

УДК 629.3.054.254

А.Г. Лыков, А.В. Вовна (канд. техн. наук, доц.)
ГБУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
кафедра электронной техники
E-mail: lkv08@rambler.ru, Vovna_Alex@ukr.net

АНАЛИЗ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ТОЧНОСТИ

Рассмотрены нормы и методы измерений содержания составляющих выхлопных газов автомобильного транспорта, определяемые стандартами Украины. Проведен анализ выпускаемых газоанализаторов выхлопных газов автомобильного транспорта по точности измерения содержания газовых составляющих. Оценено влияние рабочих характеристик выхлопных газов на результат измерения. Показано, что газоанализаторы не обеспечивают требуемой точности в соответствии с ДСТУ 4277. Намечены пути повышения точности газоанализаторов выхлопных газов при измерении содержания оксида углерода и углеводов, заключающиеся в: использовании импульсного режима работы источника излучения и повышении амплитуды питающего тока; уменьшении величины потерь интенсивности оптического излучения, вызванных широкой диаграммой направленности источника излучения.

Ключевые слова: выхлопные газы, газоанализатор, оксида углерод, углеводороды, точность, пути повышения.

Актуальность и проблема

Выхлопные газы автомобильного транспорта являются основным источником токсичных веществ двигателя внутреннего сгорания и представляют собой неоднородную смесь различных газообразных веществ с разнообразными химическими и физическими свойствами, состоящую из продуктов полного и неполного сгорания топлива, избыточного воздуха, аэрозолей и различных микропримесей (как газообразных, так и в виде жидких и твердых частиц), поступающих из цилиндров двигателей в его выпускную систему. В своем составе они содержат около 300 веществ, большинство из которых токсичны. Примерный состав выхлопных газов представлен в таблице 1.

Европейские экологические стандарты (нормы "Евро"), применяемые и в Украине, регламентируют содержание в выхлопе новых автомобилей углеводородов, оксидов азота, угарного газа и твердых частиц. С 1 января 2013 года Верховная рада Украины запретила ввоз автомобилей, не соответствующих нормам Евро-3. Законопроектом также предусматривается, что с 2014 года на территорию Украины будет запрещен ввоз авто, не соответствующих стандарту Евро-4, с 1 января 2014 года стандарты Евро-5 с 1 января 2016 года и стандарты Евро-6 с 1 января 2018 года.

Таким образом, повышаются требования к составу выхлопных газов как новых, так и находящихся в эксплуатации автомобилей, что в свою очередь приводит к снижению предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных составляющих в выхлопе и повышению требований к системам и устройствам анализа содержания составляющих выхлопных газов автомобилей.

Постановка задач исследований

В связи с тем, что существующие приборы газового анализа не обеспечивают требуемых чувствительности и точности измерений необходимо решить следующие задачи:

© Лыков А.Г., Вовна А.А., 2013

- провести анализ выпускаемых газоанализаторов выхлопных газов и наметить пути их совершенствования;
- оценить степень влияния рабочих характеристик выхлопных газов на результаты измерений;
- предложить пути повышения чувствительности и точности измерений содержания основных составляющих выхлопных газов.

Таблица 1

Компоненты выхлопного газа	Состав выхлопных газов		Примечание
	Содержание по объему, ^{об.} %		
	Бензиновые двигатели	Дизельные двигатели	
Азот	74,0 - 77,0	76,0 - 78,0	нетоксичен
Кислород	0,3 - 8,0	2,0 - 18,0	нетоксичен
Пары воды	3,0 - 5,5	0,5 - 4,0	нетоксичны
Диоксид углерода	0,0 - 16,0	1,0 - 10,0	нетоксичен
Оксид углерода	0,1 - 5,0	0,01 - 5,0	токсичен
Оксиды азота	0,0 - 0,8	0,002 - 0,5	токсичен
Углеводороды неканцерогенные	0,2 - 3,0	0,09 - 0,5	токсичны
Альдегиды	0 - 0,2	0,001 - 0,009	токсичны
Оксид серы	0 - 0,002	0 - 0,03	токсичен
Сажа, г/м ³	0 - 0,04	0,01 - 1,1	токсична
Бензопирен, мг/м ³	0,01 - 0,02	до 0,01	канцероген

