

К. т. н. В. Ф. ПРИМИСКИЙ

Украина, г. Киев, НИИ "Украналит"  
E-mail: ukr@analit.relc.com

Дата поступления в редакцию  
19.06 2002 г.  
Оппонент д. т. н. В. А. РУМБЕШТА  
(г. Киев, НТУУ "КПИ")

## ЭКОИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Описаны структура, особенности работы и технические характеристики газоаналитического комплекса "Пост экологического контроля автомобилей".*

Постоянное загрязнение окружающей среды отработавшими газами автомобилей является одной из наиболее актуальных экологических проблем. В Германии на 80 миллионов жителей зарегистрировано свыше 40 млн. автомобилей. На Украине эта цифра достигает 6—7 млн. и ежегодно увеличивается на 200—250 тысяч. Всего же по дорогам мира колесит около 600 млн. автомобилей, а постоянное увеличение количества автомобилей приводит к прогрессирующим техногенным нагрузкам на окружающую среду. По оценке исследователей различных стран, именно выхлопные газы автомобилей дают до 70—80% отдельных загрязнителей, есть данные [1, с. 28], что 95% концентрации CO в воздухе Нью-Йорка связано с выделениями автотранспортных средств.

В табл. 1 приведены данные о количестве токсичных компонентов, образующихся при сгорании 1 кг топлива для усредненного легкового автомобиля класса "Жигули", "Опель", "Фиат" в зависимости от типа двигателя — бензинового или дизельного.

Эффективно оценить экологическое состояние автомобиля можно только при условии объективного контроля состава отработавших газов инструментальными способами: газоанализаторами (ГА) и газоаналитическими комплексами, дымомерами (опасиметрами) и др.

Таблица 1

Количество токсичных компонентов, выделяемых при сгорании 1 кг топлива, г

Компонент	Вид топлива	
	Бензин	Дизельное топливо
Оксид углерода (CO)	465,00 (378)	20,00
Оксиды азота (NO)	15,80 (21,2)	18,10
Углеводороды (CH)	23,20 (14,5)	4,10
Альдегиды	0,93	0,78
Ангидрид серной кислоты	1,86	7,80
Сажа, г/м <sup>3</sup>	1,00	5
Свинец	0,5	—
Всего:	508,99	51,56

Международное сообщество, учитывая серьезность проблемы, разработало ряд международных стандартов — Правил Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН по транспорту, регламентирующих нормы выбросов различных типов автомобилей, методы газового анализа, процедуру измерений, требования к техническим параметрам газоанализаторов, к метрологии.

С учетом требований Правил 49 и 83 ЕЭК ООН, а также выработанных на их основе нормативов Евро-II, -III, -IV, в АО "Украналит" впервые в СНГ разработан газоаналитический комплекс — пост экологического контроля автомобилей (ПЭКА) (рис. 1), соответствующий международным стандартам. Пост предназначен для одновременного параллельного измерения концентрации CO, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>), есть возможность доукомплектации поста измерительными каналами CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> и определения расчетной величины λ (соотношение "воздух/топливо").



Рис. 1

ПЭКА построен на основе трех уровней иерархического функционирования [2].

*Первый уровень.* Выполнение измерений с помощью каждого из газоанализаторов 344ХЛ14 (NO<sub>x</sub>), 334КПИ1 (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), 121ФА14 (CO) автономно и независимо друг от друга. Все газоанализаторы имеют свои системы питания, фильтрации газовой пробы, цифровую индикацию результатов измерений. Каждый газоанализатор используется для измерения концентрации только "своего" газа.

*Второй уровень.* Все газоанализаторы компонуются в передвижную стойку и работают через общий блок подготовки пробы. Результаты измерений фиксируются на индикаторе каждого газоанализатора, а также передаются на принтер и распечатываются.

*Третий уровень* — более полный функциональный вариант второго уровня за счет применения ПЭВМ. При этом печатается не только протокол результатов измерений нескольких видов, но и выбирается алгоритм управления ПЭКА (выбор диапазонов и режимов работы, калибровка, самодиагностика и

