

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП

«ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»



Ханов Н.И.

"03" февраля 2014 г.

Измерители числа Воббе 9610

Методика поверки

МП 2414-0059-2014

Руководитель лаборатории
калориметрии ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», к.т.н.

Е.Н.Корчагина

Младший научный сотрудник
лаборатории калориметрии ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

Я.В.Казарцев

Санкт-Петербург

2014

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на измерители числа Воббе 9610, выпущенные фирмой «Cosa Xentaur Corporation», США. Методика устанавливает методы и средства их первичной (при ввозе в Россию) и периодической поверки (после ремонта, при установке у потребителя и в эксплуатации).

Методика поверки предназначена для применения на предприятиях топливно-энергетического комплекса, в газовой, нефтехимической, металлургической и других отраслях промышленности.

Измерители числа Воббе 9610 (далее – измерители) предназначены для измерения в непрерывном режиме числа Воббе, объемной теплоты сгорания и относительной плотности горючих газов, включая природный газ, и отображения результатов измерений в режиме реального времени.

Интервал между поверками – 1 год.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:
ГОСТ 8.395–80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования».

ГОСТ Р 8.667–2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания (калориметров сжигания)».

ГОСТ Р 8.668–2009 «ГСИ. Теплота (энергия) сгорания объемная природного газа. Общие требования к методам измерений».

ПР 50.2.006 «Порядок проведения поверки средств измерений».

ПБ 10–115–96 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

СК 03–2414–02–2013–Т «Методика калибровки эталонных мер объемной энергии сгорания на основе газообразных углеводородов (рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов)».

«Измерители числа Воббе 9610. Руководство по эксплуатации (версия 1.4.1)» – далее РЭ.

2.2 В настоящей методике использованы следующие обозначения и сокращения:

W – число Воббе, $\text{МДж}/\text{м}^3$;

H – объемная теплота (энергия) сгорания (ОТС), $\text{МДж}/\text{м}^3$;

d – относительная плотность (*безразмерная величина*);

$ПС$ (*поверочные смеси*) – рабочие эталоны 1-го и 2-го разрядов (газовые смеси в баллонах) в соответствии с ГОСТ Р 8.667–2009 (средства поверки по п. 5.1.1);

$W_{ПС}$, $H_{ПС}$, $d_{ПС}$ – паспортные (опорные) значения (высшего/низшего) числа Воббе, ОТС и относительной плотности рабочего эталона (поверочной смеси) соответственно.

I – значение токового сигнала аналогового выхода измерителя, соответствующее

измеренному значению числа Воббе, *мА*.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Сущность метода поверки измерителей заключается в проведении измерений числа Воббе, объемной теплоты сгорания (ОТС) и относительной плотности рабочего эталона 1-го (или 2-го разряда) по ГОСТ Р 8.667, представляющего собой газовую смесь в баллоне, близкую по содержанию компонентов к рабочему газу, с аттестованными значениями объемной теплоты сгорания, числа Воббе и относительной плотности.

3.2 Рабочие эталоны 1-го и 2-го разрядов в соответствии с ГОСТ Р 8.667–2009 представляют собой поверочные смеси (ПС) в баллонах, аттестованные по значениям числа Воббе, ОТС и относительной плотности с погрешностями, указанными в Приложении А.

4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны выполняться следующие операции, указанные в табл.1.

Таблица 1 – Список операций, выполняемых при проведении поверки измерителей

Наименование операции	Номер пункта Методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Подтверждение соответствия идентификационных данных программного обеспечения (ПО)	8.2	да	да
Опробование	8.3	да	да
Определение метрологических характеристик измерителя:	8.4		
– по цифровому индикатору*	8.4.1	да	да
– по аналоговому (токовому) выходу	8.4.2	да	да**

* – значение измеряемой величины, отображаемое на мониторе измерителя.

** – при периодической поверке не проводится в случае, если аналоговый выход не используется.

4.2 Если при проведении той или иной операции в ходе поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются следующие средства поверки:

5.1.1 Рабочие эталоны 1-го и/или 2-го разрядов (поверочные смеси) в соответствии с ГОСТ Р 8.667–2009, которые выбирают из представленных в Приложении А таким образом, чтобы значения числа Воббе, ОТС и относительной плотности ПС соответствовали середине рабочего диапазона измерителя (диапазона, в котором измеритель был откалиброван).