Решение задач и результаты исследований

В Украине с целью создания базы для контролирования в условиях эксплуатации экологических показателей автомобилей, работающих на традиционных (бензин и дизельное топливо) или альтернативных топливах (газовое топливо) созданы стандарты ДСТУ 4277 и ДСТУ 4276. Требования этих стандартов отвечают требованиям Директивы Европейского Союза 96/96/ЕС “Про гармонизацию законов стран - участниц об испытании автомобилей и их прицепов на пригодность к эксплуатации”. Так стандарт ДСТУ 4277 распространяется на автомобили с двигателями, работающими на бензине или газовом топливе, и устанавливает нормы и методы измерений содержания оксида углерода (СО) и углеводородов (СН) в отработавших газах автомобилей. Для автомобилей не оборудованных нейтрализаторами ПДК СО составляет 3,5 ^{об.}%, а ПДК СН – 1200 ppm для двигателей с числом цилиндров менее четырех (2500 ppm для двигателей с числом цилиндров более четырех), для автомобилей оборудованных нейтрализаторами – 1 ^{об.}% и 600 ppm, соответственно, для автомобилей с трехкомпонентными нейтрализаторами – 0,5 ^{об.}% и 100 ppm, соответственно [1].

Для определения содержания наиболее важных составляющих – СО и СН, в соответствии с ДСТУ, необходимо использовать газоанализаторы непрерывного действия, работающие по методу инфракрасной спектроскопии. Суть данного метода заключается в следующем: молекулы каждого газа представляют собой колебательную систему, способную поглощать инфракрасное излучение в строго определенном диапазоне волн – спектр поглощения (для каждого газа индивидуален). Для «вырезания» нужной области спектра излучения применяются узкополосные интерференционные оптические фильтры или светодиоды с узкой полосой излучения, а для измерения степени поглощения газом излучения служит специальный детектор (приемник) или фотодиод, также имеющий узкую полосу поглощения.

Количественное соотношение между концентрацией определяемого компонента и ослаблением интенсивности излучения устанавливается законом Ламберта-Бэра [2]:

$$I = I_0 \cdot \exp(-k_1 \cdot l) = I_0 \cdot \exp(-\epsilon_\lambda \cdot l \cdot C), \quad (1)$$

где I – интенсивность оптического излучения после прохождения через слой вещества; I_0 – первоначальная интенсивность оптического излучения; k_1 – коэффициент поглощения; l – толщина анализируемого слоя; ϵ_λ – коэффициент, зависящий от длины волны излучения; C – концентрация составляющей газовой смеси.

Газоанализаторы выхлопных газов должны иметь время установления показаний, с учетом системы отбора, не более 30 с [1]. При этом основная абсолютная погрешность газоанализаторов CO для диапазона измерений от 0 до 1^{об.}% не должна превышать $\pm 0,05$ ^{об.}%, а для диапазона от 0 до 5^{об.}% – $\pm 0,2$ ^{об.}%; основная абсолютная погрешность газоанализаторов CH для диапазона измерений от 0 до 1000 ppm не должна превышать ± 50 ppm, а для диапазона от 0 до 3000 ppm – ± 150 ppm [1].

Наиболее часто используемая в газоанализаторах структурная схема каналов измерения содержания CO и CH представлена на рисунке 1 [3].