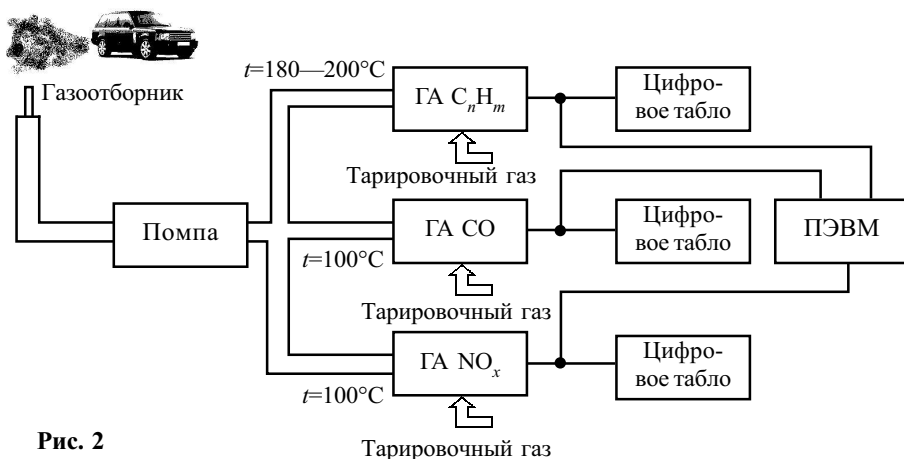


Рис. 2

т. д.), проводится архивация накопленной информации, определение погрешности измерений, формирование графического и табличного представления информации, определение максимальных и минимальных значений по каждому каналу измерений и т. п.

На рис. 2 представлена общая функциональная схема ПЭКА третьего уровня. В соответствии с требованиями Евро-II, -III, -IV и Правилами 49.83 ЕЭК ООН газоанализаторы комплекса реализуют для измерений концентрации компонентов инфракрасный абсорбционный метод (CO), пламенно-ионизационный ( $C_nH_m$ ), хемиллюминесцентный ( $NO_x$ ).

Основные технические характеристики ПЭКА приведены в табл. 2.

**Инфракрасный метод (NDIR-метод)** основан на измерении величины ослабления интенсивности потока ИК-излучения или поглощения его газовым компонентом при прохождении этого потока через анализируемую газовую смесь. Метод инфракрасной спектроскопии является наиболее распространенным и селективным для определения концентрации окиси углерода (CO), углеводородов (CH), двуокиси углерода ( $CO_2$ ) в составе сложных многокомпонентных газовых смесей. Основным диапазоном анализа является инфракрасная область спектра с длиной волны до 15 мкм. Для выделения узких участков спек-

ра, которые характерны для  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH$ , применяют интерференционные оптические фильтры с минимальным коэффициентом поглощения, а также надежные источники ИК-излучения и приемники излучения с высокой чувствительностью.

Структурная схема разработанного газоанализатора приведена на рис. 3 [3]. Основой его является высокочувствительная схема первичного оптического преобразователя. Конструкция кюветы,

имеющей два канала (рабочий и сравнительный) при использовании общей межканальной перегородки, обеспечивает наиболее высокую корреляционную связь между сравнительным и опорным сигналами. Используется один, общий для двух камер, источник ИК-излучения. Все эти конструктивные и технологические решения существенно снижают влияние внешних дестабилизирующих факторов (старение источника излучения, температура окружающей среды, давление, влажность). Особо следует отметить применение специализированного концентратора потока излучений, повышающего селективность и чувствительность измерений. Наличие полос поглощения различной интенсивности позволяет выбрать оптимальные условия измерения и создать прибор с высокими селективными возможностями.

**Пламенно-ионизационный метод (FID-метод)** используется для измерения концентрации суммы углеводородов  $CH$ . Суть метода заключается в том, что газ, подлежащий анализу, направляется в водородное пламя. При температуре  $2000^\circ C$  происходит диссоциация молекул углеводородов на  $CH$ -группы, их окисление с освобождением электронов и положительных ионов  $CHO^*$ . Если в зону водородного горения приложить электрическое поле, возникает ионизационный ток, пропорциональный количеству  $CH$ -групп в молекуле углеводородов.

Таблица 2

Тип газоанализатора, газ	Метод газового анализа	Инструментальная погрешность измерения, %	Диапазон измерений	Вес, кг	Габариты, мм
121ФА14, оксид углерода (CO)	Инфракрасный абсорбционный (NDIR)	$\pm 3$	0—0,5% 0—1% 0—5% 0—1%	12	450×400×200
344ХЛ14, оксид азота ( $NO_x$ )	Хемиллюминесцентный (GLD)	$\pm 3$	0—100 млн <sup>-1</sup> 0—500 млн <sup>-1</sup> 0—2000 млн <sup>-1</sup> 0—5000 млн <sup>-1</sup> для $NO_2$ 0—200 млн <sup>-1</sup>	12	450×400×200
334КПИ14, углеводороды ( $C_nH_m$ )	Пламенно-ионизационный (FID)	$\pm 3$	0—200 млн <sup>-1</sup> 0—500 млн <sup>-1</sup> 0—1000 млн <sup>-1</sup> 0—5000 млн <sup>-1</sup>	12	450×400×200
Интерфейс			RS 232		

