открывают вентиль баллона и устанавливают необходимое давление на входе газа в анализатор. По показаниям редуктора на плате газоподготовки проверяют герметичность магистрали подвода газа.

6.6 Производят измерения температуры и влажности воздуха в месте установки анализатора.

6.7 Выполняют прочие подготовительные работы, предусмотренные эксплуатационной документацией на анализатор.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- комплектность и маркировку анализатора в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- целостность пломб на дверцах металлического шкафа анализатора (при их наличии);
- отсутствие внешних повреждений, способных повлиять на работоспособность анализатора;
- отсутствие трещин, вмятин, разрывов, перегибов, следов коррозии на газовых магистралях и элементах системы газовой подводки анализатора;
- исправность органов управления, настройки, коррекции, отображения данных.

7.1.2 Анализаторы, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

7.2 Подтверждение соответствия идентификационных данных программного обеспечения

7.2.1 Для идентификации программного обеспечения (далее по тексту – ПО) анализатора необходимо сверить следующие идентификационные данные ПО с данными, указанными в таблице 4:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии ПО.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	Compas
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.0.29

7.2.2 Наименование и номер версии ПО проверяются в рабочем режиме, идентификационные данные отображаются в правой верхней области рабочего окна с символом «v» (версия), например: «v2.0.29».

7.2.3 Результаты идентификации ПО отражают в протоколе поверки (Приложение Б).

7.2.4 При несовпадении наименований и формата номера версии ПО с данными, представленными в таблице 4, анализатор дальнейшей поверке не подлежит.

7.3 Опробование

Подключают баллон с газом к пробоотборной системе анализатора. Запускают режим измерений и производят подачу газа в анализатор. Выдерживают анализатор в рабочем состоянии в течение времени установления рабочего режима, указанного в эксплуатационной документации.

Проверяют стабильность показаний измерительной системы по ОТС. Показания считают стабильными при отсутствии дрейфа измеряемой величины ОТС более $\pm 0,05$ МДж/м³ в течение 10 минут измерений, по токовому выходу – не более $\pm 0,05$ мА в течение 10 минут измерений.

Проверяют стабильность показаний измерительной системы по относительной плотности. Показания считают стабильными при отсутствии дрейфа измеряемой величины относительной плотности более $\pm 0,005$ в течение 10 минут измерений, по токовому выходу – не более $\pm 0,05$ мА в течение 10 минут измерений.

7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

7.4.1 Определение погрешности измерений ОТС

7.4.1.1 Определение погрешности измерений ОТС проводится по трем поверочным газам: азоту, метану и пропану. Результаты измерений получают одновременно для определения погрешности ОТС и плотности по п. 7.4.2

7.4.1.2 В рабочем режиме производят однократную регистрацию показаний объемной теплоты сгорания (H_{N_2}) газа на цифровом индикаторе анализатора, а также показания мультиметра, подключенного к соответствующему токовому выходу (I_{H,N_2}).

7.4.1.3 Останавливают подачу поверочного газа и отключают баллон от пробоотборной системы анализатора.

7.4.1.4 Переход от значения сигнала токового выхода I_{H,N_2} , к значениям H_{I,N_2} , определенным по токовому выходу, осуществляют следующим образом:

$$H_{I,N_2} = H_H + (H_B - H_H) \frac{I_{H,N_2} - I_H}{I_B - I_H}, \quad (1)$$

где H_B , H_H , – верхний и нижний пределы диапазона измерений ОТС соответственно, МДж/м³;

I_B и I_H – верхний и нижний предел унифицированного сигнала токового выхода анализатора соответственно, мА;

$I_{H,k}$ – значения сигналов постоянного тока на токовых выходах анализатора, соответствующие измеренным значениям ОТС k -го поверочного газа, мА.

7.4.1.5 В случае если анализатор откалиброван и настроен на представление данных в условиях измерений, отличных от стандартных (температура, к которой приводится объем газа, отлична от 20 °С), то полученные в пп. 7.4.3 – 7.4.4 результаты измерений приводят к стандартным условиям:

$$H_{N_2}(t_2, p_2) = H_{N_2}(t_0, p_2) \frac{t_0}{t_2}, \quad (2)$$

$$H_{I,N_2}(t_2, p_2) = H_{I,N_2}(t_0, p_2) \frac{t_0}{t_2}, \quad (3)$$

где $t_2 = 20$ °С (293,15 К), $p_2 = 101,325$ кПа – стандартные условия измерений, а t_0 – установка поверяемого анализатора.