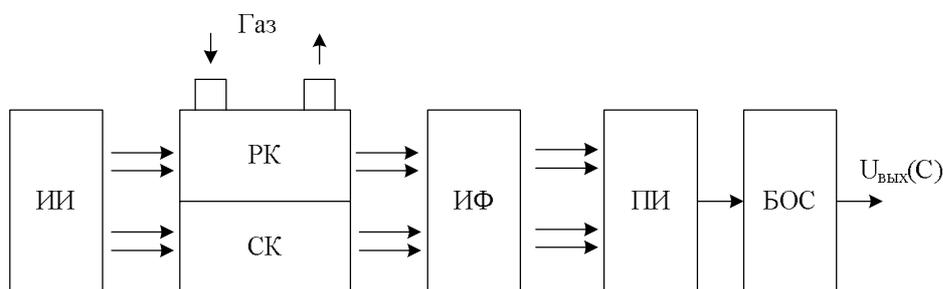


Рисунок 1 – Структурная схема канала измерения содержания CO и CH, используемая в современных газоанализаторах (ИИ – источник излучения, РК – рабочая кювета, СК – сравнительная кювета, ИФ – интерференционные фильтры, ПИ – приемник излучения, БОС – блок обработки сигнала)

Инфракрасное излучение от источника излучения проходит одновременно через сравнительную и рабочую кюветы и попадает на интерференционные фильтры и приемник излучения. Через рабочую кювету протекает измеряемый газ – выхлопные газы автомобиля и при наличии в нем измеряемого компонента происходит ослабление потока инфракрасного излучения. Блок обработки сигналов усиливает сигналы рабочего и сравнительного каналов и сравнивает их. Сигнал разности или сигнал отношения является мерой концентрации измеряемого компонента. Представленная структурная схема позволяет устранить влияние параметров окружающей среды на оптические и электронные компоненты измерительного канала и тем самым уменьшить погрешность измерений содержания составляющей выхлопных газов.

Погрешность измерений содержания составляющих выхлопных газов также зависит от рабочих характеристик выхлопных газов на выходе из глушителя:

- температура – от 50°C до 120°C;
- абсолютное давление – от 110 кПа до 130 кПа;
- относительная влажность – от 30 % до 98 %;
- наличие сажи – от 0 до 0,04 г/м³ (для бензиновых двигателей).

Объемное содержание измеряемой газовой составляющей приводится к средним рабочим характеристикам ($T_0 = 358$ °К и $P_0 = 120$ кПа) по соотношению [3]:

$$C_0 = C \cdot \frac{P \cdot T_0}{P_0 \cdot T}. \quad (2)$$

Погрешность, вызываемая изменением температуры, находится дифференцированием выражения (2):

$$dC_0|_{P=\text{const}} = \frac{dC_0}{dT} dT = -C \cdot \frac{P \cdot T_0}{P_0 \cdot T^2} \cdot dT;$$

$$\left. \frac{\Delta C_0}{C_0} \right|_{P=P_0} = -\frac{T_0}{T^2} \cdot \Delta T = -\frac{358 \cdot 100\%}{(358 + 35)^2} \cdot \Delta T = -0.23 \frac{\%}{^\circ\text{K}} \cdot \Delta T.$$

Таким образом, при допустимом диапазоне изменения температуры 35°C относительная погрешность измерений содержания составляющих выхлопных газов составляет порядка 8 %.

Погрешность, вызываемая изменением давления, определяется аналогично:

$$dC_0|_{T=\text{const}} = \frac{dC_0}{dP} dP = \frac{C \cdot T_0}{P_0 \cdot T} dP;$$

$$\left. \frac{\Delta C_0}{C_0} \right|_{T=T_0} = \frac{1}{P_0} \cdot \Delta P = \frac{100\%}{120} \cdot \Delta P = 0.83 \frac{\%}{\text{кПа}} \cdot \Delta P.$$

Таким образом, при допустимом диапазоне изменения атмосферного давления 10 кПа относительная погрешность измерений содержания составляющих выхлопных газов составляет порядка 8 %.

Спектр поглощения паров воды не совпадает со спектрами поглощения газовых составляющих выхлопных газов и не оказывает влияние на результат измерения. Наличие сажи в выхлопных газах бензиновых двигателей не влияет на точность газоанализаторов в связи с низкой концентрацией и малым радиусом частиц.

Полученные значения погрешностей от влияния температуры и давления превышают допустимую основную погрешность газоанализаторов, определяемую ДСТУ 4277, что обуславливает необходимость использования системы отбора и подготовки пробы. Наличие данной системы приводит к существенному уменьшению быстродействия газоанализаторов.

