



Многокомпонентный газоанализатор CO, O<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>(элегаз), NH<sub>3</sub>, HS<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, HF «МАК-2000» / «МАК-2000-UMS» для контроля состава дымовых-технологических газов / воздуха рабочей зоны

## **Основанная в 1997 году фирма ООО «НПФ «Энергопромкомплект» является лидером в производстве и поставке оборудования для энергетики и промышленности**



Фирма ООО «НПФ «Энергопромкомплект» предлагает оптимальные решения по созданию систем автоматического контроля объёма выбросов (АСКВ), разрабатывает и выпускает широкий спектр промышленного оборудования, применяя новейшие технологии. В его число входят: стационарные и переносные газоанализаторы содержания CO, O<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub> (элегаз), NH<sub>3</sub>, HS<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, HF и других газов в широком диапазоне концентраций «МАК-2000-UMS» (выпущено более 800 комплектов); оптический анализатор содержания дыма (дымомер) «АСД-04» (выпущено более 250 комплектов); двух- и трехосевые цифровые датчики вибрации во взрывозащищенном исполнении «ЦДВ-2» и «ЦДВ-3» (выпущено более 2000 комплектов) для шестидесяти систем вибродиагностики АВОГ (агрегатов воздушного охлаждения газа) и другие приборы. Также по отдельному заказу поставляются системы пробоподготовки – очистки и осушки агрессивных дымовых газов; обогреваемые импульсные линии с регулируемой температурой до 180 °С; погружные обслуживаемые пробоотборные зонды «ППОЗ-3-ФМ» с фильтром из нержавеющей стали; баллоны с ГСО-ПГС и др.

### **Оптимальные решения по созданию систем автоматического контроля объёма выбросов (АСКВ)**

ООО "НПФ "Энергопромкомплект"  
105094, г. Москва, ул. Б. Семеновская. д. 42/2-4, стр. 2  
Тел.: +7 (925) 518-86-00 | [www.enpc.ru](http://www.enpc.ru) | Email: [energopc@gmail.com](mailto:energopc@gmail.com)

# Оптимальные решения по созданию систем автоматического контроля объема газовых выбросов (АСКВ) на основе газоанализаторов «МАК-2000-UMS»/«МАК-2000»



В статье представлены газоанализаторы «МАК-2000-UMS» и «МАК-2000» отечественного производства, предназначенные для определения содержания загрязняющих газов в атмосферном воздухе. Показано, что это оптимальное решение для построения систем автоматического контроля объема выбросов (АСКВ).

000 «НПФ «Энергопромкомплект», г. Москва

Для контроля загрязнения атмосферного воздуха выбросами дымовых труб, паровых и водогрейных котлов, ПГУ, ГТУ, котлов утилизаторов и других технических устройств и установок служит система автоматического контроля объема выбросов (АСКВ). Ее назначение — вычислять, нормировать и передавать в АСУ ТП данные о текущем и накапливаемом содержании вредных веществ в атмосфере в единицах измерений типа тонна в час (в сутки, неделю, месяц, год) по каждому из измеряемых системой загрязняющих окружающий воздух компонентов.

В общем виде данные АСКВ о текущем и накапливаемом количестве выбросов вредных веществ в атмосферу получаются при умножении текущего измеренного значения концентрации  $S_x$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) на поток ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) и дальнейшем нормировании.

Значения концентраций измеряются и передаются в АСКВ газоанализаторами типа «МАК-2000-UMS» или другими. Значения потока традиционно измеряются и предоставляются в систему путем вычислений: осуществляется интегрирование значения скорости потока газа по сечению газохода в точке измерения.

Погрешность измерения потока будет состоять из суммы погрешностей измерения расходомерами разного типа (измерителями скорости потока дымового газа) и процесса вычисления (интегрирования по пло-

щади сечения газохода). Эта погрешность может быть велика, учитывая, что скорость газа различается по сечению газохода. Также значительны ежегодные затраты на обслуживание и поверку измерителя скорости потока дымового газа.

Для источников газовых загрязнений, работающих на природном газе (метане), по нашему мнению, лучше использовать датчики расхода топлива — природного газа, которые предоставят более точные и достоверные данные. Показания датчика расхода топлива-метана напрямую дают нам значение потока образующегося дымового газа. Обычно погрешность датчика расхода топлива-метана значительно ниже, чем погрешность измерителей скоростей потока, плюс исключается дополнительная погрешность интегрирования по сечению газохода.

Измерение  $\text{O}_2$  позволяет получить значение увеличения потока за счет «присосов» воздуха. Также оно дает возможность расчетным путем определить значение концентрации  $\text{CO}_2$  (с относительной погрешностью измерения  $\text{O}_2$ ) и отказаться от использования сенсора  $\text{CO}_2$ , что снижает затраты потребителя на обслуживание и поверку.

В настоящее время в промышленной эксплуатации (в основном на паровых и водогрейных котлах ТЭЦ, ГРЭС) находится более 700 комплектов газоанализаторов (ГА) «МАК-

2000-UMS»/«МАК-2000», предназначенных для определения содержания  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  в дымовом газе.

Газоанализаторы «МАК-2000-UMS»/«МАК-2000» производства ООО «НПФ «Энергопромкомплект» показали себя как очень надежные и простые в обслуживании приборы. Наиболее полно данными ГА укомплектованы Конаковская ГРЭС (более 40 комплектов), Рязанская, Ириклинская, Харанорская ГРЭС (более 20 комплектов на каждой ГРЭС). На энергетических котлах газоанализаторы ставятся на каждом газоходе: обычно по два на котел, а на 800-мегаваттных блоках Рязанской ГРЭС по четыре на котел. На Ириклинской, Рязанской ГРЭС и многих других ТЭЦ и ГРЭС данные по  $\text{O}_2$  используются в автоматической системе корректировки соотношения «топливо/воздух», а данные по  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$  — в системе контроля и учета выбросов.

Для паровых и водогрейных котлов энергоблоков ТЭЦ, ГРЭС, в частности с ПГУ и ГТУ, «Энергопромкомплект» с 2008 года выпускает газоанализатор «МАК-2000-UMS» с усовершенствованной конструкцией, позволяющей анализировать содержание  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{SF}_6$  (элегаз), в том числе с применением различных типов первичных сенсоров (ИК-сенсоры, электрохимические и др.) для расширения диапазонов концентраций измеряемых газов (табл. 1).

Газоанализатор «МАК-2000-UMS» можно применять для следующих задач:

- ▶ анализа с повышенной точностью малых концентраций CO и NO, NO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub>), что требуется для блоков ТЭЦ, ГРЭС с ПГУ и котельных ГТУ;
- ▶ анализа концентрации O<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub> в дымовых/отходящих газах (газовых средах различных технологических процессов и экомониторинга);
- ▶ анализа концентрации O<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub> (элегаза) в воздухе рабочей зоны; газоанализатор позволяет осуществлять поочередной опрос до 12 точек с выдачей релейных сигналов (до 13 реле типа «сухой контакт» 250 В,

16 А) о двух уровнях превышения допустимой концентрации для включения/выключения звуковой/световой сигнализации, вентиляции и проветривания помещений.

Анализатор выполняет автоматическую периодическую калибровку по воздуху «ноля» O<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub> (для O<sub>2</sub> калибруется усиление по воздуху).

По каждому измеряемому компоненту газоанализаторы «МАК-2000-UMS»/«МАК-2000» выдают токовый сигнал 0...5 или 4...20 мА. Приборы оснащены портом RS-232 (порт RS-485 Modbus RTU устанавливается по дополнительному заказу) и встроенной флеш-картой, на которой собирается архив проведенных за год

измерений (время обновления архива можно изменять). На персональном компьютере всегда можно просмотреть и вывести в графическом виде данные о концентрации измеряемых газов за интересующий промежуток времени. Анализатор имеет программируемый доступ к двум уровням уставок предельных концентраций.

Многокомпонентные одноканальные газоанализаторы «МАК-2000»/«МАК-2000-UMS» в основном поставляются смонтированными «под ключ» в стальных пылевлагозащищенных шкафах с двойным антикоррозионным покрытием для навесного монтажа с габаритами 800 × 600 × 200 мм или в шкафах для напольного монтажа.

Процессорное исполнение ГА (рис. 1) позволяет получать и выводить результаты измерения как в прямом, так и в приведенном, то есть нормированном, виде: пересчитывать объем NO<sub>x</sub> в NO<sub>2</sub> и т. д.

В комплекте со шкафом поставляется блок сухой пробоподготовки, включающий в себя два противопылевых микрофилтра 20 мкм с влагоотделителем, термоэлектрический холодильник ТЭХ-40, который предварительно осушает дымовой газ перед подачей в измерительный блок для удаления избыточного конденсата с конденсатоотводчиков, и т. д. Газоанализатор оснащен электронным ротаметром контроля скорости потока газа через анализатор.

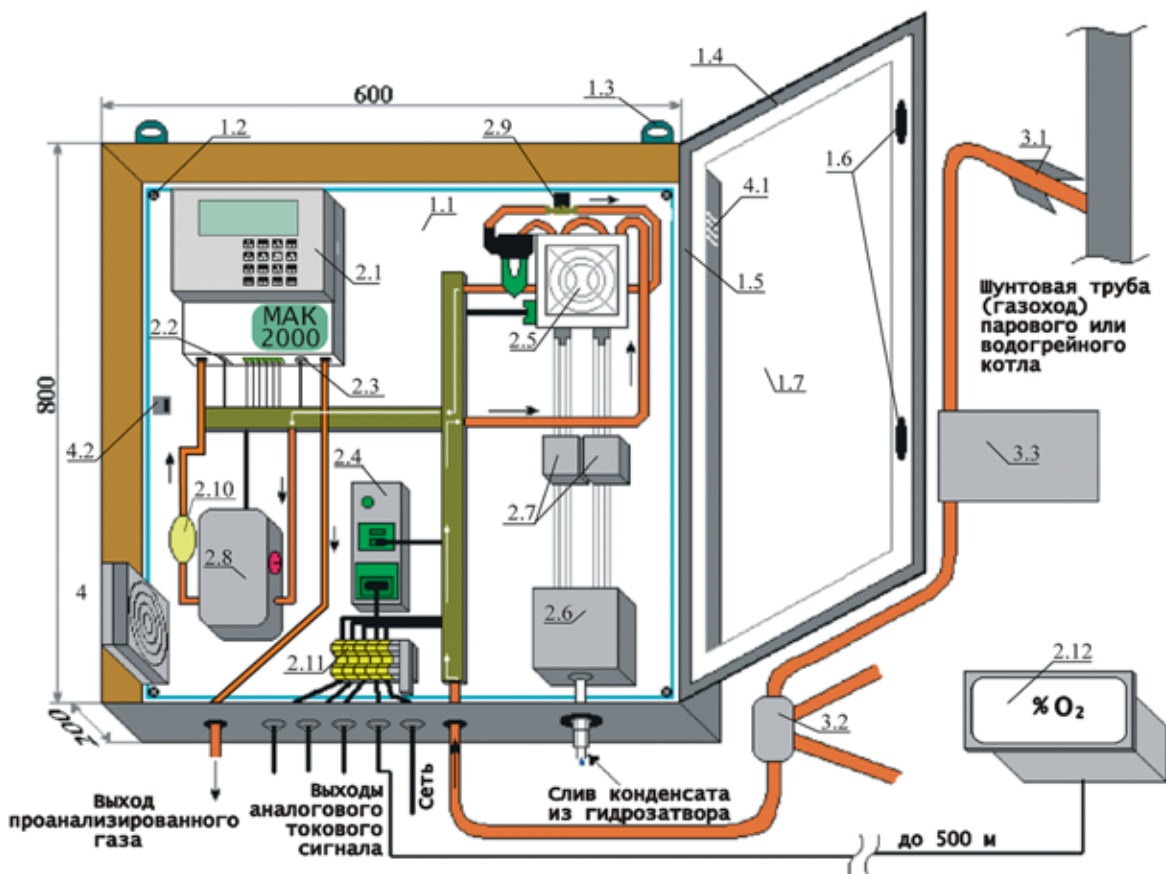
Температурный режим эксплуатации ГА в стандартном исполнении составляет -5...40 °С. Также компания производит газоанализаторы в исполнении с блоком термостатирования сенсоров, что позволяет эксплуатировать их при температурах в месте установки до 55 °С без потери точности и ресурса работы сенсоров.

«Энергопромкомплект» может поставлять систему с обогреваемыми импульсными линиями (материал – сталь типа X18H9 или фторопласт), хотя обычно это делать нецелесообразно. Предпочтительно поставлять компоненты, необходимые для прокладки импульсных линий: трубки различных диаметров из нержавеющей стали, фторопласта, нейлона, ПВД и других материалов.

Для эксплуатации ГА требуются баллоны с государственными стандартными образцами поверочных га-

Таблица 1. Измеряемые газоанализатором «МАК-2000-UMS» компоненты, диапазоны, погрешности

Определяемый компонент	Диапазон измерений, об. доля	Диапазон, в котором нормируются характеристики погрешности, об. доля	Пределы допускаемых значений основной погрешности	
			абсолютной	относительной
O <sub>2</sub>	0...25 %	0...5 % 5...25 %	±0,2 %	±4 %
CO	0...200 млн <sup>-1</sup>	0...20 млн <sup>-1</sup> 20...200 млн <sup>-1</sup>	±2 млн <sup>-1</sup>	±10 %
	0...2000 млн <sup>-1</sup>	0...100 млн <sup>-1</sup> 100...2000 млн <sup>-1</sup>	±5 млн <sup>-1</sup>	±5 %
	0...2 %	0...0,2 % 0,2...2 %	±0,01 %	±5 %
	0...10 %	0...1 % 1...10 %	±0,05%	±5%
CO <sub>2</sub>	0...2000 млн <sup>-1</sup>	0...400 млн <sup>-1</sup> 400...2000 млн <sup>-1</sup>	±20 млн <sup>-1</sup>	±5 %
	0...2 %	0...0,2 % 0,2...2 %	±0,01 %	±5 %
	0...20 %	0...2 % 2...20 %	±0,01 %	±5 %
CH <sub>4</sub>	0...5 %	0...2 % 2...5 %	±0,01 %	±5 %
NO	0...200 млн <sup>-1</sup>	0...10 млн <sup>-1</sup> 10...200 млн <sup>-1</sup>	±1 млн <sup>-1</sup>	±10 %
	0...2000 млн <sup>-1</sup>	0...200 млн <sup>-1</sup> 200...2000 млн <sup>-1</sup>	±20 млн <sup>-1</sup>	±10 %
NO <sub>2</sub>	0...200 млн <sup>-1</sup>	0...200 млн <sup>-1</sup>	±20 млн <sup>-1</sup>	±10 %
NH <sub>3</sub>	0...2000 млн <sup>-1</sup>	0...100 млн <sup>-1</sup> 100...2000 млн <sup>-1</sup>	±10 млн <sup>-1</sup>	±8 %
	0...100 млн <sup>-1</sup>	0...10 млн <sup>-1</sup> 10...100 млн <sup>-1</sup>	±1 млн <sup>-1</sup>	±10 %
SO <sub>2</sub>	0...2000 млн <sup>-1</sup>	0...200 млн <sup>-1</sup> 200...2000 млн <sup>-1</sup>	±20 млн <sup>-1</sup>	±10 %
	0...2 %	0...0,2 % 0,2...2 %	±0,02 %	±10 %
H <sub>2</sub>	0...2 %	0...0,5 % 0,5...2 %	±0,05 %	±10 %
SF <sub>6</sub>	0...2000 млн <sup>-1</sup>	0...200 млн <sup>-1</sup> 200...2000 млн <sup>-1</sup>	±20 млн <sup>-1</sup>	±10 %



### 1. Стальной шкаф с двойным антикоррозийным порошковым покрытием

- 1.1. Монтажная панель, на которой монтируется «под ключ» ГА;
- 1.2. Винты крепления монтажной панели к корпусу шкафа;
- 1.3. Петли для подвешивания шкафа, привинчивающиеся к задней стенке;
- 1.4. Дверца шкафа с кольцевым резиновым уплотнителем, двумя замками и стеклом.

### 2. Смонтированный на монтажной панели процессорный газоанализатор

- 2.1. Корпус анализатора с 4-строчным ЖКИ-дисплеем и клавиатурой;
- 2.2. Разъем порта ввода/вывода RS-232;
- 2.3. Разъем порта ввода/вывода RS-485 (опция);
- 2.4. Импульсный блок питания термоэлектрического холодильника;
- 2.5. Термоэлектрический холодильник с микрофильтром;

- 2.6. Гидрозатвор со шлангами ПВХ для отвода избыточного конденсата;
- 2.7. Система защиты от заброса воды в газоанализатор;
- 2.8. Микрокомпрессор для прокачки пробы дымового газа, воздуха через анализатор;
- 2.9. Клапан калибровки нуля (продувки воздухом);
- 2.10. Демпфирующий фильтр;
- 2.11. Клеммник;
- 2.12. Дополнительный выносной блок цифровой индикации.

### 3. Импульсная линия подвода анализируемого дымового газа

- 3.1. Точки отбора дымового газа;
- 3.2. Кран для переключения на другие котлы;
- 3.3. Водоежекционный блок пробоподготовки.

### 4. Вентилятор охлаждения шкафа с противопылевым фильтром

- 4.1. Вентиляционная решетка с противопылевым фильтром;
- 4.2. Выключатель вентилятора.

Рис. 1. Процессорное исполнение газоанализатора «МАК-2000»/«МАК-2000-UMS»

зовых смесей ГСО ПГС (для калибровки и поверки газоанализаторов согласно методике поверки). Компания может поставлять баллоны ГСО-ПГС на O<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub> (элегаз), также потребитель имеет возможность самостоятельно заказать их на заводах-изготовителях ПГС, специалисты «Энергопромкомплект» предоставят всю необходимую информацию.

Вместе с газоанализаторами целесообразно поставлять дополнительные водоежекционные блоки пробоподготовки дымового газа, которые «Энергопромкомплект» также произ-

водит. Приведем пример. На котлах, работающих на угле, мазуте, сланце, торфе и другом топливе, для анализа O<sub>2</sub>, CO, NO целесообразно сделать дополнительную водоежекционную пробоподготовку дымового газа, то есть осушить газ от избыточного конденсата и очистить от пыли и водорастворимых SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, что удобно делать водоежекционным блоком. Вода не отмывает O<sub>2</sub>, CO и NO, и ГА может одновременно анализировать эти три газа. Такая комплектация — самая распространенная, особенно для мазутных, пылеугольных котлов ТЭЦ и ГРЭС, сорегенерационных,

корьевых котлов ЦБК, котлов-утилизаторов мусоросжигающих заводов и других котлов с сильно загрязненным дымовым газом (аглодомненное производство, печи НПЗ и т. д.).

Подробную информацию о ТООиРЭ, описание типа, методику поверки, сертификаты можно посмотреть на официальном сайте компании «Энергопромкомплект»: [www.enpc.ru](http://www.enpc.ru).

ООО «НПФ «Энергопромкомплект»,  
г. Москва,  
тел.: +7 (495) 518-8600,  
e-mail: [energopc@gmail.com](mailto:energopc@gmail.com),  
сайт: [www.enpc.ru](http://www.enpc.ru)