Дальнейшая обработка результатов измерений проводится после приведения полученных значений к стандартным условиям измерений.

7.4.1.6 Измерения повторяют по вышеприведенной схеме для двух других поверочных газов, указывая при записи результатов соответствующие индексы (СН₄ для метана и С₃Н₈ для пропана).

7.4.2 Определение погрешности измерений относительной плотности

7.4.2.1 В рабочем режиме производят однократную регистрацию показаний относительной плотности (d_{N_2}) газа на цифровом индикаторе анализатора, а также показания мультиметра, подключенного к соответствующему токовому выходу (I_{d,N_2}).

7.4.2.2 Останавливают подачу поверочного газа и отключают баллон от пробоотборной системы анализатора.

7.4.2.3 Переход от значений сигналов токового выхода I_{d,N_2} , к значениям d_{N_2} , определенным по токовому выходу, осуществляют следующим образом:

$$d_{I,N_2} = d_H + (d_B - d_H) \frac{I_{d,N_2} - I_H}{I_B - I_H}, \quad (4)$$

где d_B, d_H , – верхний и нижний пределы диапазона измерений относительной плотности соответственно;

$I_{H,k}$ – значения сигналов постоянного тока на токовых выходах анализатора, соответствующие измеренным значениям относительной плотности k -го поверочного газа, мА.

7.4.2.4 Измерения повторяют по вышеприведенной схеме для двух других поверочных газов, указывая при записи результатов соответствующие индексы (CH_4 для метана и C_3H_8 для пропана).

7.5 Обработка результатов измерений

7.5.1 Абсолютную погрешность результатов измерений ОТС и относительной плотности k -го поверочного газа вычисляют по формулам:

$$\pm \Delta_{k,H} = H_k - H_{k,ПГ}, \quad (5)$$

$$\pm \Delta_{k,d} = d_k - d_{k,ПГ}, \quad (6)$$

где: $\Delta_{k,H}, \Delta_{k,d}$ – абсолютная погрешность результатов измерений ОТС, МДж/м³, и относительной плотности k -го поверочного газа;

H_k – результат измерения ОТС k -го поверочного газа, МДж/м³;

d_k – результат измерения относительной плотности k -го поверочного газа;

$H_{k,ПГ}$ – опорное значение ОТС k -го поверочного газа, МДж/м³;

$d_{k,ПГ}$ – опорное значение относительной плотности k -го поверочного газа.

7.5.2 Опорное значение ОТС для каждого поверочного газа приведено в паспорте или сертификате калибровки. В соответствии с таблицей D.1 ГОСТ 31369-2008 опорное значение ОТС азота, как негорючего компонента, принимается равным нулю.

7.5.3 Опорное значение относительной плотности рассчитывается по таблицам ГСССД и для используемых поверочных газов при стандартных условиях равно:

$$d_{N_2,ПГ} = 0,9581$$

$$d_{CH_4,ПГ} = 0,5497$$

$$d_{C_3H_8,ПГ} = 1,5353$$

Пример расчета опорных значений относительной плотности приведен в Приложении В.

7.5.4 Рассчитывают пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений (далее по тексту – ВПИ) погрешности измерений ОТС и относительной плотности по цифровому индикатору и токовому выходу для каждого поверочного газа:

$$\delta_{k,ВПИ,H} = \frac{H_k - H_{k,ПГ}}{H_B} \cdot 100 \% \quad (7)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, HI} = \frac{H_{k, I} - H_{k, \text{ПГ}}}{H_B} \cdot 100 \% \quad (8)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, d} = \frac{d_k - d_{k, \text{ПГ}}}{d_B} \cdot 100 \% \quad (9)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, dI} = \frac{d_{k, I} - d_{k, \text{ПГ}}}{d_B} \cdot 100 \% \quad (10)$$

где $\delta_{\text{ВПИ}, H}$, $\delta_{\text{ВПИ}, d}$ – приведенная к ВПИ погрешность измерений ОТС и относительной плотности по цифровому индикатору;

$\delta_{\text{ВПИ}, HI}$, $\delta_{\text{ВПИ}, dI}$ – приведенная к ВПИ погрешность измерений ОТС и относительной плотности по токовому выходу.

