

комплексу при виробництві та сертифікації автомобілів на відповідність міжнародним екологічним стандартам Євро-3 и Евро-4.

Література

1. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2002. – 376с.
2. Павлова Е.И. Экология транспорта. – М: Транспорт, 2000. – 248с.
3. Барыкина В.А., Ларченко В.И., Медяновский Ю.Н., Франко Р.Т. Современные приборы контроля атмосферных загрязнений углеводородами. – М.: ЦНИИТЭИприборостроения, 1977. – 60с.
4. Примиский В.Ф. Автоматический газоанализатор углеводородов 334 КПИ03 // Приборы и системы управления. – М.: 1991. - № 8. – С. 29–30.
5. А.с. СССР № 1075141. Пламенно-ионизационный газоанализатор. Примиский В.Ф., Рыжков В.Ф., Шаталов М.Г. Павловская Л.В. Оpubл. 1984, Бюл. № 7.
6. Патент России № 2146048. Пламенно-ионизационный газоанализатор. Примиский В.Ф. Оpubл. 2000, Бюл. № 4.
7. Патент України № 27682. Пристрій для калібровки полум'яно-іонізаційного газоаналізатора. Приміський В.П., Ровенський А.Я., Цукатова Л.А. Оpubл. 2000, Бюл. № 4.
8. Патент України № 49063. Полум'яно-іонізаційний газоаналізатор для поста екологічного контролю автомобілів. Приміський В.П., Румбешта В.О. Оpubл. 2002, Бюл. № 9.
9. Патент України 62544А. Автоматична система виробництва чистого водню. Шаталов М.Г., Коссонович Ф.Ю., Приміський В.П., Цуканова Л.А. Оpubл. 2003, Бюл. № 12.
10. Патент України 62545А. Пристрій для одержання водню. Шаталов М.Г., Коссонович Ф.Ю., Приміський В.П., Цуканова Л.А. Оpubл. 2003, Бюл. № 12.

Безрук З.Д., Порев В.А., Примиский В.П. **Измерительный газоаналитический комплекс топливно-смазочных материалов**

В статье рассмотрены особенности инструментального измерения испарений топливно-смазочных материалов в автомобилях с помощью высокочувствительного газоанализатора. Обосновано создание измерительного комплекса с твердополимерным генератором водорода

Bezruk Z.D., Porev V.A., Primisky V.P. **The measuring gas analyses complex of the oil and fuel materials**

In the article are described peculiarities of instrumental measuring of oil and fuel vapor in automobiles, with the help of high sensitive gas analyzer. Proved the creation of measuring complex with solid polymeric hydrogen generator

Надійшла до редакції
22 грудня 2005 року

УДК 543.27.08

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

Максименко Ю.Н., ЗАО «Всеукраинский НИИ аналитического приборостроения»
(ЗАО «Укрналит»), г. Киев, Украина

В работе приведен расчет абсолютной и относительной погрешностей измерения для реальной многокомпонентной газовой среды. Оценены допустимые значения изменения напряжений с фотоприемника многокомпонентного газоанализатора МАРС-5, при которых погрешность прибора не превышает определенного, заранее заданного, значения

Введение

Разработанные и выпускаемые сегодня на Украине многокомпонентные ин-

Figure 1: A schematic diagram illustrating the proposed framework for the multi-view multi-label classification task. The input consists of multiple views of an image, each represented by a feature vector. These feature vectors are fed into a shared multi-layer perceptron (MLP) structure. The output of the MLP is a set of logits, which are then passed through a softmax function to produce the final classification results. The diagram shows the flow from input features through the shared MLP to the output logits and finally to the softmax function.

1000

H

[illegible][illegible]

кювете на i -й длине волны λ_i и наличии в ней паров воды определенной концентрации (в кювете пары воды в воздухе с точкой росы $+3^\circ\text{C}$).

