

РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ГАЗОАНАЛІЗАТОРА ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ГАЗІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглядається питання розробки і виконання компактного і недорогого аналізатора вибухонебезпечних газів. Запропонована структурна схема та конструкція пристрою для реєстрації підвищеної концентрації горючих вуглеводнів та чадного газу. На базі промислового датчика «MQ-9» та обчислювальної платформи «Arduino» реалізовано і випробувано побутовий газоаналізаторний пристрій, який забезпечує виявлення вибухонебезпечних газів в повітрі при їх концентрації від 10 ppm.

Ключові слова: газоаналізатор, мікроконтролер, сенсор газу, пристрій, конструкція, макет.

Abstract

The paper considers the development and implementation of a compact and inexpensive analyzer of explosive gases. The structural scheme and design of the device for the registration of increased concentration of combustible hydrocarbons and carbon monoxide is proposed. Based on the industrial sensor "MQ-9" and the computer platform "Arduino" a household gas analyzer device was realized and tested. It provides the detection of explosive gases in the air in concentration over 10 ppm.

Keywords: gas analyzer, microcontroller, gas sensor, device, design, layout.

Вступ

Чи в кожную хвилину свого дорогоцінного життя Ви впевнені у власній безпеці? Чи уважно Ви слідкуєте за середовищем свого перебування і знаєте, які небезпеки Вас оточують повсякчас? Мабуть, що ні. Ми ніколи напевно не знаємо, що нам приготувала доля, де б ми не знаходились. Особливо це стосується тих моментів, коли ми працюємо, адже трудова діяльність людини здійснюється в умовах можливого виникнення чималої кількості різноманітних небезпек, серед них найбільш раптовими є вибухи та пожежі, між якими спостерігаються причинно-наслідкові зв'язки. Вони можуть виникати як на об'єктах, що виробляють чи використовують вибухонебезпечні матеріали та речовини (зокрема об'єкти вугільної, нафтової, газової, хімічної, металургійної промисловості та ін.), так і в будь-яких інших місцях, що пов'язані з життєдіяльністю людини. Однією з причин вибухів є вибухонебезпечні гази [1].

Вибухонебезпечні гази (explosive gases) – це горючі гази, які здатні утворювати з повітрям вибухову суміш [2]. Найбільш вибухо- та пожежонебезпечні суміші з повітрям утворюються при витоку газоподібних та зріджених речовин вуглеводневого ряду – метану, пропану, бутану, етилену, пропілену тощо [1]. На деяких об'єктах, таких як полігони, звалища твердих побутових відходів, вугільні шахти, ці продукти можуть з'являтися випадково і спонтанно, тому задля забезпечення пожежної безпеки у подібних місцях потрібно обов'язково здійснювати контроль концентрації вибухонебезпечних газів у повітрі поблизу об'єктів, де вони можуть утворюватись та/або накопичуватись. Такий же контроль доцільно здійснювати у школах, університетах, магазинах, інших установах значного скупчення людей і навіть у звичайних помешканнях, адже існує велика небезпека витоку природного газу, що використовується для опалювання приміщень та приготування їжі.

Результати досліджень

Вимірювальні пристрої, що дозволяють визначати якісний і кількісний склад сумішей газів, називають газоаналізаторами. На сьогодні вони у широкому асортименті наявні у продажу, але їхня ціна є надто високою, що не дозволяє в повному обсязі встановити газоаналізатори у всіх місцях, де вони необхідні. Для аналізу вибухонебезпечних сумішей газів в промислових масштабах часто застосовуються магнітоєфузійні газоаналізатори, проте вони вимагають високоточної стабілізації витрат аналізованої суміші та порівняльного газу, а також постійної температури і параметрів електроживлення [3]. Проте для більшості випадків не потрібно, щоб пристрій здійснював детальний аналіз суміші газів, достатньо лише сповіщення про небезпечну концентрацію будь-якої з вибухонебезпечних речовин та сполук. Зважаючи на це, конструкцію газоаналізатора можна значно спростити, що зменшить його вартість.

Такий пристрій для задач побутового виявлення вибухонебезпечних газів та використання в навчальному процесі було розроблено нами на базі плати з мікроконтролером «Arduino» (Mega, Uno, Nano), яка є апаратною обчислювальною платформою, та датчика найпоширеніших вибухонебезпечних газів «MQ-9», що є досить недорогим (ціна становить близько 100 грн.) і легкодоступним. Структурна схема конструкції такого газоаналізатора наведена на рис. 1.