Технические характеристики современных газоанализаторов выхлопных газов автомобильного транспорта [4,5] представлены в таблице 2.

Из произведенного анализа газоанализаторов следует, что устройства обеспечивают требуемую точность измерений в более широком диапазоне измерений составляющих выхлопных газов – от 0 до 5^{об.}% для СО и от 0 до 3000 ppm для СН. При контроле в меньшем диапазоне – от 0 до 1^{об.}% для СО и от 0 до 1000 ppm для СН, что соответствует выбросам современных автомобилей, соответствующих нормам Евро 4 и выше, рассмотренные газоанализаторы не обеспечивают требуемой точности. Представленные положения обуславливают необходимость повышения точности измерений составляющих выхлопных газов, в частности, СО и СН и доведения абсолютной погрешности до значений не более ±0,05^{об.}% и ±50 ppm, соответственно.

В основу путей повышения чувствительности и точности газоанализаторов положено следующее:

1. Использование импульсного режима работы источника излучения, в частности, инфракрасного светодиода. Это объясняется тем, что на точность результатов измерений существенное влияние оказывает уровень собственных шумов фотоприемника и чем больше отношение сигнал-шум, тем более точный результат о содержании газовой составляющей может быть получен. Использование импульсного режима работы источника позволяет увеличить интенсивность оптического излучения, тем самым увеличить отношение сигнал-шум. Как показали результаты исследований, для инфракрасных светодиодов с диапазоном длин волн излучения, соответствующих спектрам поглощения СО и СН, зависимость относительной интенсивности оптического излучения ($I_{0_имп} / I_{0_пост}$) от амплитуды импульсного питаю-

щего тока относительно постоянного тока ($I_{\text{имп}}/I_{\text{пост}}$) имеет вид, представленный на рисунке 2.

Таблица 2

Технические характеристики современных газоанализаторов

Тип промышленного образца	Измеряемая величина	Диапазон измерений, ‰	Относительная погрешность измерения, %	Время установления показаний, с, не более
АСКОН-02.13	CO CH CO ₂ O ₂	0 – 7 0-3000 ppm 0 – 12 0 – 21	±6	30
АВТОТЕСТ "МЕТА"	CO CH	0 – 7 0-3000 ppm	±6	30
Инфокар	CO CH CO ₂ O ₂	0 – 7 0-3000 ppm 0 – 12 0 – 21	±4 ±5 ±4 ±4	30
325 ФА 01	CO CH CO ₂ O ₂ NO	0 – 10 0-2000 ppm 0 – 15 0 – 21 0-5000 ppm	±3	30
Premier 701M	CO CH CO ₂ O ₂	0 – 15 0-20000 ppm 0 – 12 0 – 21	±3	3,5

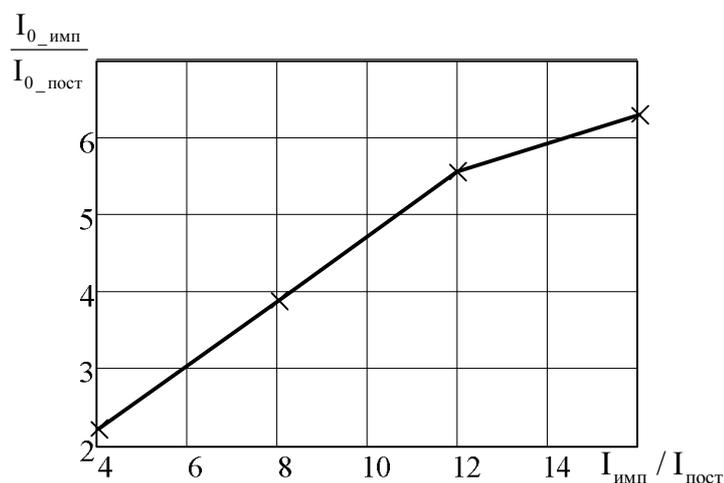


Рисунок 2 – Зависимость относительной интенсивности оптического излучения от амплитуды импульсного питающего тока относительно постоянного тока