После почленного вычитания (3) из (2) и замены $k_{i0}C_{60}$ на $\ln \gamma_i$ (где $\gamma_i = U_{0i} / U_{i0}$) получаем систему уравнений:

[illegible]

Решение системы (4) в общем виде:

$$C_j = \frac{\det C_j}{\det C} \quad (5)$$

где $\det C$ – определитель системы, а $\det C_j$ – частный определитель, получаемый из определителя $\det C$ путем замены в нем соответствующего j -го столбца на столбец из правой части системы (4).

Для реальных приборов и газовых многокомпонентных смесей большинство недиагональных элементов k_{ij} равны нулю или очень малы. Тогда определитель $\det C$ в формуле (5) принимает вид:

$$\det C = \begin{vmatrix} k_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{16} & 0 \\ 0 & k_{22} & 0 & 0 & 0 & k_{26} & 0 \\ 0 & 0 & k_{33} & 0 & k_{35} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_{44} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k_{55} & k_{56} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{66} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{77} \end{vmatrix} = k_{11} \cdot k_{22} \cdot k_{33} \cdot k_{44} \cdot k_{55} \cdot k_{66} \cdot k_{77} \quad (6)$$

Частный определитель, например для NO, имеет вид:

$$\begin{aligned} \det C_1 &= \begin{vmatrix} \ln(\gamma_1 U_{10}/U_1) & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{16} & 0 \\ \ln(\gamma_2 U_{20}/U_2) k_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{26} & 0 \\ \ln(\gamma_3 U_{30}/U_3) & 0 & k_{33} & 0 & k_{35} & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & k_{44} & 0 & 0 & 0 \\ \ln(\gamma_5 U_{50}/U_5) & 0 & 0 & 0 & k_{55} & k_{56} & 0 \\ \ln(\gamma_6 U_{60}/U_6) & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{66} & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{77} \end{vmatrix} = \\ &= k_{22} k_{33} k_{44} k_{55} k_{66} k_{77} \ln \frac{\gamma_1 U_{10}}{U_1} - k_{22} k_{33} k_{44} k_{55} k_{77} k_{16} \ln \frac{\gamma_6 U_{60}}{U_6} \end{aligned} \quad (7)$$

Разделив (7) на (6) имеем:

$$C_1 = \frac{\det C_1}{\det C} = \frac{1}{k_{11}} \cdot \ln \frac{\gamma_1 U_{10}}{U_1} - \frac{k_{16}}{k_{11} \cdot k_{66}} \cdot \ln \frac{\gamma_6 U_{60}}{U_6} \quad (8)$$

Абсолютное изменение концентрации газа C_I при изменении напряжения U_I на ΔU :

$$\Delta C_I = \frac{1}{k_{11}} \cdot \ln \frac{U_I + \Delta U}{U_I} \quad (9)$$

Как видно из (9) абсолютное изменение концентрации газа не зависит от U_0 .

Относительное изменение концентрации газа C_I , при изменении напряжения U_I на ΔU , получается путем почленного деления уравнения (9) на (8):

$$\frac{\Delta C_I}{C_I} = \frac{\ln \frac{U_I + \Delta U}{U_I}}{\ln \frac{\gamma_1 U_{10}}{U_I} - \frac{k_{16}}{k_{66}} \cdot \ln \frac{\gamma_6 U_{60}}{U_6}} \quad (10)$$

Оценка допустимых изменений напряжений с фотоприемника

Для одного из приборов МАРС-5 определитель системы имеет вид:

$$\det C = \begin{vmatrix} 4,67 \cdot 10^{-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 3,94 \cdot 10^{-3} & 0 \\ 0 & 6,39 \cdot 10^{-1} & 0 & 0 & 0 & 2,45 \cdot 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 4,74 \cdot 10^{-1} & 0 & 5,24 \cdot 10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 9,78 \cdot 10^{-2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,65 \cdot 10^{-2} & 6,65 \cdot 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4,04 \cdot 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2,89 \cdot 10^{-1} \end{vmatrix}$$

Строка напряжений U_0 для кюветы, заполненной азотом:

$$U_0 = (0,879; 0,489; 0,851; 1,062; 0,509; 0,520; 1,178).$$

Строка напряжений U_I для кюветы, заполненной окисью азота с концентрацией $C_I = 1,06 \text{ г/м}^3$:

$$U_I = (0,686; 0,489; 0,851; 1,062; 0,509; 0,520; 1,178).$$

Оценим величину допустимого ΔU , при котором относительная погрешность измерения NO будет не более определенной величины, например 10 %, т.е. по формуле (10) имеем:

$$\frac{\Delta C_I}{C_I} = 0,1 \geq 3,662 \cdot \ln \frac{0,686 + \Delta U}{0,686}$$

Отсюда $\Delta U \leq 0,019 \text{ В}$.

