

Н. А. Томчук, к.т.н., ВНТУ

О. В. Березюк, к.т.н., доцент, ВНТУ

Е. Г. Крекотень, студент группы БМА–18ми, ФИРЭН, ВНТУ

ГАЗОАНАЛИЗАТОР ШИРОКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Одной из причин взрывов являются взрывоопасные газы, которые могут накапливаться по разным причинам [1]. Наиболее взрыво- и пожароопасные смеси с воздухом образуются при утечке газообразных и сжиженных веществ углеводородного ряда – метана, пропана, бутана, этилена, пропилена и т.п. [1]. На некоторых объектах, таких как полигоны, свалки твердых бытовых отходов [2], угольные шахты, специальные производственные предприятия, эти продукты могут появляться случайно и спонтанно, поэтому для обеспечения пожарной безопасности в подобных местах нужно обязательно осуществлять контроль концентрации взрывоопасных газов в воздухе вблизи объектов, где они могут образовываться и/или накапливаться.

Измерительные устройства, позволяющие определять качественный и количественный состав смесей газов, называют газоанализаторами. Сегодня они в широком ассортименте имеются в продаже, но их цена слишком высока, что не позволяет в полном объеме установить газоанализаторы во всех местах, где они необходимы. Для анализа воздуха на предмет взрывоопасных смесей газов в промышленных масштабах часто применяются магнитоэффузионные газоанализаторы, однако они требуют высокоточной стабилизации расхода анализируемой смеси и сравнительного газа, а также постоянной температуры и параметров электропитания [3]. Однако для большинства случаев не требуется, чтобы устройство осуществляло детальный анализ смеси газов, достаточно лишь уведомления о присутствии опасной концентрации любого из взрывоопасных веществ и соединений в воздухе. Исходя из этого, конструкцию газоанализатора можно значительно упростить, что уменьшит его стоимость. В результате можно получить простой сигнализатор опасного уровня газа.

Устройство широкого назначения для анализа окружающего воздуха и оповещения об опасности, в случае обнаружения взрывоопасных газов, можно реализовать на основе платы с микроконтроллером «Arduino» (Mega, Uno, Nano), представляющую собой аппаратную вычислительную платформу, и датчика наиболее распространенных взрывоопасных газов «MQ-9», являющийся недорогим (цена составляет около 2\$) и легкодоступным. Структурная схема базовой конструкции такого газоанализатора приведена на рис. 1.

Система управления содержит в своем составе все необходимые для настройки и контроля устройства элементы, такие как кнопки, выключатели, переключатели, потенциометры (также можно устанавливать энкодеры) и др.

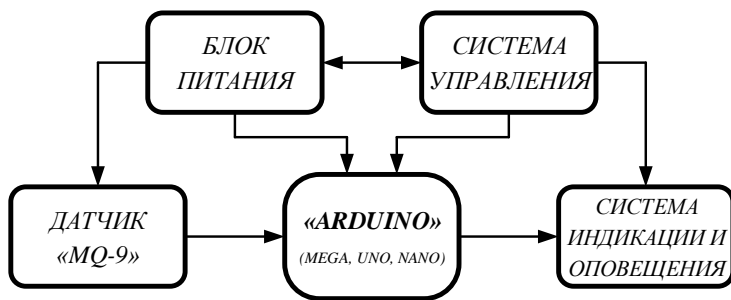


Рисунок 1 – Структурная схема газоанализатора с датчиком «MQ-9»

Система индикации и оповещения, в зависимости от нужд потребителя, может содержать в своем составе различные приспособления. Базовыми элементами служат: красный светодиод (для световой индикации повышенной концентрации опасных газов), зуммер или

другой источник звука (для звукового оповещения о содержании в воздухе опасной концентрации газов), дисплей любого типа (для точного отображения концентрации газов и осуществления пользовательских настроек устройства).

Чувствительным элементом этого газоанализатора является электронный сенсор химического типа производства Hanwei Electronics Group Corporation «MQ-9». Этот датчик чувствителен к угарному газу и взрывоопасным газам, таким как природный газ, бутан, пропан, метан, водород и пары спирта.