Исходя из полученных результатов (см. рис. 2), можно сделать вывод, что зависимость близка к линейной до отношения амплитуды импульсного тока к постоянному току равному 12. Дальнейшее увеличение является нецелесообразным, поскольку характеристика становится существенно нелинейной и переходит в константу. Таким образом, отношение сигнал-шум может быть увеличено в (5-6) раз относительно статического режима работы источника излучения. Разработанный сотрудниками кафедры “Электронная техника” Государ-

ственного высшего учебного заведения “Донецкий национальный технический университет” газоанализатор [6], работающий по методу инфракрасной спектроскопии и имеющий импульсный режим питания инфракрасного светодиода с амплитудой тока 0.4 А, обеспечивает предельную чувствительность по выходу 0.05^{об.-%/В}. Повышение амплитуды тока светодиода до 1.2 А, применительно к измерению содержанию СО и СН, приведет к достижению значений предельной чувствительности по выходу порядка 0.02^{об.-%/В}.

2. Уменьшение величины потерь интенсивности оптического излучения, вызванных широкой диаграммой направленности источника излучения.

В общем случае интенсивность оптического излучения источника может быть представлена в следующем виде:

$$I_0 = I_{\text{прош}} + I_{\text{поглощ}} \quad (2)$$

где $I_{\text{прош}}$ – интенсивность оптического излучения прошедшего через слой анализируемого газа; $I_{\text{поглощ}}$ – интенсивность поглощенного оптического излучения.

В свою очередь, интенсивность прошедшего оптического излучения равняется:

$$I_{\text{прош}} = I_0 \cdot \exp(-\epsilon_\lambda \cdot l \cdot C) = I_{\text{ин}} + I_{\text{рас}} \quad (3)$$

где $I_{\text{ин}}$ – интенсивность прошедшего информационного излучения (попавшего в активную область приемника излучения); $I_{\text{рас}}$ – интенсивность прошедшего рассеянного излучения.

Разделив левую и правую части выражения (3) на $I_{\text{прош}}$ получим выражение для относительной интенсивности прошедшего излучения:

$$1 = \frac{I_{\text{ин}} + I_{\text{рас}}}{I_{\text{прош}}} = \frac{I_{\text{ин}}}{I_0} \cdot \exp(\epsilon_\lambda \cdot l \cdot C) + \frac{I_{\text{рас}}}{I_0} \cdot \exp(\epsilon_\lambda \cdot l \cdot C) = k_{\text{вв}} + k_{\text{рас}} \quad (4)$$

где $k_{\text{вв}}$ – коэффициент ввода прошедшего оптического излучения в приемник; $k_{\text{рас}}$ – коэффициент рассеяния прошедшего оптического излучения.

Анализируя выражение (4), можно прийти к выводу, что для повышения чувствительности и точности измерения содержания газовых составляющих необходимо уменьшать коэффициент рассеяния оптического излучения. Это может быть достигнуто за счет: уменьшения толщины анализируемого слоя l , использования источников излучения с зауженной диаграммой направленности, использования дополнительной оптической системы. Однако уменьшение l в свою очередь приводит к уменьшению чувствительности газоанализатора по измеряемой газовой составляющей и не приводит к желаемому результату. Использование в качестве источников излучения светодиодов с рефлекторами, позволяет получить значения коэффициента ввода до значений порядка (0.03÷0.05). Использование дополнительной оптической системы позволяет увеличить коэффициент ввода оптического излучения в приемник в пределах от 2 до 10 раз. Простейшим вариантом оптической системы является использование рабочей кюветы с отверстиями для прохождения газа, в которой происходит отражение оптического излучения от стенок камеры и направление его во входную область приемника излучения. Более сложным вариантом является использование зеркал со стороны источника и приемника излучения, обеспечивающих многократное отражение излучения и направляющих его в активную область приемника.