Таким образом, изменение напряжения на канале NO на 19 мВ может привести к дополнительной погрешности всего $\pm 5 \%$. Однако такой вывод естественно локальный, т.е. принадлежит конкретному многокомпонентному газоанализатору МАРС-5 для определенного канала измерения (NO) и определенного участка измерения (2/3 измерительной шкалы).

Рассмотрим тот же прибор, но для другого газа, например SO_2 . Строка напряжений U_4 для кюветы, заполненной SO_2 с концентрацией $C_4 = 2,72 \text{ г/м}^3$ имеет вид:

$$U_4 = (0,879; 0,489; 0,851; 0,912; 0,509; 0,520; 1,178).$$

Частный определитель для SO_2 имеет следующий вид:

$$\det C_4 = \begin{vmatrix} 4,67 \cdot 10^{-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 3,94 \cdot 10^{-3} & 0 \\ 0 & 6,39 \cdot 10^{-1} & 0 & 0 & 0 & 2,45 \cdot 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 4,74 \cdot 10^{-1} & 0 & 5,24 \cdot 10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4,57 \cdot 10^{-2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,65 \cdot 10^{-2} & 6,65 \cdot 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4,04 \cdot 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2,89 \cdot 10^{-1} \end{vmatrix}.$$

Относительная погрешность измерения концентрации SO_2 при изменении напряжения U_4 на ΔU будет:

$$\frac{\Delta C_4}{C_4} = \frac{\ln \frac{U_4 + \Delta U}{U_4}}{\ln \frac{\gamma_4 U_{40}}{U_4}}. \quad (11)$$

Подставив реальные вышеприведенные значения получаем в формуле (11) для SO_2 изменение значения напряжения с фотоприемника $\Delta U \leq 14$ мВ, при которой дополнительная погрешность измерения SO_2 от изменения напряжения с фотоприемника не превышает $\pm 5\%$.