Примечание: при заказе поверочной смеси необходимо руководствоваться спецификацией параметров калибровки измерителя, а именно: диапазоном работы, установленными условиями калибровки (по высшему или низшему числу Воббе и ОТС, температурой, к которой приводится объем горючего газа).

5.1.2 При определении погрешности измерителя по аналоговому (токовому) выходу применяют следующие электроизмерительные приборы в соответствии со схемой, приведенной в Приложении Б:

– миллиамперметр постоянного тока или мультиметр в режиме измерения постоянного тока ($4 \div 20$) мА с погрешностью не более $\pm 0,06$ %,

– мера электрического сопротивления Р331 ($100,00 \pm 0,01$) Ом, (либо многозначная мера электрического сопротивления Р3026, Р4831 или аналогичная, классом точности не менее 0,01).

5.2 Средства поверки, указанные в п. 5.1, должны иметь действующие свидетельства (паспорта, аттестаты) о поверке.

Калибровка рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов (поверочных смесей) проводится в соответствии с документом СК 03–2414–02–2013–Т с выдачей свидетельства о калибровке. К баллону с поверочной смесью также должен прилагаться формуляр (паспорт) газовой смеси.

6 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

6.1 Поверку измерителей числа Воббе 9610 может проводить сотрудник органа ГМС, юридического лица или метрологического института, аккредитованного на право поверки СИ. Проводящий испытания должен быть аттестован по специализации «Поверка и калибровка средств измерений» и ознакомлен с документом «Измерители числа Воббе 9610. Руководство по эксплуатации (версия 1.4.1)».

6.2 Измерители поверяют на их рабочих местах.

6.2.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, указанные в табл. 2.

Таблица 2 – Условия при поверке измерителей

температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +45
относительная влажность воздуха, не более, %	90
атмосферное давление, кПа	от 70 до 120
напряжение питания сети, В	$220^{+10\%}_{-15\%}$
частота сети, Гц	50 ± 1

6.2.2 При проведении поверки должны отсутствовать внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работоспособность измерителя, вибрация, тряска, удары.

6.2.3 На измерителе, проходящем поверку, в установленные для этого сроки должна быть проведена калибровка (построена и уточнена калибровочная зависимость в рабочем диапазоне измерений, см. РЭ – п. 1.3).

6.2.4. Параметры электропитания, давление и расход газа на входе измерителя, условия, в которых эксплуатируется измеритель, должны соответствовать требованиям Руководства по эксплуатации.

6.3 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

6.3.1 Проводят чистку металлического шкафа, в котором размещен измеритель, от пыли, механических загрязнений, выполняют регламентные работы, указанные в РЭ.

6.3.2 Предварительно прогревают измеритель в рабочем режиме не менее 60 мин.

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Запрещается работать с измерителями при отсутствии защитного заземления. Заземление должно быть выполнено в соответствии с “Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей” (Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.01.2000 г. № 4145).

7.3 При эксплуатации измерителя необходимо соблюдать правила безопасности обращения с установками напряжением до 1000 В.

7.4 При проведении поверки должны быть соблюдены “Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей” (Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.01.2000 г. № 4145), “Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей” (Утверждены Главгосэнергонадзором 21.12.1984 г.).

7.5 Работу с баллонами, содержащими газовые смеси под давлением, необходимо проводить в соответствии с “Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением”.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1. При внешнем осмотре устанавливают:

- отсутствие внешних повреждений и загрязнений, влияющих на работоспособность измерителя;
- отсутствие повреждений, трещин, разрывов трубопроводов, патрубков и прочих соединительных элементов газовой подводки;
- комплектность и маркировку измерителя, отвечающую требованиям РЭ;
- исправность органов управления, настройки и коррекции;
- наличие заземления на блоках, имеющих заземляющий контакт;
- наличие средств поверки в соответствии с п. 5.1.

8.1.2 Измерители, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

8.2 Подтверждение соответствия идентификационных данных ПО

8.2.1 Для подтверждения соответствия ПО измерителя необходимо сверить наименование и номер версии встроенного ПО, а также заводской номер измерителя, отображающийся на дисплее, с номером, нанесенном на корпус прибора.