7.5.5 Рассчитывают пределы допускаемой приведенной к ВПИ погрешности измерений числа Воббе по цифровому индикатору и токовому выходу по следующим формулам:

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, W} = \sqrt{\delta_{k, \text{ВПИ}, H}^2 + \frac{1}{4} \delta_{k, \text{ВПИ}, d}^2} \quad (11)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, WI} = \sqrt{\delta_{k, \text{ВПИ}, HI}^2 + \frac{1}{4} \delta_{k, \text{ВПИ}, dI}^2} \quad (12)$$

где $\delta_{\text{ВПИ}, W}$, $\delta_{\text{ВПИ}, WI}$ – приведенная к ВПИ погрешность измерений числа Воббе по цифровому индикатору и токовому выходу.

7.5.6 Полученные значения погрешностей сравнивают с нормируемыми значениями, установленными в Описании типа:

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, d} \leq 1,0 \% \quad (13)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, dI} \leq 1,0 \% \quad (14)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, H} \leq 0,7 \% \quad (15)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, HI} \leq 0,7 \% \quad (16)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, W} \leq 1,0 \% \quad (17)$$

$$\delta_{k, \text{ВПИ}, WI} \leq 1,0 \% \quad (18)$$

7.5.7 Результаты поверки считаются положительными при выполнении всех условий, перечисленных в п. 7.5.6.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в Приложении Б.

8.2 На анализатор, признанный годным к применению, выдают свидетельство поверки установленной формы.

8.3 При отрицательных результатах поверки выдают извещение о непригодности с указанием причин установленной формы.

8.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) на анализатор.

Приложение А (справочное)

Пример подключения средств поверки для определения метрологических характеристик анализатора по токовому выходу

