

УДК 543.27.08

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР

К. т. н. И. Л. Михеева, к. т. н. В. Я. Грабарь, В. А. Вальцев, Л. Д. Мазыра

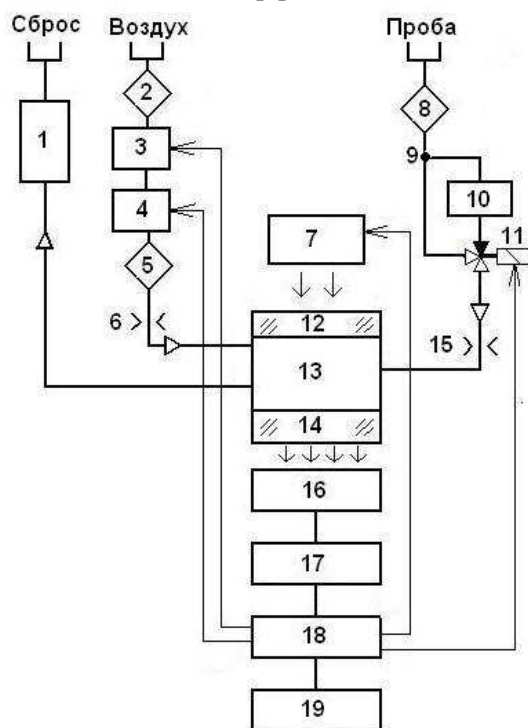
Всеукраинский НИИ аналитического приборостроения
Украина, г. Киев
mil@ukranalyt.com.ua

Описаны принцип действия, особенности построения и работы автоматического хемилюминесцентного газоанализатора оксида азота (NO), диоксида азота (NO_2) и озона (O_3) в атмосферном воздухе, модели 603ХЛ 20. Представлены его основные технические характеристики.

Ключевые слова: газоанализатор, хемилюминесценция, озон, оксид азота, диоксид азота.

У нас в стране и за рубежом разработана широкая гамма хемилюминесцентных (ХЛ) газоанализаторов (ГА) для измерения содержания NO и NO_2 в атмосферном воздухе. Известны также ХЛ-газоанализаторы для измерения содержания O_3 в атмосферном воздухе [1, 2]. Перед нами стояла задача разработать автоматический ХЛ газоанализатор, который одновременно измерял бы указанные компоненты, обладал высокой эксплуатационной надежностью и улучшенными метрологическими характеристиками. В результате проведенных исследований был предложен способ непрерывного ХЛ анализа оксидов азота и озона и на его основе разработан ХЛ газоанализатор, модель 603ХЛ20 [3, 4].

Основные элементы и узлы газоанализатора, а также связи между ними отображены на рисунке. Газоанализатор работает в циклическом режиме измерения длительностью 30 с каждый.



Во всех циклах измерения анализируемая газовая смесь (атмосферный воздух) засасывается в газоанализатор через пневмовход «Проба» с помощью компрессора (1). Компрессор совместно с пневматическими дросселями (6, 15) создает в реакционной камере (13) пониженное давление (разрежение), что обеспечивает поступление в генератор оксида азота (3) и генератор озона (4) через пневмовход «Воздух» атмосферного воздуха, предварительно очищенного в объемном фильтре (2). В пылевом фильтре (8) воздух очищается от аэрозольных частиц. В первом цикле происходит измерение темного тока фотозумножителя (ФЭУ). При этом анализируемая газовая смесь, пройдя через соединитель (9), электромагнитный клапан (11), пневматический дроссель (15), поступает в реакционную камеру (13). Генераторы оксида азота (3) и озона (4) в данном цикле не генерируют озон и оксид азота, соответственно, т. к. на них не подается напряжение питания. Таким образом, в реакционную камеру не поступает газ-реагент (озон или оксид азота), необходимый для прохождения ХЛ реакции. Сигнал с ФЭУ (16) через блок формирования электрических сигналов (17) поступает в микропроцессорное устройство (МПУ) (18).

Во втором цикле по команде с МПУ подается напряжение питания на генератор озона. В генераторе под действием поверхностного электрического разряда непосредственно из окружающего воздуха генерируется озон, который после очистки от пыли с помощью фильтра (5) через пневматический дроссель (6) подается в реакционную камеру в качестве газа-реагента. Одновременно в реакционную камеру, как и в первом цикле, поступает анализируемая смесь. В камере происходит газо-

фазная химическая реакция озона с оксидом азота, находящимся в анализируемой смеси. Возникшее при этом ХЛ-испускание через оптический светофильтр (14) поступает на ФЭУ. Электрический сигнал, несущий информацию о суммарном значении концентрации NO и темнового тока, с ФЭУ поступает в МПУ. Значение концентрации NO вычисляется как разность сигналов, полученных во втором и первом циклах измерения. Информация выводится на индикатор (19).

