

## **АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

УДК 543.082.08

### **ПЕРЕНОСНОЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПЫЛЕМЕР ВОГ – 2**

*Максименко Ю.Н., Мазан Е.Г., Тимин А.К., ЗАО «Всеукраинский НИИ аналитического приборостроения» (ЗАО «Укрналит»), г.Киев, Украина*

*Приведена конструкция, принцип действия, основные технические характеристики переносного оптического пылемера ВОГ-2. Представлена функциональная схема прибора. Подробно описана работа пылемера. Описаны особенности эксплуатации прибора. Технические решения прибора защищены патентом Украины.*

**Ключевые слова:** пылемер, прибор, эксплуатация.

#### **Введение. Постановка задачи**

Огромное число источников токсичных выбросов предприятий Украины определяет необходимость создания переносных приборов измерения концентрации выбрасываемых в атмосферу токсичных газов и пыли.

До сегодняшнего дня отечественных переносных пылемеров не разрабатывалось и не выпускалось ни одним предприятием Украины. Поэтому, разработка и выпуск первого отечественного переносного пылемера является актуальным и своевременным событием.

В мировой практике имеется небольшое количество переносных пылемеров, выпускаемых в разных странах. Так, фирма Sick (Германия) выпускает переносную систему для измерения запыленности Gravimat SHC 500 [1]. Она состоит из зонда диаметром 62 мм и длиной от 500 до 1500 мм, контрольно-измерительного блока размером 310x420x290 мм и ноутбука с программным обеспечением. Принцип измерений – гравиметрический. Система используется для калибровки и поверки оптических пылемеров.

В России Смоленское ФГУП «Аналитприбор» выпускает переносной измеритель концентрации взвешенных частиц – ИКВЧ – П [2]. Он состоит из моноблока оптического канала размером 233x180x335 мм с насадками (зонд 105x105x335 мм) и сетевого адаптера. Принцип измерений – оптический. Погрешность измерения оптической плотности в диапазоне измерений (0-2) Б составляет  $\pm 2\%$ , а погрешность измерения массовой концентрации пыли определяется погрешностью аттестации средства измерения при калибровке и поверке прибора.

#### **Назначение и область применения ВОГ-2**

В течение 2009 года в ЗАО «Укрналит» разработан переносной измеритель оптической плотности ВОГ-2, предназначенный для контроля оптической плотности пылегазовой среды и массовой концентрации взвешенных частиц (пыли) в дымовых газах.

Основные области применения – инспекционный контроль содержания пыли в выбросах ТЭС, котлоагрегатов; измерение концентрации пыли в технологиче-

ских процессах; мониторинг окружающей среды [3]. Комплексное измерение концентрации токсичных газов и пыли в выбросах предприятий делает эти измерения полными и соответствующими действующим нормативам [4].

### Конструкция, принцип действия прибора

Принцип действия измерителя ВОГ-2 (рис. 1, рис.2) заключается в измерении изменения значения оптического сигнала, прошедшего от излучателя до фотоприемника при отсутствии и наличии пыли [5].