Из представленных положений следует, что уменьшение потерь интенсивности оптического излучения за счет использования светодиодов с рефлекторами и дополнительной оптической системы приведет к достижению значений предельной чувствительности по выходу порядка (0.005÷0.025)^{об.-%/В}.

Таким образом, совместное использование импульсного режима работы источника излучения и представленных путей уменьшения потерь интенсивности оптического излучения позволяют получить значения предельной чувствительности газоанализаторов, работающих по методу инфракрасной спектроскопии, до (0.002÷0.013)^{об.-%/В}. При устранении влияния параметров окружающей среды и анализируемой газовой среды на результаты измерений, за счет использования систем подготовки пробы и сравнительных кювет, достижи-

мое значение абсолютной погрешности измерений содержания CO не превышает ± 0.05 ^{об.%}, для CH – ± 0.005 ^{об.%} (± 50 ppm), что соответствует требованиям ДСТУ 4277.

Выводы

1. Проведен анализ выпускаемых газоанализаторов выхлопных газов автомобильного транспорта по точности измерений содержания газовых составляющих. Установлено, что при измерениях содержания CO в диапазоне от 0 до 5 ^{об.%} и CH в диапазоне от 0 до 3000 ppm, газоанализаторы, работающие по методу инфракрасной спектроскопии, обеспечивают требуемую точность измерения в соответствии с ДСТУ 4277. При измерениях в диапазоне от 0 до 1 ^{об.%} и от 0 до 1000 ppm, соответственно, погрешность измерения выходит за допустимые пределы.

2. Оценено влияние рабочих характеристик выхлопных газов, таких как температура, давление, влажность и наличие сажи, на результат измерения. Установлено, что изменение температуры от 50°C до 120°C и абсолютного давления от 110 кПа до 130 кПа приводит к выходу абсолютной погрешности измерений за установленные ДСТУ 4277 пределы – $\pm 0,2$ ^{об.%} для CO и ± 150 ppm для CH; влажность (пары воды) и сажа не влияют на результат измерения при правильном выборе источника и приемника излучения. Это обуславливает необходимость введения системы отбора и подготовки пробы, что приводит к существенному уменьшению быстродействия газоанализаторов.

3. Намечены пути повышения точности газоанализаторов выхлопных газов автомобильного транспорта, заключающиеся в: использовании импульсного режима работы источника излучения и повышении амплитуды питающего тока для повышения отношения сигнал-шум на выходе фотоприемника; уменьшении величины потерь интенсивности оптического излучения, вызванных широкой диаграммой направленности источника излучения, за счет использования в качестве источников светодиодов с рефлекторами и дополнительной оптической системы. Достижимые значения предельной чувствительности газоанализаторов составляют порядка $(0.002 \div 0.013)$ ^{об.%/В}, достижимое значение абсолютной погрешности измерений содержания CO не превышает ± 0.05 ^{об.%}, для CH – ± 0.005 ^{об.%} (± 50 ppm), что соответствует требованиям ДСТУ 4277.

Список использованной литературы

1. Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі: ДСТУ 4277:2004. – [Чинний від 2004-01-31]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 12 с.
2. Тхоржевский В.П. Автоматический анализ газов и жидкостей на химических предприятиях / В.П. Тхоржевский. – М.: Химия, 1976. – 272 с.
3. Горелик Д.О. Мониторинг загрязнения атмосферы источников выбросов. Аэроаналитические измерения / Д.О. Горелик, Л.А. Конопелько. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 432 с.
4. ОДА Сервис. Оборудование для автосервисов. Автомобильные газоанализаторы и дымомеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://odacom.ru/diagnostic/gas-analyzer>. – Дата доступа: март 2013. – Загл. с экрана.
5. Частное акционерное общество “Укрналит”. Газоанализатор 325 ФА 01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukranalyt.com.ua>. – Дата доступа: март 2013. – Загл. с экрана.
6. Методы и средства аналитического измерения концентрации газовых компонент и пыли в рудничной атмосфере угольных шахт / [А.В. Вовна, А.А. Зори, В.Д. Коренев, М.Г. Хламов]. – Донецк: ГВУЗ “ДонНТУ”, 2012. – 260 с.