Сенсор «MQ-9» – это полупроводниковый электронный прибор, выполненный на основе пленочной металлооксидной технологии. Принцип работы сенсора основан на изменении сопротивления тонкопленочного слоя диоксида олова SnO_2 при контакте с молекулами анализируемых газов в воздухе. Используя это свойство, можно подавать известное напряжение на датчик, а затем считывать его измененные значения. Чувствительный элемент датчика состоит из керамической трубки, покрытой оксидом алюминия Al_2O_3 и нанесенного на нее чувствительного слоя диоксида олова. Внутри трубки установлен нагревательный элемент, повышающий температуру чувствительного слоя до значения, при котором он начинает реагировать на наличие газов (250 ± 10 °C) [4]. Чувствительность датчика к различным газам достигается варьированием состава примесей в его чувствительном слое. Недостатком этого сенсора является зависимость показателей от температуры и уровня влажности окружающей среды, а также невысокая чувствительность по сравнению с пьезоэлектрическими сенсорами, имеющими достаточно высокую стоимость, и с полупроводниковыми датчиками, имеющие в свою очередь очень ограниченный срок работы. Однако чувствительности «MQ-9» к горючим углеводородным газам в диапазоне от 100 до 10000 ppm, а для угарного газа от 10 до 1000 ppm вполне достаточно для бытовых задач.

«MQ-9» имеет аналоговый и цифровой выходы. Напряжение на аналоговом выходе будет изменяться пропорционально концентрации газов в окружающей среде. Чем больше значение выходного напряжения, тем выше количество взрывоопасного газа содержится в воздухе. В модуле датчика есть встроенный потенциометр, позволяющий настроить чувствительность в зависимости от того, насколько точно необходимо регистрировать уровень концентрации взрывоопасного газа в окружающем воздухе и какова концентрация газов считается предельно допустимой.

Датчик «MQ-9» имеет следующие технические характеристики [4]: напряжение нагревателя $5\text{ В} \pm 0,1\text{ В}$ (постоянного / переменного тока); рабочее напряжение $3...15\text{ В}$ (постоянного тока); время отклика менее 10 с ; мощность 340 мВт ; относительная чувствительность $\leq 0,6$; сопротивление нагревателя 33 Ом ; диапазон рабочих температур $-20...+50\text{ }^\circ\text{C}$.

Нами был собран макет описанного газоанализатора, необходимые компоненты подобраны согласно рис. 1, в память микроконтроллера загружена соответствующая программа и подключен блок питания к источнику энергии. Система индикации состоит из красного светодиода и LCD дисплея BC-1602. Дополнительно на плату можно установить средство звуковой сигнализации.

Как показали испытания, для правильной работы сенсора нагревательный элемент необходимо попеременно питать напряжением $1,5\text{ В}$ (в течение 90 с) и от 5 В (60 с). Также можно обеспечить синусоидальное изменение напряжения с соответствующей амплитудой и площадью под графиком. В интервале питания от низкого напряжения достигается максимум чувствительности к угарному газу, а в интервале высокого напряжения происходит фиксирование углеводородных газов и испарения конденсата. Если же необходимо фиксировать только угарный газ, достаточно питать сенсор постоянным напряжением $1,5\text{ В}$.

Сенсор начинает выдавать корректные данные, после 20 секунд работы, поскольку это время необходимо для разогрева трубки датчика. Стоит отметить, что подобная задержка свойственна большинству сенсоров газа [5].

Таким образом, на основе платформы «Arduino» можно построить полноценный недорогой газоанализатор, который может использоваться в жилых, офисных помещениях и других зданиях общественного назначения. Этот недорогой прибор имеет достаточно простую конструкцию, технологичен в изготовлении и обеспечивает обнаружение взрывоопасных газов в окружающем воздухе при их концентрации от 100 ppm .

Список литературы

1. Березюк, О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
2. Березюк, О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Т. 5. – С. 48-51.
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 [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. // Henan Hanwei Electronics. – Режим доступа : www.haoyuelectronics.com/Attachment/MQ-9/MQ9.pdf.
5. Кречотень, Є. Г. Реалізація мікроконтролерного газоаналізатора для реєстрації вибухонебезпечних газів [Электронный ресурс] / Є. Г. Кречотень, Д. Х. Штофель, С. В. Костішин // Матеріали XLVII наук.-технічн. конф. підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Режим доступа: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzip/all-frtzip-2018/paper/view/4888>.