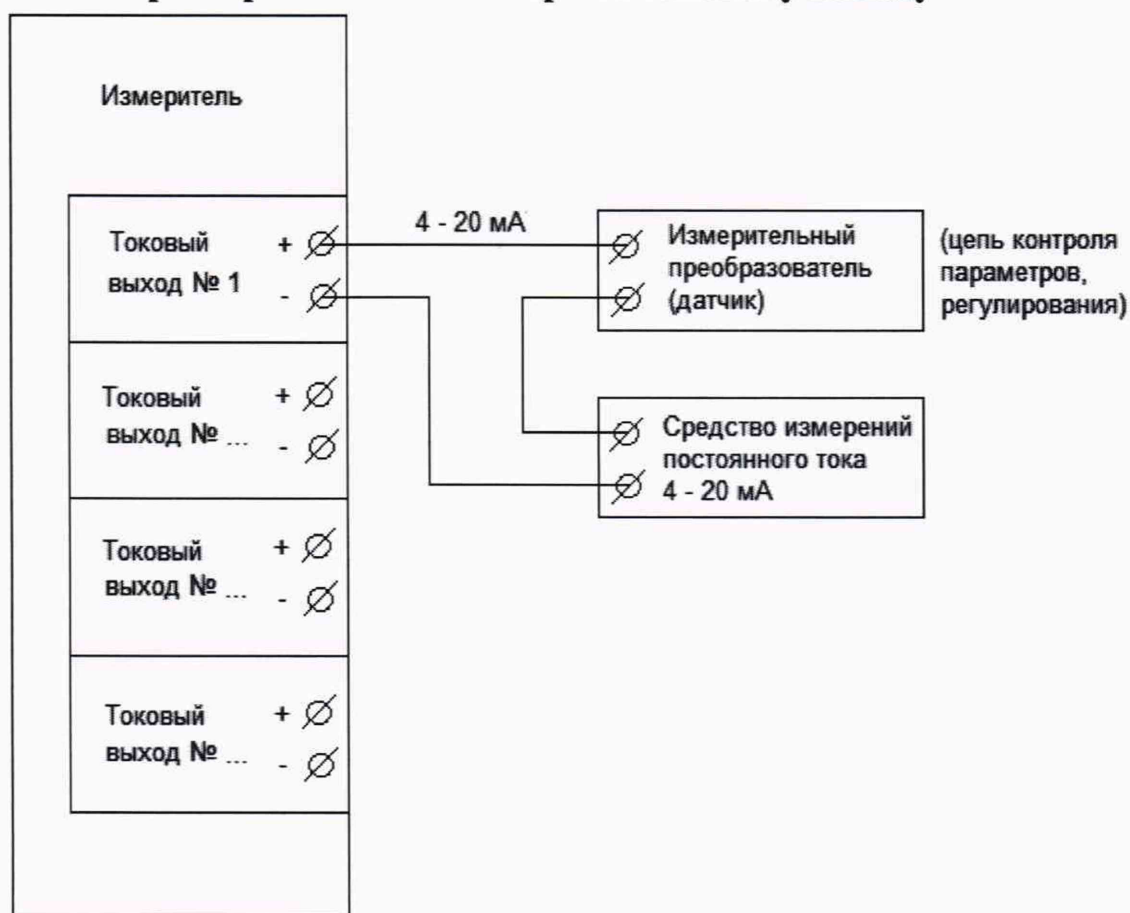


Рисунок А.1 – Пример подключения средств поверки для определения метрологических характеристик анализатора по токовому выходу

Примечание:

Поверяемый токовый выход анализатора необходимо предварительно настроить на вывод сигнала, соответствующего значению измеряемой величины (ОТС, относительная плотность, число Воббе).

№ XXX от XX. XX. 20 XX г. к свидетельству о поверке № ЛЛЛЛ/XXXX-
20XX от XX.XX.20XX г.».

Наименование прибора, тип	Анализатор числа Воббе WIM Compas
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской, серийный, инвентарный или номенклатурный номер (если имеется информация)	
Изготовитель (если имеется информация)	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (если такие имеются)	
Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	

Вид поверки первичная / периодическая

Методика поверки	МП 2414-0073-2019 «Анализаторы числа Воббе WIM Compas. Методика поверки»
------------------	--

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, ГСО в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
– температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +40	
– относительная влажность воздуха, %	не более 90	

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр _____
2. Опробование _____
3. Подтверждение соответствия ПО (при необходимости): _____
- идентификационное наименование: _____
- номер версии: _____
4. Результаты определения метрологических характеристик анализатора: _____

Таблица Б.1 – Результаты измерения ОТС поверочного газа

№ п/п	Поверочный газ	Измеренное значение объемной теплоты сгорания H , МДж/м ³	Измеренное значение токового сигнала I_H , мА	Значение измеряемой величины H_I , соответствующее I_H
1	Азот			
2	Метан			
3	Пропан			

Таблица Б.2 – Результаты измерения относительной плотности поверочного газа:

№ п/п	Поверочный газ	Измеренное значение относительной плотности, d	Измеренное значение токового сигнала I_d , мА	Значение измеряемой величины d_I , соответствующее I_d
1	Азот			
2	Метан			
3	Пропан			

Таблица Б.3 – Результаты приведения полученных значений к стандартным условиям измерений:

	Объемная теплота сгорания, МДж/м ³			Объемная теплота сгорания, МДж/м ³ (токовый выход)		
	Азот	Метан	Пропан	Азот	Метан	Пропан
Измеренное значение: температура: ____ °С, давление: ____ Па						
Значение при стандартных условиях измерений						

Таблица Б.4 – Результаты определения метрологических характеристик СИ

Наименование МХ	Значения погрешностей		Примечание
	$ \delta_{\text{ВПИ}} $, % (полученное)	$ \delta_{\text{ВПИ}} $, % (нормируемое)	
Приведенная к ВПИ погрешность измерения объемной теплоты сгорания:			
– по цифровому индикатору – по токовому выходу		0,7	Соответствует требованиям описания типа
Приведенная к ВПИ погрешность измерения относительной плотности:			
– по цифровому индикатору – по токовому выходу		1,0	… …
Приведенная к ВПИ погрешность измерения числа Воббе:			
– по цифровому индикатору – по токовому выходу		1,0	… …

5. Дополнительная информация (состояние объекта поверки, сведения о ремонте, юстировке)

Заключение: СИ (эталон) соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признано годным (не годным) к применению

На основании результатов поверки выдано:

Свидетельство о поверке № _____ от _____

Извещение о непригодности № _____ от _____

Причина непригодности _____

Поверку произвел: _____
ФИО подпись Дата

Приложение В

(обязательное)

Пример расчета относительной плотности поверочного газа по таблицам ГСССД

В.1 В качестве исходных данных для вычисления относительной плотности азота, метана и пропана использовались таблицы ГСССД 4-78 «Азот жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость при температурах 700-1500 К и давлениях 0,1-100 МПа», ГСССД 284-2013 «Таблицы стандартных справочных данных. Метан жидкий и газообразный. Термодинамические свойства, коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 91...700 К и давлениях до 100 МПа» и ГСССД 332-2017 «Таблицы стандартных справочных данных. Пропан жидкий и газообразный. Термодинамические свойства, коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 86 до 700 К и давлениях до 100 МПа»

В.2 В таблице Г.1 приведены значения абсолютных плотностей и погрешностей для азота, метана и пропана при давлении 0,1 МПа и температурах 250 и 300 К.

Таблица В.1 – Абсолютные плотности азота, метана и пропана при давлении 0,1 МПа

Т, К	Азот		Метан		Пропан	
	ρ_{N_2} , кг/м ³	$\delta\rho_{ср,N_2}$ %	ρ_{CH_4} , кг/м ³	$\delta\rho_{CH_4}$ %	$\rho_{C_3H_8}$, кг/м ³	$\delta\rho_{C_3H_8}$ %
250	1,349	0,01	0,77425	0,01	2,1832	0,02
300	1,123	0,01	0,64425	0,01	1,7961	0,01

В.3 Из табличных данных методом интерполяции для каждого поверочного газа вычисляется абсолютная плотность при температуре 20 °С (293,15 К) по формуле:

$$\rho_k^{293} = \rho_k^{250} + \frac{(293-250)}{(300-250)} \cdot (\rho_k^{300} - \rho_k^{250}), \quad (Г.1)$$

где ρ_k^{293} – абсолютная плотность k -го поверочного газа при температуре 293,15 К, кг/м³;

ρ_k^{250} – абсолютная плотность k -го поверочного газа при температуре 250 К, кг/м³;

ρ_k^{300} – абсолютная плотность k -го поверочного газа при температуре 300 К, кг/м³;

В.4 Значение абсолютной плотности воздуха реального состава приведено как константа в ГОСТ 31396-2008 «Газ природный. Вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе компонентного состава» и составляет $\rho_{air}^{293} = 1.204449$ кг/м³.

В.5 Рассчитывают опорное значение относительной плотности для каждого поверочного газа по формуле:

$$d_k^{293} = \frac{\rho_k^{293}}{\rho_{air}^{293}}, \quad (Г.2)$$

В.6 Для используемых поверочных газов опорные значения относительной плотности при температуре 20 °С (293,15 К) составляют:

$$d_{N_2}^{293} = 0,9581 \text{ кг/м}^3$$

$$d_{CH_4}^{293} = 0,5497 \text{ кг/м}^3$$

$$d_{C_3H_8}^{293} = 1,5353 \text{ кг/м}^3$$

В.7 При соблюдении требований к поверочным газам, приведенным в разделе 2 и применении вышеуказанной методики расчета, погрешность опорного значения относительной плотности не превышает 0,2 %.

Приложение Г **(справочное)**

Нормативные ссылки, термины, определения, обозначения и сокращения

Г.1 В настоящей методике применены следующие нормативные ссылки:

Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 № 2828 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2018 № 2664 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от 1·10⁻¹⁶ до 100 А»

ГОСТ 8.024–2002 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности».

ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования».

ГОСТ 12.1.007–76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

ГОСТ 949–73 «Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P_p \leq 19,6$ МПа (200 кгс/см²). Технические условия».

ГОСТ 2939–63 «Газы. Условия для определения объема».

ГОСТ 31369–2008 (ИСО 6976:1995) «Газ природный. Вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе компонентного состава».