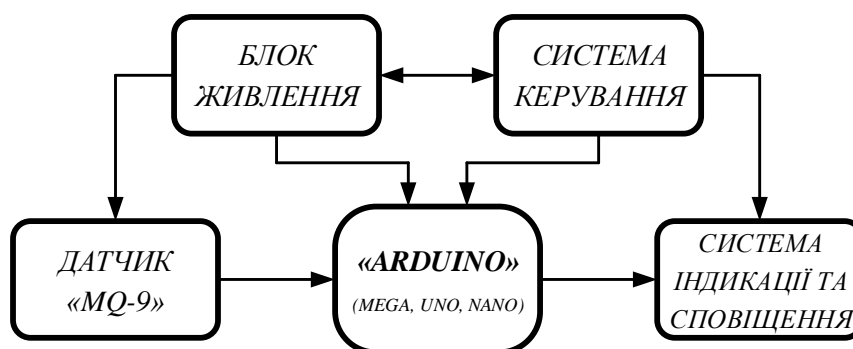


Рисунок 1 – Структурна схема газоаналізатора з датчиком «MQ-9»

Система керування містить у своєму складі усі необхідні для управління та налаштування пристрою кнопки, вимикачі, перемикачі та потенціометри (також можна вмонтовувати енкодери).

Система індикації та сповіщення, залежно від потреб споживача, може містити у своєму складі різні пристосування. Базовими елементами є: червоний світлодіод (для світлової індикації небезпечної концентрації газів), зумер або інше джерело звуку (для звукового сповіщення про вміст у повітрі небезпечної концентрації газів), дисплей будь-якого типу (для точного відображення концентрації газів та здійснення налаштувань пристрою).

Чутливим елементом цього пристрою є електронний сенсор хімічного типу виробництва Hanwei Electronics Group Corporation «MQ-9» (рис. 2). Цей датчик чутливий до диму і вибухонебезпечних газів, таких як природний газ, бутан, пропан, метан, водень і пари спирту.

Сенсор MQ-9 – це напівпровідниковий електронний прилад, виконаний на основі плівкової металооксидної технології. Принцип роботи сенсора оснований на зміні опору тонкоплівкового шару діоксиду олова SnO_2 при контакті з молекулами газів у повітрі, що аналізується. Використовуючи цю властивість, можна подавати відому напругу на датчик, а потім зчитувати її змінені значення. Чутливий елемент датчика складається з керамічної трубки, покритої оксидом алюмінію Al_2O_3 і нанесеного на неї чутливого шару діоксиду

олова. Всередині трубки встановлений нагрівальний елемент, який підвищує температуру чутливого шару до значення, при якому він починає реагувати на наявність газів (250 ± 10 °C) [4]. Чутливість до різних газів досягається варіюванням складу домішок в чутливому шарі. Недоліком цього сенсору є залежність показників від температури і вологості навколишнього середовища, а також невисока чутливість у порівнянні з іншими п'єзоелектричними сенсорами, які мають високу вартість, та з напівпровідниковими давачами, які натомість мають обмежений термін роботи [5]. Однак чутливості «MQ-9» до горючих вуглеводневих газів в межах від 100 до 10000 ppm, а для чадного газу від 10 до 1000 ppm цілком достатньо для побутових задач [6].



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд модуля сенсора газу «MQ-9»

«MQ-9» має аналоговий і цифровий виходи. Напруга на аналоговому виході буде змінюватися пропорційно концентрації газів у навколишньому середовищі. Чим більше значення вихідної напруги, тим вища кількість вибухонебезпечного газу міститься в повітрі. Для визначення логічного рівня (0 або 1) датчик також оснащений цифровим виходом. У модулі датчика є вбудований потенціометр, який дозволяє налаштувати чутливість цього датчика залежно від того, наскільки точно необхідно реєструвати рівень концентрації вибухонебезпечного газу в оточуючому повітрі [7] і яка концентрація газів вважається гранично допустимою.

Згідно з даними виробника датчик «MQ-9», а з ним і весь газоаналізаторний пристрій, має такі технічні характеристики [4]:

- Напруга нагрівача: $5 \text{ В} \pm 0.1 \text{ В}$ (постійного або змінного струму);
- Робоча напруга: 3...15 В (постійного струму);
- Час відгуку: менше 10 с;
- Потужність: 340 мВт;
- Відносна чутливість: $\leq 0,6$;
- Опір нагрівача: 33 Ом;
- Діапазон робочих температур: $-20 \dots +50$ °C.

Нами було зібрано макет описаного газоаналізатора, необхідні компоненти підібрані згідно з вищенаведеною схемою, у пам'ять мікроконтролера завантажено відповідну програму та під'єднано блок живлення, який слугує для забезпечення стабілізованого живлення схеми) до джерела енергії. Система індикації складається з червоного світлодіода та LCD дисплея BC-1602. Додатково на плату можна встановлювати засіб звукової сигналізації. В результаті було отримано дослідний лабораторний зразок газоаналізатора (рис. 3).