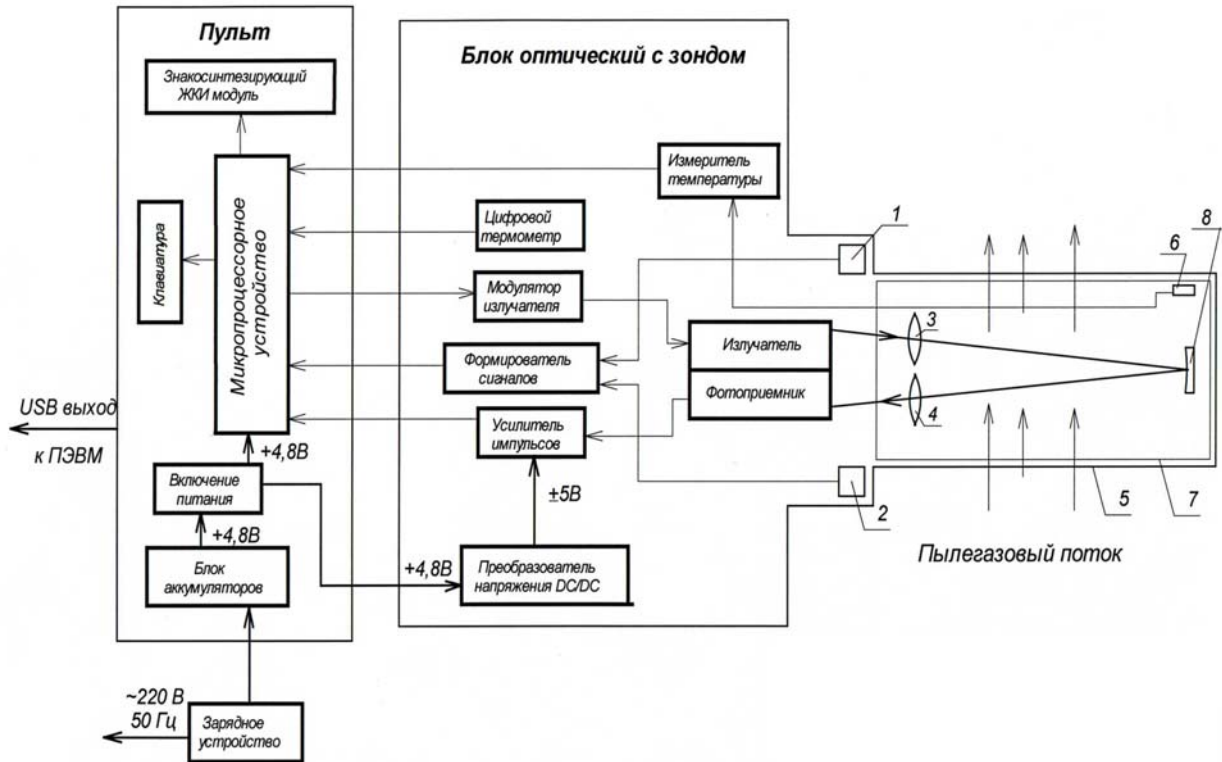


Рис. 1. Схема функциональная измерителя ВОГ-2, где: 1, 2 – датчики положения трубы-заслонки; 3 – линза-коллиматор; 4 – линза-объектив; 5 – зонд; 6 – датчик температуры; 7 – поворачиваемая заслонка; 8 – отражатель

Измеритель состоит из блока оптического размером 115x65x70 мм с зондом диаметром 30 мм и длиной 600 мм, пульта размером 178x77x35 мм и зарядного устройства (рис.2).

Блок оптический содержит в себе излучатель, фотоприемник, модулятор излучателя, формирователь сигналов, усилитель, преобразователь  $+5V \rightarrow \pm 5V$ , цифровой термометр, измеряющий температуру внутри блока оптического, измеритель температуры в газоходе, датчик которой находится в конце зонда. В конце зонда также установлено сферическое зеркало. Зонд содержит в себе заслонку, перекрывающую поток газа через прибор.

В пульте расположены: блок аккумуляторов с выключателем питания, знакосинтезирующий двухрядный 16-ти разрядный ЖКИ модуль, четыре кнопки

для общения с микропроцессорным устройством, USB – разъем с портом обмена данными и контактами для зарядки аккумуляторной батареи.



Рис. 2. Внешний вид и комплект поставки пылемера ВОГ-2

Прибор работает следующим образом.

Микропроцессорное устройство формирует импульсы частотой 1 кГц, которые через модулятор подаются на светодиод, излучающий в узкой полосе вблизи 0,63 нм. Рабочая полоса длин волн, которые излучает светодиод, выбрана такой, чтобы в ней отсутствовало какое-либо поглощение кроме поглощения от наличия пыли в исследуемом газовом потоке. Излучение от светодиода собирается линзой и направляется на сферическое зеркало, отраженный сигнал от которого собирается второй линзой на приемной площадке фотоприемника. Сигнал с фотоприемника через усилитель подается на аналоговый вход микропроцессорного устройства. Сигналы с выходов датчиков положения заслонки (открыта или закрыта) через формирователь сигналов подаются на цифровые входы микропроцессора.

При включении пылемера, помещенного в газоход, причем так, чтобы прорези в зонде совпадали с направлением исследуемого потока газа, а заслонка зонда – закрыта, после его непродолжительного прогрева, в память микропроцессора записывается значение  $I_0$ . Это значение  $I_0$  используется при дальнейших измерениях в качестве значения сигнала при отсутствии пыли в измерительном канале. После открытия заслонки и установления показаний прибора с фотоприемника считывается значение сигнала  $I_u$ .

Далее рассчитывается значение оптической плотности анализируемого газового потока по формуле (1) и концентрации пыли по формуле (2):

$$D_u = \lg \frac{I_0}{I_u}, \quad (1)$$

$$C = \alpha \cdot \beta(T) \cdot C_M \cdot \frac{D_u}{D_M}, \quad (2)$$

где:  $\alpha$  - эмпирический коэффициент, зависящий от свойств, проходящих через пылемер частиц пыли;

$\beta(T)$  - эмпирический коэффициент, определяемый условиями измерения и  $\beta_1 = I$  в момент считывания первого сигнала с фотоприемника  $I_{u_1}$ , при соответствующей температуре  $T_{u_1}$ , а при дальнейших измерениях - значение  $\beta_i$  устанавливается пропорционально текущей температуре  $T_{u_i}$ ;

$m$  - индекс, соответствующий калибровке пылемера «массовым» методом, а  $D_m$  и  $C_m$  - соответственно значение оптической плотности калиброванного потока газа и концентрации пыли в этом потоке;

$D_u$  - оптическая плотность исследуемого потока газа.

В результате того, что зондирующий луч при всех режимах работы прибора проходит один и тот же путь, а также в связи с введением коэффициентов  $\alpha$ ,  $\beta$  показания пылемера остаются стабильными в течение длительного периода.

В таблице приведены основные технические характеристики прибора.

Таблица - Основные технические характеристики переносного пылемера ВОГ-2

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон измерения оптической плотности	(0-2) Б
Диапазон измерения концентрации пыли	(0-5) г/м <sup>3</sup>
Предел основной допускаемой приведенной погрешности измерений оптической плотности	± 2 %
Предел допускаемого времени установления выходного сигнала	≤ 20 с
Номинальная цена единицы наименьшего разряда показаний индикатора прибора: - оптической плотности - массовой концентрации пыли	0,01Б 0,001 г/м <sup>3</sup>
Время прогрева	9 мин
Номинальная мощность, потребляемая прибором	0,6 ВА
Напряжение аккумуляторной батареи SAFT	4,8 В
Емкость аккумуляторной батареи	1700 мАч
Средняя наработка на отказ	15000 ч
Полный средний срок службы	8 лет

### Особенности эксплуатации прибора

Пылемер ВОГ-2 очень удобен в эксплуатации. Наличие встроенного микропроцессорного устройства позволяет, с одной стороны, просто проводить измерения в полуавтоматическом режиме, пользуясь всего двумя подсказками прибора, а с другой стороны – возможности служебного меню микропроцессора настолько широкие, что изменить в работе прибора можно практически любой его параметр. При включении прибора его первая подсказка оператору: «записать номер измерения». Далее прибор работает автоматически до второй подсказки: «прогрев окончен, открыть заслонку». Выполнив эти операции, оператору оста-

ется подождать некоторое время. Измерения проводятся автоматически, а результаты записываются в память прибора по заранее заданному алгоритму.

### **Выводы**

Разработанный переносной пылемер ВОГ-2 по своим эксплуатационным и техническим характеристикам соответствует лучшим приборам подобного класса и назначения, а по некоторым характеристикам даже превосходит их.

Технические решения прибора защищены патентом Украины [5]. При выпуске каждый образец прибора проходит Государственную метрологическую аттестацию.

В дальнейшем запланированы исследования по созданию автоматического переносного пылемера для непрерывного контроля концентрации пыли, выбрасываемой в атмосферу промышленными предприятиями.

### **Литература**

1. Переносная система для измерения запыленности Gravimat SHC 500. Проспект фирмы Sick, Германия.
2. Измеритель концентрации взвешенных частиц ИКВЧ-П. Руководство по эксплуатации ИБЯЛ.416143.001 РЭ. Смоленское ФГУП «Аналитприбор», Россия.
3. Глушаев В.В. Контроль загрязняющих атмосферу выбросов промышленных предприятий / В.В. Глушаев, Ю.Н. Максименко // Структурна перебудова та екологізація економіки в контексті переходу України до збалансованого розвитку. Матеріали Українського екологічного конгресу. 10-11 грудня 2009 р. – Київ. – 2009. - С.88 - 90.
4. Нормативный документ СОУ-Н МПЕ 40.1.02.307:2005 «Установки спалювання на теплових електростанціях та котельнях. Організація контролю за викидами в атмосферу».– ОЕП ГРІФРЕ.– Київ, 2005. – 23 с.
5. Пат. 47024 Україна. Переносний оптичний пиловимірювач / Максименко Ю.М., Мазан Є.Г., Тімін О.К., Дашковський О.А.; Опубл. 11.01.2010, Бюл. № 1.

**Ю. М. Максименко, Є. Г. Мазан, О. К. Тімін**

**ПЕРЕНΟΣНИЙ ОПТИЧНИЙ ПИЛОВИМІРЮВАЧ ВОГ-2**

*ЗАТ «Всеукраїнський НДІ аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»)*, м. Київ, Україна  
Наведено конструкцію, принцип дії, основні технічні характеристики переносного оптичного пиловимірювача ВОГ-2. Представлено функціональну схему приладу. Детально описана робота пиловимірювача. Описані особливості експлуатації приладу. Технічні рішення приладу захищені патентом України.

**Ключові слова:** пиловимірювач, прилад, експлуатація.

**U.N. Maksimenko, E.G. Mazan, A.K. Timin**

*Joint Stock company “Ukrainian R&D Institute for Analytical instrumentation”, Kiev, Ukraine*

**PORTABLE OPTICAL DUST MEASURING INSTRUMENT VOG-2**

The design is presented, action principles are described, the basic characteristics of portable optical dust measuring instrument VOG-2 are given. The functional diagram of device is presented. Work of dust measuring instrument is written up. The features of exploitation of device are described. The technical decisions of device are protected by the patent of Ukraine.

**Keywords:** conimeter, device, exploitation.

*Надійшла до редакції  
11 березня 2010 року*