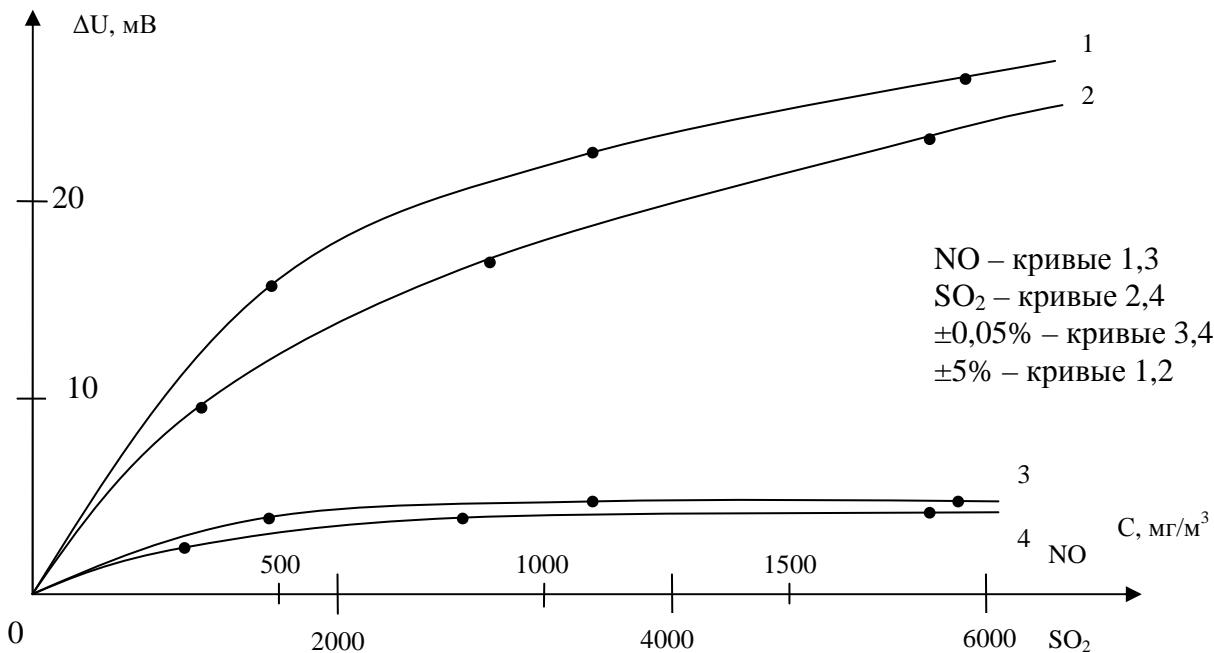


Рисунок 1 – Зависимости напряжений с фотоприемника

На рис.1 приведены зависимости допустимых изменений напряжений с фотоприемника ΔU от значения концентрации измеряемых газов C для различных газов и различных значений относительной погрешности.

Видно, что при измерении больших концентраций значение допустимого

изменения напряжения увеличивается. Нижнее значение допустимого напряжения зависит от типа газа и определяется его диагональным коэффициентом поглощения.

При малых концентрациях (< 20 % верхнего предела измерений) диапазон допустимых отклонений напряжений с фотоприемника резко уменьшается, что соответствует увеличению погрешности измерений при этих концентрациях. Можно оценить, что при концентрациях меньших 10 % верхнего предела измерений погрешность измерений за счет изменений напряжений с фотоприемника будет равна и даже больше $\pm 10\%$.

Выводы

Для многокомпонентных газоанализаторов 305ФА01 характерна нестабильность напряжения с анализируемых каналов не более 10-20 мВ, а для газоанализатора МАРС-5 эта величина составляет 5-10 мВ. Таким образом, нестабильности сигналов с любого анализируемого канала (можно привести примеры и для других каналов измерения) влияют на погрешность измерения многокомпонентных газоанализаторов не более чем на $\pm 1\%$ и даже менее для некоторых приборов, что является предметом дальнейших исследований.

Литература

1. Дашковский А.А., Колотуша С.С., Коробейник А.В., Максименко Ю.Н. Инфракрасные абсорбционные газоанализаторы. // Приборы, средства автоматизации и системы управления. ТС-4 "Аналитические приборы и приборы для научных исследований". - М.: Информприбор, 1990. - Вып.1. - 64 с.
2. Максименко Ю.Н. Многокомпонентные газоанализаторы серии "МАРС" для контроля вредных выбросов промышленных предприятий. // Геоекологічні дослідження: стан і перспективи: Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції, Івано-Франківськ, 23-25 травня 1995. – К. 1995. – Част. 1. - С.139-140.
3. Шишловский А.А. Прикладная физическая оптика. - М.: Гос. издат. физ.-мат. лит., 1961.

<p>Максименко Ю.М. Дослідження похибки багатокомпонентних інфрачервоних газоаналізаторів</p> <p>В роботі наведений розрахунок абсолютної та відносної похибок вимірювання для реального багатокомпонентного газового середовища. Проведена оцінка допустимих значень зміни напруги від фотоприймача багатокомпонентного газоаналізатора МАРС-5, при яких похибка приладу не перевищує певного, наперед заданого, значення.</p>	<p>Maksimenko Y.N. Errors research in multi-component infra-red gas analyzers</p> <p>In the work is given a calculation of absolute and relative errors of measurements for real multicomponent gas environment. Estimated acceptable values of changing voltages from photo receiver of multicomponent gas analyzer MARS-5, by which the error of the device don't go over appropriate limit, which was given before.</p>
---	---

*Надійшла до редакції
28 лютого 2006 року*