ГОСТ Р 8.914-2016 «Государственная система обеспечения единства измерений. Калориметры газовые. Методика поверки»

ГСССД 4-78 Азот жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость при температурах 700-1500 К и давлениях 0,1-100 МПа

ГСССД 284-2013 Таблицы стандартных справочных данных. Метан жидкий и газообразный. Термодинамические свойства, коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 91...700 К и давлениях до 100 МПа

ГСССД 332-2017 Таблицы стандартных справочных данных. Пропан жидкий и газообразный. Термодинамические свойства, коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 86 до 700 К и давлениях до 100 МПа

Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 № 116 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 № 328н «Об утверждении «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»

Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 13 января 2003 года № 6 «Об утверждении «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (с изменениями на 13 сентября 2018 года).

Примечание – При пользовании настоящей методикой целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Г.2 В настоящей методике применены следующие термины с соответствующими определениями:

Г.2.1 Высшая (объемная) теплота сгорания: количество теплоты, которое может выделиться при полном сгорании в воздухе определенного объема газа таким образом, что давление p_1 , при котором протекает реакция, остается постоянным, а все продукты сгорания принимают ту же температуру t_1 , что и температура реагентов. При этом все продукты находятся в газообразном состоянии, за исключением воды, которая конденсируется в жидкость при t_1 [ГОСТ 31369, статья 2.1].

Г.2.2 Стандартные условия измерений: условия измерений, характеризующиеся нормированной температурой t_2 и давлением p_2 , принятыми за условия определения количества (объема) сжигаемого топлива.

Примечание — В Российской Федерации стандартными условиями измерений приняты $t_2 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (293,15 K), $p_2 = 101,325\text{ кПа}$ (ГОСТ 2939, ГОСТ 31369).

Г.2.3 Абсолютная плотность газа: масса газовой пробы, деленная на ее объем при определенных значениях давления и температуры [ГОСТ 31369, статья 2.3].

Г.2.4 Относительная плотность газа: абсолютная плотность газа, деленная на плотность сухого воздуха стандартного состава [ГОСТ 31369, статья 2.4].

Г.2.5 Число Воббе: значение высшей объемной теплоты сгорания при определенных стандартных условиях, деленное на квадратный корень относительной плотности при тех же стандартных условиях измерений [ГОСТ 31369, статья 2.5].

Примечание — Число Воббе — характеристика горючего газа, определяющая взаимозаменяемость горючих газов при сжигании в бытовых и промышленных горелочных устройствах, измеряется в мегаджоулях на кубический метр.

Г.3 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

СИ – средство измерений;

ПГ – поверочный газ;

ОТС – объемная теплота (энергия) сгорания;

ВПИ – верхний предел измерений;

ГМС – государственная метрологическая служба;

МХ – метрологические характеристики.

Г.4 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

$H_{ПГ}$, $d_{ПГ}$ – опорные значения высшей ОТС и относительной плотности поверочного газа, соответственно;

H_{N_2} , H_{CH_4} , $H_{C_3H_8}$ – результат измерения ОТС азота, метана и пропана соответственно;

d_{N_2} , d_{CH_4} , $d_{C_3H_8}$ – результат измерения относительной плотности (по воздуху) при стандартных условиях азота, метана и пропана соответственно;

ρ_{air} – абсолютная плотность сухого воздуха;

H_B , H_N , W_B , W_N – верхний и нижний пределы диапазонов измерений ОТС и числа Воббе (МДж/м³), соответственно;

Примечание — Указанные пределы устанавливаются исходя из специфики работы анализатора с учетом характеристик анализируемых им газов и смесей. Установка данных пределов, как правило, производится при вводе анализатора в эксплуатацию.

I_N – значения сигналов постоянного тока на токовых выходах анализатора, соответствующие измеренным значениям ОТС (мА);

I_d – значения сигналов постоянного тока на токовых выходах анализатора, соответствующие измеренным значениям относительной плотности (мА);

I_B и I_N – верхний и нижний предел унифицированного сигнала токового выхода анализатора соответственно (мА);

Примечание — $I_N = 4$ мА, $I_B = 20$ мА.

H_I – результаты измерений ОТС (МДж/м³) по токовому выходу анализатора;

d_I – результаты измерений ОТС (МДж/м³) по токовому выходу анализатора;

$\delta_{ВПИ,Н}$, $\delta_{ВПИ,d}$, $\delta_{ВПИ,W}$ – приведенная к ВПИ погрешность измерений ОТС, относительной плотности и числа Воббе, соответственно