Надійшла до редакції:
20.03.2013

Рецензент:
д-р техн. наук, проф. Зорі А.А.

О.Г. Ликов, О.В. Вовна

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Аналіз газоаналізаторів вихлопних газів автомобільного транспорту та шляхи підвищення їх точності. Розглянуто норми та методи вимірювань вмісту складових вихлопних газів автомобільного транспорту, що визначаються стандартами України. Проведений аналіз газоаналізаторів вихлопних газів автомобільного транспорту, що випускаються підприємствами, за точністю вимірювання вмісту газових складових. Показано, що газоаналізатори не забезпечують потрібної точності згідно з ДСТУ 4277. Оцінено вплив робочих характеристик вихлопних газів на результат вимірювання. Намічені шляхи підвищення точності газоаналізаторів вихлопних газів при вимірюванні вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів, що полягають у: використанні імпульсного режиму роботи джерела випромінювання та збільшенні амплітуди струму живлення для підвищення відношення сигнал-шум на виході фотоприймача; зменшенні величини втрат інтенсивності оптичного випромінювання, які спричинені широкою діаграмою направленості джерела випромінювання.

Ключові слова: вихлопні гази, газоаналізатор, оксиду вуглець, вуглеводні, точність, шляхи підвищення.

A.G. Lykov, A.V. Vovna

Donetsk National Technical University

Analysis of Gas Analyzers of Road Transport Exhaust and Ways to Improve their Accuracy. We considered the norms and methods of carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (CH) measurements, which are defined by Ukrainian standards. The main absolute error of gas analyzers, which are working by infrared spectroscopy method, should not exceed $\pm 0,05^{\text{vol.}\%}$, when the CO measurement is in the range from 0 to $1^{\text{vol.}\%}$, and $\pm 0,2^{\text{vol.}\%}$ – for range from 0 to $5^{\text{vol.}\%}$. The main absolute error of CH gas analyzers should not exceed ± 50 ppm, for range from 0 to 1000 ppm, and ± 150 ppm – for range from 0 to 3000 ppm. We made the measurements accuracy analysis of the gas components for the manufactured gas analyzers of road transport exhaust. Gas analyzers can provide the required accuracy in a wider measurement range of exhaust gas components, which are defined by standard (from 0 to $5^{\text{vol.}\%}$ for CO; from 0 to 3000 ppm for CH). The represented gas analyzers could not provide the required accuracy, when the monitoring are conducted in a smaller range (from 0 to $1^{\text{vol.}\%}$ for CO, and from 0 to 1000 ppm for CH). The impact of the exhaust gases working characteristics, such as temperature, pressure, humidity and the carbon presence, on to the measurement results are estimated. We found, if the temperature changes in the rage from 50°C to 120°C and the absolute pressure in the rage from 110 kPa to 130 kPa, the measurement absolute error exceeds the standards limits – $\pm 0,2^{\text{vol.}\%}$ for CO and ± 150 ppm for CH; humidity and soot do not affect the measuring result, if the radiation source and the radiation receiver choice is correct. It causes necessity to enter the system of sample screening and preparation. We considered the ways to increase the accuracy of road transport exhaust gas analyzers, which are based on the usage of radiation source pulsed operation and on increasing the amplitude of the supply current to increase the signal-to-noise ratio at the photodetector output; reducing loss values of optical radiation intensity, which are caused by a wide radiation pattern of the radiation source, through the use of LEDs with reflectors and an additional optical system as a source. Achievable values of the limiting sensitivity of the gas analyzer are $(0.002\div 0.013)^{\text{vol.}\%/V}$, and the achievable values of the absolute errors are less than $\pm 0.05^{\text{vol.}\%}$ for CO measurements, and less than about $\pm 0.005^{\text{vol.}\%}$ (± 50 ppm) for CH measurements, it satisfies requirements of the SSU 4277.

Keywords: exhaust, gas analyzer, carbon monoxide, hydrocarbons, accuracy, ways to increase.