8.2.2 Номер версии встроенного ПО отображается на дисплее в окне "About" (пункт "Software Revision").

8.2.3 Заводской номер измерителя отображается на дисплее в окне "About" (пункт "Model Number").

*Наименование ПО – "9610 Software" (надпись "COSA 9610" в правом верхнем углу дисплея);
Номер версии – "3.0.5.0".*

8.2.4 При несовпадении номеров версий (кроме случаев обновления ПО, официально подтвержденных Изготовителем) измеритель дальнейшей поверке не подлежит.

8.2.5 При несовпадении заводского номера, отображающегося на дисплее, с номером, нанесенным на корпус, измеритель дальнейшей поверке не подлежит.

8.3 Опробование

8.3.1 К пробоотборной системе измерителя подключают баллон с поверочной смесью, проверяют герметичность магистрали подвода газа (РЭ, п. 3.1).

8.3.2 Производят подачу ПС в пробоотборную систему.

8.3.2 Проверяют общее функционирование и работоспособность измерителя в соответствии с РЭ. Проводят проверку контролируемых параметров. В режиме измерений проверяют наличие и правильность показаний на дисплее измерителя (РЭ, п. 3.2).

8.3.3 После подачи ПС в пробоотборную систему необходимо выждать не менее 5 мин. перед снятием показаний прибора. Это необходимо для заполнения пробоотборной системы газовой смесью и стабилизации показаний измерительной системы прибора.

8.4 Определение метрологических характеристик измерителя:

8.4.1 При измерении параметров газа по цифровому индикатору

8.4.1.1 По завершении продувки газовой магистрали (п. 8.3.3) проводят последовательные измерения (нижнего или высшего) числа Воббе (W), (низшей или высшей) ОТС (H) и относительной плотности (d) поверочной смеси, отображаемые на дисплее измерителя. Вносят данные в соответствующие графы протокола измерений (Приложение В).

8.4.1.2 Повторяют измерения с периодичностью порядка 1-й минуты.

8.4.1.3 Получают 3 серии по 5 значений ($W_1...W_5$; $H_1...H_5$; $d_1...d_5$) каждого из параметров поверочной смеси.

8.4.1.4 Рассчитывают модули отклонений полученных значений от опорного значения в каждой серии параметров ПС:

$$\Delta W_n = |W_n - W_{пс}|; \Delta H_n = |H_n - H_{пс}|; \Delta d_n = |d_n - d_{пс}|, n=5, \quad (1)$$

где $W_{пс}$, $H_{пс}$, $d_{пс}$ – паспортные (опорные) значения числа Воббе, ОТС и относительной плотности поверочной смеси, МДж/м³.

8.4.1.5 Выбирают наибольшие отклонения ΔW_{max} , ΔH_{max} , Δd_{max} от опорных значений для каждого из параметров поверочной смеси.

8.4.1.6 Приведенные к верхнему пределу измерений (ВПИ) погрешности измерений числа Воббе и ОТС определяют по следующим формулам:

$$\delta_W = \frac{\Delta W_{max}}{W_{верх}} \cdot 100\%, \quad (2a)$$

$$\delta_H = \frac{\Delta H_{max}}{H_{верх}} \cdot 100\%, \quad (26)$$

где $H_{верх}$ – верхний предел измерений, МДж/м³.

8.4.1.7 Относительную погрешность измерения относительной плотности поверочной смеси определяют по формуле:

$$\delta_d = \frac{\Delta d_{max}}{d_{пс}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

8.4.1.8 Измеритель числа Воббе 9610 считается прошедшим поверку, если соблюдены условия:

$$\delta_W \leq 1,0\%; \delta_H \leq 1,0\%; \delta_d \leq 0,6\% \quad (4)$$

8.4.2 При измерении числа Воббе по аналоговому (токовому) выходу

8.4.2.1 При проведении поверки измерителя с использованием токового выхода алгоритм действий аналогичен п. 8.4.1 с той разницей, что в ходе опыта получают значение токового сигнала, соответствующее значению числа Воббе исследуемой поверочной смеси.