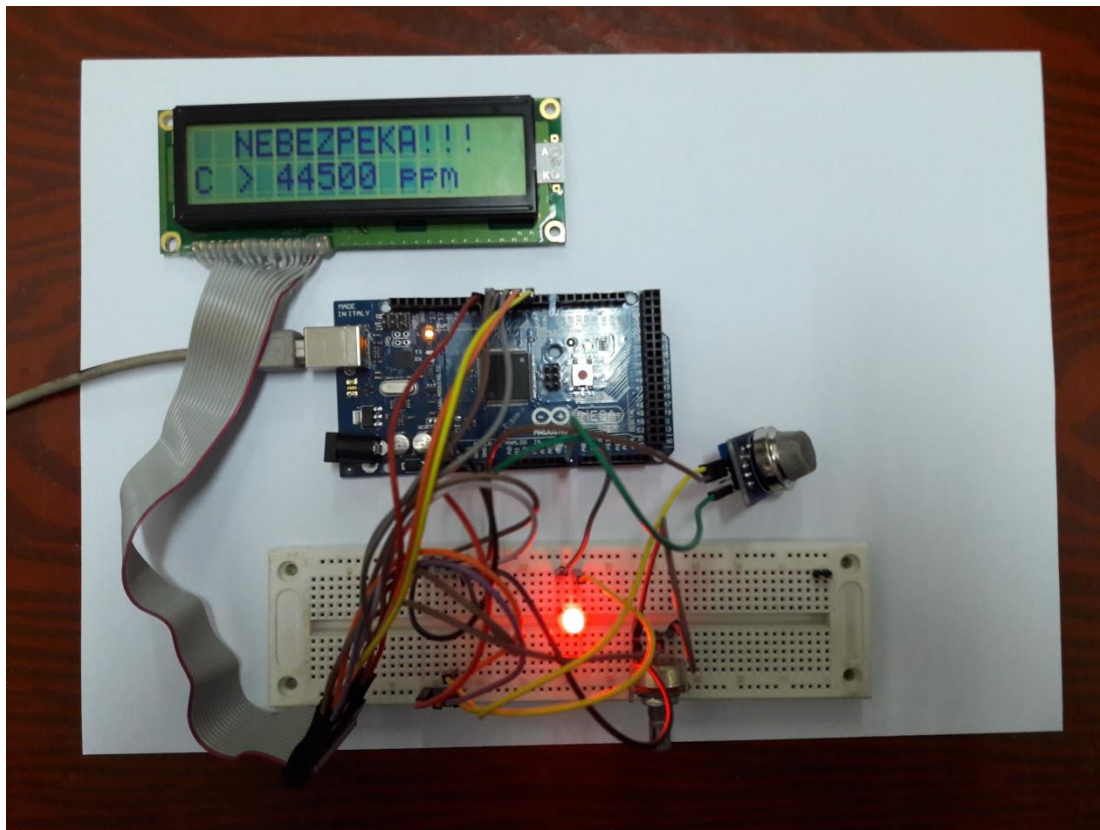


Рисунок 3 – Дослідний зразок аналізатора вибухонебезпечних газів

Як показали випробування, для правильної роботи сенсора нагрівальний елемент необхідно поперемінно живити від напруги 1,5 В (протягом 90 секунд) та від 5 В (протягом 60 секунд). Також можна забезпечити синусоїдальну зміну напруги з відповідною амплітудою і площею під графіком. В інтервалі живлення від низької напруги досягається максимум чутливості до чадного газу, а в інтервалі високої напруги відбувається фіксування вуглеводневих газів і випаровування конденсату. Якщо ж необхідно фіксувати лише чадний газ, досить живити сенсор постійною напругою 1,5 В.

Сенсор починає видавати коректні дані після 20 секунд роботи, оскільки цей час необхідний для розігріву трубки датчика. Варто зазначити, що подібна затримка властива більшості сенсорів газу.

Висновок

В роботі було розроблено макетний зразок побутового газоаналізатора, який може використовуватись в житлових, офісних приміщеннях та інших будівлях суспільного призначення. Газоаналізатор має просту конструкцію, він недорогий і технологічний у виготовленні та забезпечує виявлення вибухонебезпечних газів в повітрі при концентрації від 10 ppm.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний ; за ред. Є. П. Желібо. – 6-е вид. – К. : Каравела, 2008. – 344 с.
2. Гірничий енциклопедичний словник. Т. 1 / гол. ред. колеґії проф. В. С. Білецький. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2001. – 512 с.
3. Аналітичні екологічні прилади та системи / під заг. ред. В. А. Порєва. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 336 с.

4. MQ-9 Semiconductor Sensor for CO and Combustible Gas [Електронний ресурс] / Henan Hanwei Electronics. – Режим доступу : www.haoyuelectronics.com/Attachment/MQ-9/MQ9.pdf

5. Марікуца У. Технічні системи розпізнавання газів на основі електронних сенсорів / У. Марікуца // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2008. – № 626 : Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. – С. 16–20.

6. Іщенко В. А. Високочутливі засоби контролю малих концентрацій газів : монографія / В. А. Іщенко, В. Г. Петрук. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 138 с.

7. Полупроводниковые датчики газов [Електронний ресурс] // Сенсорика. – Режим доступу : <http://www.sensorica.ru/d9-1.shtml>

Крекотень Євген Геннадійович – студент групи РАМ–14б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ra14b.krekoten@gmail.com.

Штофель Дмитро Хуанович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: striks@ukr.net.

Костішин Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: seruykost@gmail.com.

Krekoten Evgeniy Gennadyevich – student of group RAM-14b, Faculty of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ra14b.krekoten@gmail.com.

Dmytro Kh. Shtofel – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor in Biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: striks@ukr.net.

Sergii V. Kostishyn – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor in Biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: seruykost@gmail.com.