

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://cosa.nt-rt.ru/> || [cs0@nt-rt.ru](mailto:cs0@nt-rt.ru)

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Измерители числа Воббе 9610

#### Назначение средства измерений

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.

#### Описание средства измерений

Принцип работы измерителей основан на расчете стехиометрического соотношения газ/воздух, при котором осуществляется полное сгорание исследуемой газовой смеси. В основе метода лежит измерение концентрации остаточного воздуха в продуктах сгорания газовой смеси.

При подаче необходимого количества воздуха происходит полное сгорание газа. При сгорании газа с избыточным количеством воздуха в продуктах сгорания будет содержаться остаточный кислород из воздуха, не участвовавший в горении. Содержание кислорода в воздухе принимается за константу, а именно 20,95 %.

При изменении числа Воббе исследуемого газа одновременно изменится и необходимое стехиометрическое соотношение количества исходного и остаточного воздуха в продуктах сгорания. Число Воббе рассчитывается путем измерения концентрации кислорода в отработанном газе после калибровки по двум газовым смесям с известным числом Воббе. Другие измеряемые параметры (объемная теплота сгорания и относительная плотность газа) являются расчетными величинами и связаны между собой функциональной зависимостью.

Работа приборов основана на измерении электродвижущей силы (ЭДС) гальванического элемента (датчика концентрации кислорода), представляющего собой ячейку, изготовленную из оксида циркония. Внутренняя поверхность ячейки граничит со смесью сжигаемого газа с воздухом, а наружная – с газовой смесью, образовавшейся после каталитического сгорания горючих компонентов.

ЭДС датчика концентрации кислорода в соответствии с уравнением Нернста связана с соотношением начальной концентрации кислорода в смеси сжигаемого газа с воздухом и конечной концентрации кислорода в газовой смеси, образовавшейся после каталитического сгорания горючих компонентов.

Смесь воздуха и газа подается в печь измерителя и на первом этапе сжигается под воздействием катализаторов при поддерживаемой температуре 812 °С. На втором этапе смесь, уже превратившаяся в топливный газ, содержащий избыточный кислород, взаимодействует с датчиком концентрации кислорода.

При температуре выше 600 °С ионы кислорода ( $O_2$ ) в решетке из оксида циркония ( $ZrO_2$ ) мигрируют в свободные узлы. Фиксируя пористые электроды платины (Pt) на обеих сторонах  $ZrO_2$ , молекулы  $O_2$  посредством диффузии и приема двух электронов от электрода Pt, проникают в  $ZrO_2$ . Ионы  $O_2$  мигрируют к другим электродам, и превращаются в молекулы газообразного кислорода при потере двух электронов. ЭДС данного процесса проявляется в виде разности потенциалов между электродами датчика концентрации кислорода.

Конструктивно измеритель выполнен в виде закрытого металлического шкафа (напольного, либо настенного исполнения), в котором расположены следующие блоки:

- отделение печи;
- отделение электроники;
- пробоотборная система (ПОС).

Блоки измерителя располагаются в отдельных секциях шкафа и снабжены запирающимися дверцами для предотвращения несанкционированного вмешательства в работу прибора.

По желанию заказчика измерители 9610 могут быть изготовлены во взрывозащищенном исполнении (мод. 9610А). При этом измеритель опционально комплектуется продувочной системой избыточного давления, исключающей возможность попадания горючих газов в закрытый корпус прибора.



Рис. 1 Внешний вид измерителя числа Воббе 9610

### Программное обеспечение

Измерительная система прибора функционирует на основе персонального компьютера с установленным на нем специальным программным обеспечением (ПО), обеспечивающим его работу. ПО является неотъемлемой частью прибора.

Программное обеспечение измерителей выполняет функции сбора, обработки, представления, хранения и передачи измерительной информации, управляет режимами работы измерителей, осуществляет непрерывный контроль параметров.

Для быстрого предоставления результатов измерений и других данных измерители предоставляют пользователю дружелюбный интерфейс и возможность графической формы отображения данных. Управление приборами, контроль их работы и редактирование параметров осуществляется через дисплей и клавиатуру персонального компьютера, расположенных в отделении электроники.

Идентификационные данные программного обеспечения (ПО)

Наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
9610 Software	3.0.5.0	0xA82162F1	CRC32

В соответствии с разделом 2.6 МИ 3286–2010 уровень защиты программного обеспечения СИ от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С».

Влияние ПО на результаты измерений учтено при нормировании метрологических характеристик СИ.

### Метрологические и технические характеристики

Наименование	Значение
Диапазоны измерений числа Воббе и объемной теплоты сгорания (ОТС), МДж/м <sup>3</sup>	верхний предел измерений (ВПИ) – свободно выбираемый из диапазона от 1 до 95 МДж/м <sup>3</sup> , нижний предел – от 50 до 100 % от ВПИ
Пределы допускаемой приведенной к ВПИ погрешности измерений числа Воббе и ОТС в диапазоне от 1 до 95 МДж/м <sup>3</sup>	±1,0
Диапазон измерений относительной плотности	от 0,1 до 3,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения относительной плотности, %	±0,6
Напряжение питания переменного тока, В	220 <sup>+10</sup> <sub>-15</sub>
Частота, Гц	50 ± 1
Время отклика T <sub>90</sub> , с	5
Расход воздуха, л/мин	10
Расход горючего газа, л/мин	1
Потребляемая электрическая мощность, В·А, не более	430
Габаритные размеры, мм, не более – высота – ширина – глубина	1000 1000 400
Масса измерителя, кг, не более	150
Срок службы, лет	10
Средняя наработка на отказ, ч	25000
Условия эксплуатации: – диапазон температуры окружающего воздуха, °С – диапазон атмосферного давления, кПа – относительная влажность, %, не более	от +5 до +45 от 70 до 120 90
Аналоговые выходы	4 выхода 4 – 20 мА
Маркировка взрывозащиты	1Ex d ib px [ib] IIC T3 Gb X

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации методом компьютерной графики и на боковую поверхность корпуса измерителя в виде наклейки.

## Комплектность средства измерений

Комплект поставки определяется заказом и отражается в спецификации.

Основной комплект поставки измерителя числа Воббе 9610 включает:

- измеритель 9610;
- руководство по эксплуатации;
- методика поверки МП 2414–0059–2014;
- комплект запасных частей и принадлежностей;
- калибровочные газы (2 баллона).

## Поверка

осуществляется по документу МП 2414–0059–2014 «Измерители числа Воббе 9610. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 03 февраля 2014 г.

Основные средства поверки: рабочие эталоны 1-го и 2-го разрядов в соответствии с ГОСТ Р 8.667–2009 – газовые смеси, аттестованные по теплоте (энергии) сгорания, числу Воббе и относительной плотности.

## Сведения о методиках (методах) измерений

изложены в документе «Измерители числа Воббе 9610. Руководство по эксплуатации (версия 1.4.1)».

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям числа Воббе 9610

1. ГОСТ Р 8.667–2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания (калориметров сжигания)».
2. ГОСТ Р 8.668–2009 «ГСИ. Теплота (энергия) сгорания объемная природного газа. Общие требования к методам измерений».
3. ГОСТ 8.024–2002 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности».
4. ГОСТ 17310–2002 «Газы. Пикнометрический метод определения плотности».
5. Техническая документация фирмы изготовителя.

## Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

выполнение государственных учетных операций

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижегород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93