Примечание: определение приведенной к ВПИ погрешности измерения числа Воббе в ходе поверки аналогового выхода является достаточным, поскольку в измерителях 9610 реализован косвенный метод измерений, и 3 измеряемых параметра (число Воббе, ОТС и относительная плотность газовой смеси) являются расчетными величинами и связаны между собой функциональной зависимостью.

8.4.2.2 Допускается проведение поверки аналогового выхода одновременно с поверкой по цифровому индикатору.

8.4.2.3 При отсутствии возможности подключения к аналоговому выходу (например, при работе измерителя в режиме непрерывного контроля параметров производства, цепях регулирования, вследствие невозможности остановки технологического процесса и т.д.) допускается проведение поверки с использованием оборудования (по п. 5.1.2), размещенного на предприятии. Оборудование должно быть подключено в одну цепь (регулирования, измерения),

с самим измерителем, обеспечивать определение метрологических характеристик с требуемой (по п. 5.1.2) точностью, иметь действующие свидетельства о поверке (калибровке).

8.4.2.4 При отсутствии возможности подключения к действующему аналоговому выходу, допускается измерение сигналов любого из незадействованных выходов. При этом поверяемый аналоговый выход должен быть предварительно запрограммирован на вывод показаний числа Воббе.

Примечание: номер поверяемого аналогового выхода вносится в протокол поверки.

8.4.2.5 Проводят подключение электроизмерительных приборов (по п. 5.1.2) в соответствии с электрической схемой, приведенной в приложении Б.

8.4.2.6 С периодичностью порядка 1-й минуты на дисплее мультиметра фиксируют 5 показаний токового сигнала, соответствующих измеренному значению числа Воббе. Серию из 5 значений токового сигнала ($I_{W1}...I_{W5}$) вносят в соответствующие графы протокола измерений (Приложение В).

8.4.2.7 Для каждого из значений I_{Wn} рассчитывают значение числа Воббе, соответствующее токовому сигналу аналогового выхода измерителя:

$$W_{In} = X_n + (X_e - X_n) \cdot \frac{I_{Wn} - I_n}{I_e - I_n}, n=5, \quad (5)$$

где X_e – верхний предел диапазона измерений числа Воббе, МДж/м³; X_n – нижний предел диапазона измерений числа Воббе, МДж/м³; I_e – верхний предел токового сигнала, мА; I_n – нижний предел токового сигнала, мА.

8.4.2.8 Рассчитывают модули отклонений полученных значений от опорного значения числа Воббе $W_{ПС}$:

$$\Delta W_{In} = |W_{In} - W_{ПС}|, n=5, \quad (6)$$

8.4.2.9 Выбирают наибольшее отклонение ΔW_{Imax} , от опорного значения числа Воббе поверочной смеси.

8.4.2.10 Рассчитывают приведенную к ВПИ погрешность измерения числа Воббе по формуле (2а) пункта 8.4.1.6. Проверяют условие пригодности измерителя:

$$\delta_{WI} \leq 1,0 \% \quad (7)$$

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты определения метрологических характеристик измерителя (при измерении числа Воббе, ОТС и относительной плотности) вносят в протокол, форма которого приведена в Приложении В.

9.2 Результаты поверки считают положительными, если выполнены условия пригодности: (4) (по п. 8.4.1.8) и (7) (по п. 8.4.2.10).

9.3 Результаты поверки оформляют в соответствии с ПР 50.2.006. Положительные

результаты оформляют свидетельством о поверке. На измеритель, признанный непригодным к применению, выдают извещение о непригодности с указанием причин.