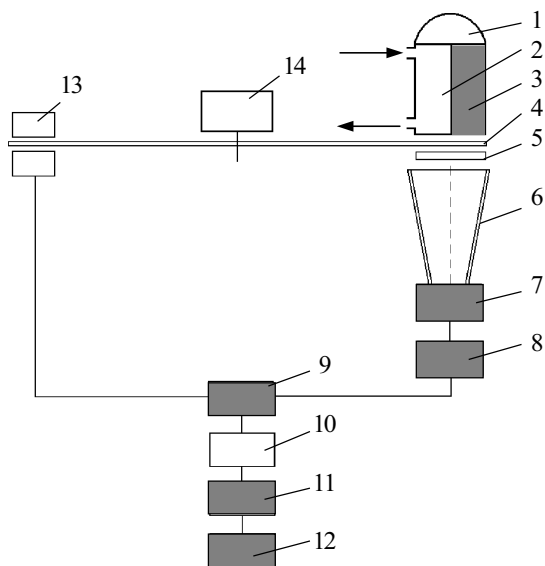
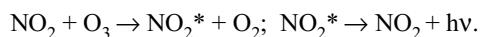


Рис. 3.

1 — источник ИК-излучения; 2 — рабочая камера (кювета); 3 — сравнительная камера; 4 — обтюратор; 5 — интерференционный фильтр; 6 — концентратор ИК-излучения; 7 — приемник излучения; 8 — усилитель; 9 — блок обработки измерительной информации; 10 — функциональный преобразователь (линеаризатор); 11 — аналого-цифровой преобразователь; 12 — цифровой индикатор; 13 — датчик положения обтюратора; 14 — электродвигатель

Пламенно-ионизационный преобразователь принят как стандартный для измерений суммарного количества углеводородов. К недостаткам метода можно отнести относительную сложность конструкции сенсора и необходимость создания трех газовых потоков (анализируемого газа, водорода и воздуха для горения), а также изменение выходного сигнала сенсора при колебаниях содержания кислорода в анализируемом газе [3, 4].

**Хемилюминесцентный метод (GLD-метод)** газового анализа используется для измерения концентраций NO. Принцип хемилюминесценции заключается в том, что вследствие реакции оксида азота (NO) с озоном (O<sub>3</sub>) образуется диоксид азота (NO<sub>2</sub>) с определенной частью молекул (NO<sub>2</sub><sup>\*</sup>) в возбужденном состоянии, которые довольно быстро излучают инфракрасный квант, возвращаясь в нормальное положение:



Данные исследований показали, что в процессе образования диоксида азота с помощью озона только около 10% молекул диоксида азота находятся в возбужденном состоянии — NO<sub>2</sub><sup>\*</sup>. При возвращении

возбужденных молекул NO<sub>2</sub><sup>\*</sup> в нормальное состояние (NO<sub>2</sub>) излучаются кванты hν с длиной волны 590—2500 нм в близкой инфракрасной области с максимальной интенсивностью около 1200 нм. Интенсивность излучения, пропорциональная концентрации NO, воспринимается инфракрасным сенсором [5, 6].

Инструментальная погрешность измерений ±3% по каждому из газоанализаторов.

Отличительной особенностью ПЭКА является наличие микропроцессорной системы контроля и самодиагностики. Система обеспечивает ежедневный контроль герметичности прибора, введение автоматической поправки на атмосферное давление, информацию о времени, оставшемся до очередной метрологической аттестации, диагностику работоспособности основных электронных узлов прибора.

\*\*\*

Разработанный ПЭКА прошел государственные испытания и успешно эксплуатируется в головном научном центре Минтранса Украины — ГосавтотрансНИИпроекте при проведении сертификационных исследований отечественных и зарубежных автомобилей на соответствие экологическим требованиям Евро-II, -III, -IV, а также при проведении научно-исследовательских и конструкторских работ на предприятиях Украины в сфере авто- и моторостроения (гг. Львов, Мелитополь, Харьков, Запорожье). С помощью ПЭКА возможно осуществление экологического контроля автомобилей украинских автоперевозчиков при поездках в Западную Европу.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Абрацумян В. В., Носов В. Б., Тагасов В. Г. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. — М.: Научтехлитиздат, 1999.
2. Румбешта В. А., Примиский В. Ф. Технические схемы и метрологическое обеспечение измерения эмиссий // Тез. докл. семинара "Стан та перспективи розвитку метрологічного забезпечення вимірювань складу та властивостей речовин". — Київ, 1999.
3. А. с. № 1549315 СССР. Оптический абсорбционный газоанализатор // В. В. Богданов, В. П. Морозов, В. Ф. Примиский. — Оpubл. в Б. И. — 1988, № 4.
4. Пат. 2140648 России. Пламенно-ионизационный газоанализатор // В. Ф. Примиский. — Оpubл. в Бюл. — 2000, № 6.
5. Пат. № 9825 України. Хемілюмінесцентний газоаналізатор оксидів азоту // В. П. Приміський. — Оpubл. в Бюл. — 1996, № 3.
6. А. с. 1784883 СССР. Хемилюминесцентный газоанализатор окислов азота / В. Ф. Примиский, В. Г. Михальчевский, Л. А. Цуканова. — Оpubл. в Б. И. — 1992, № 8.