В третьем цикле по команде с МПУ на электромагнитный клапан подается напряжение питания, в результате чего поток анализируемой смеси после пылевого фильтра (8), соединителя (9) поступает в термokatалитический конвертер (10), в котором происходит преобразование NO₂ в NO при температуре 250°C. В реакционную камеру, как и в первом цикле, в качестве газа-реагента поступает озон. В камере происходит реакция озона с оксидом азота. Возникшее при этом ХЛ-испускание поступает на ФЭУ. Электрический сигнал, несущий информацию о суммарном значении концентрации NO_x и темнового тока, с ФЭУ поступает в МПУ. Значение концентрации NO₂ вычисляется как разность сигналов, полученных в третьем и втором циклах измерения.

В четвертом цикле по команде с МПУ отключается напряжение питания от электромагнитного клапана и генератора озона и таким образом останавливается генерация O₃ как газа-реагента. В это же время подается напряжение питания на генератор оксида азота (3), в котором под действием коронного электрического разряда непосредственно из окружающего воздуха генерируется оксид азота. После очистки от пыли с помощью фильтра (5) он подается в реакционную камеру в качестве газа-реагента. Анализируемая смесь подается в камеру так же, как в первом и втором циклах измерения. В камере происходит реакция озона, находящегося в атмосферном воздухе, с оксидом азота. Возникшее при этом ХЛ-испускание через оптический светофильтр поступает на ФЭУ. Электрический сигнал, несущий информацию о суммарном значении концентрации озона и темнового тока, с ФЭУ поступает в МПУ. Значение концентрации O₃ вычисляется как разность сигналов, полученных в четвертом и первом циклах измерения.

Периодически (1 раз в сутки) в первом цикле измерений по команде с МПУ на 120 секунд включается светодиод (7) и его излучение через входное окно (12), реакционную камеру, оптический светофильтр передается на ФЭУ и далее в МПУ. При этом определяется величина калибровочного сигнала чувствительности, которая сравнивается с величиной сигнала, полученного при первичной калибровке газоанализатора с помощью поверочных газовых смесей. С учетом величины нулевого фонового сигнала рассчитывается поправочный коэффициент, с помощью которого автоматически корректируются результаты анализа, полученные в первом, втором и третьем циклах измерений.

Основные технические характеристики ГА: диапазон измерений 0–1 мг/м³; порог обнаружения NO, NO₂, O₃ – 0,006 мг/м³; дрейф нулевых показаний – 0,003 мг/м³ за 30 суток; пределы основной абсолютной погрешности ± (0,005+0,15C_x), где C_x– измеряемая концентрация; расход анализируемой смеси – 0,8 л/мин; потребляемая мощность – не более 100 ВА.

Экспериментальные исследования и эксплуатационные испытания ГА 603ХЛ20 подтвердили его работоспособность и высокую надежность при непрерывной круглосуточной работе без технического обслуживания.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Михеева И.Л., Куринный В.К., Таякин В.Ю., Мазыра Л.Д. Анализ измерительных схем автоматических хемилумinesцентных газоанализаторов оксидов азота и озона // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.– 2004.– № 2.– С. 24–27.
2. Патент № 27800, Украина. Хемілюмінесцентний газоаналізатор озону / Курінний В.К.–2007.–Бюл. № 18.
3. Патент № 88338, Украина. Спосіб безперервного хемілюмінесцентного аналізу оксиду азоту та озону / Дашковський О.А., Курінний В.К., Кривоніс Ю.І., Міхеева І.Л.–2009.– Бюл. № 19.
4. Патент № 36605, Украина. Багатокомпонентний хемілюмінесцентний газоаналізатор / Дашковський О.А., Курінний В.К., Кривоніс Ю.І., Міхеева І.Л.– 2008.– Бюл. № 20.

I. L. Mikheieva, V. Ya. Grabar, V. A. Valtsev, L. D. Mazyra
Multicomponent chemiluminescence gas-analyzer.

The paper describes operating principle, construction and operation features of the 603ХЛ 20 automatic chemiluminescence gas-analyzer of nitric oxide (NO), nitrogen dioxide (NO₂) and ozone (O₃) in atmospheric air. The main technical features of the device are presented.

Keywords: gas-analyzer, chemiluminescence, ozone, nitric oxide, nitrogen dioxide.