**Характеристики
рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов**

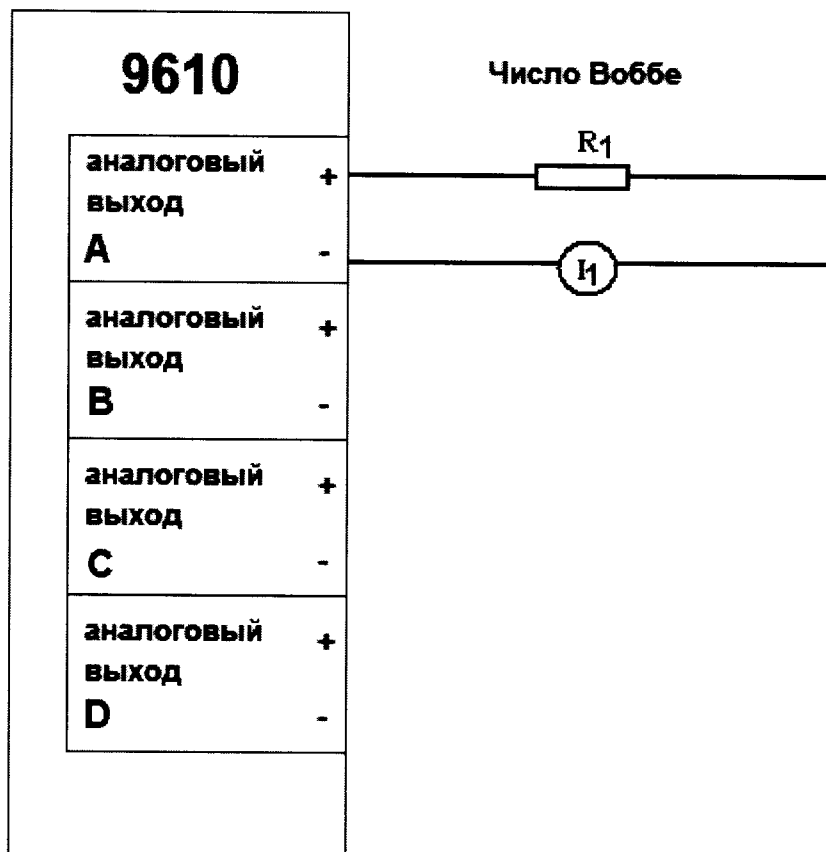
по ГОСТ Р 8.667–2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания (калориметров сжигания)».

Диапазон нижней объемной теплоты сгорания, МДж/м ³ (Мкал/м ³)	Границы относительной погрешности значения объемной теплоты сгорания (P = 0,95), %	Диапазон нижнего числа Воббе, МДж/м ³ (Мкал/м ³)	Границы относительной погрешности значения числа Воббе (P = 0,95), %	Диапазон абсолютной плотности (T = 293,15 K), кг/м ³	Границы относительной погрешности значения плотности (P = 0,95), %	Компонентный состав
33,43 (7,98) (номинальное значение)	±0,1	44,88 (10,72) (номинальное значение)	±0,1	0,668 (номинальное значение)	±0,2	CH ₄
10,1 ÷ 14,6 (2,4 ÷ 3,5)	±0,3	11,0 ÷ 16,4 (2,6 ÷ 3,9)	±0,5	1,015 ÷ 0,948	±0,3	CH ₄ , N ₂
14,7 ÷ 18,0 (3,5 ÷ 4,3)	±0,3	16,9 ÷ 20,9 (4,0 ÷ 5,0)	±0,5	0,946 ÷ 0,897	±0,3	CH ₄ , N ₂
18,1 ÷ 28,0 (4,3 ÷ 6,7)	±0,3	21,0 ÷ 35,5 (5,0 ÷ 8,5)	±0,5	0,896 ÷ 0,749	±0,3	CH ₄ , N ₂
28,1 ÷ 33,4 (6,7 ÷ 8,0)	±0,3	35,7 ÷ 44,8 (8,5 ÷ 10,7)	±0,5	0,747 ÷ 0,669	±0,3	CH ₄ , N ₂
33,5 ÷ 45,9 (8,0 ÷ 11,0)	±0,3	34,0 ÷ 46,5 (8,1 ÷ 11,1)	±0,5	1,170 ÷ 1,173	±0,3	C ₂ H ₄ , N ₂
46,0 ÷ 55,4 (11,0 ÷ 13,2)	±0,3	46,6 ÷ 56,1 (11,1 ÷ 13,4)	±0,5	1,173 ÷ 1,176	±0,3	C ₂ H ₄ , N ₂
2,9 ÷ 10,0 (0,7 ÷ 2,4)	±0,4	2,9 ÷ 15,0 (0,7 ÷ 3,6)	±0,5	1,090 ÷ 0,522	±0,3	CH ₄ , CO, CO ₂ , H ₂ , N ₂

Примечание: объем газа приведен к температуре 293,15 К и давлению 101325 Па;

границы относительной погрешности при доверительной вероятности (P = 0,95) соответствуют границам расширенной неопределенности с коэффициентом охвата (k = 2).

Схемы подключения выходного токового сигнала $4 \div 20$ мА
к контактам аналогового выхода измерителя числа Воббе 9610



I_1 – миллиамперметр/мультиметр в режиме измерения постоянного тока ($4 \div 20$) мА

R_1 – нагрузочное сопротивление $50 \div 300$ Ом

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Все подключения производить в обесточенном состоянии (при отключенном измерителе и измерительных приборах).
2. Оборудование может быть заменено аналогичным, обеспечивающим требуемую точность и пределы измерений.

Форма Протокола поверки № _____

Поверка проведена в соответствии с нормативным документом
МП 2414–0059–2014 "Измерители числа Воббе 9610. Методика поверки".

1. Средство измерений (СИ) – измеритель числа Воббе 9610,
заводской номер № _____, принадлежащий _____.

2. Средства поверки:

2.1 <Поверочная смесь (ПС) – рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГОСТ Р 8.667–2009>,

Баллон № _____, объем _____ дм^3 , давление _____ МПа.
Паспорт/свидетельство о калибровке № _____, от _____
выдан _____, срок годности _____.

<Метрологические характеристики ПС>:

$W^* = \text{_____} \pm \text{_____} \text{ МДж/м}^3$; $H^* = \text{_____} \pm \text{_____} \text{ МДж/м}^3$; $d^* = \text{_____} \pm \text{_____}$;
* – указать, высшее или низшее значение, к какой температуре и давлению приведен объем ПС.

2.2 <Наименование СИ для определения МХ по аналоговому (токовому) выходу >,
зав. № _____,
свидетельство о поверке № _____, выдано _____,
дата очередной поверки _____.

<Основные технические и метрологические характеристики СИ>

3. Условия проведения поверки:

- температура, $^{\circ}\text{C}$ _____
- атмосферное давление, Па _____
- относительная влажность, % _____

4. Результаты поверки:

4.1 Результаты внешнего осмотра: _____

4.2 Подтверждение соответствия ПО: _____

4.3 Результаты измерения параметров ПС по цифровому индикатору:

Номер измерения n	Число Воббе* W_n , МДж/м ³	Объемная теплота сгорания* H_n , МДж/м ³	Относительная плотность* d_n
1			
2			
3			
4			
5			
Наибольшее из отклонений $\Delta W_{\max}, \Delta H_{\max}, \Delta d_{\max}$			
Верхний предел измерений, МДж/м ³			
Нижний предел измерений, МДж/м ³			

* – указать, высшее или низшее значение, к какой температуре и давлению приведен объем газа

4.4 Результаты измерения параметров ПС по аналоговому (токовому) выходу:

Аналоговый выход №: _____ .

Номер измерения n	Значение токового сигнала I_{Wn} , мА	Значение числа Воббе W_{In} , МДж/м ³ соответствующее I_{Wn}
1		
2		
3		
4		
5		
Наибольшее из отклонений ΔW_{Imax} , МДж/м ³		
Верхний предел токового сигнала, мА		
Нижний предел токового сигнала, мА		

4.5 Результаты определения метрологических характеристик СИ:

Наименование МХ	Значения погрешностей		Примечание
	δ , % (полученное)	$\delta_{\text{норм.}}$, % (нормируемое)	
Приведенная к ВПИ погрешность измерения числа Воббе:			
– по цифровому индикатору		1,0	<Соответствует требованиям МП 2414–0059–2014>
– по аналоговому выходу		1,0	
Приведенная к ВПИ погрешность измерения объемной теплоты сгорания		1,0	
Относительная погрешность измерения относительной плотности		0,6	

4.6 Погрешности цифрового индикатора и аналогового выхода СИ при измерении числа Воббе, объемной теплоты сгорания и относительной плотности не превышают допустимых значений.

5 Измеритель числа Воббе 9610 (зав. № _____) <годен / не годен> к применению в качестве средства измерений.

Поверитель:

Дата поверки: