

## АВТОНОМНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР

Жук Т.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Рыбаков С.А. – ст. преподаватель

**Аннотация.** Разработка автономного газоанализатора на основе полупроводниковых металлооксидных (MOS) сенсоров для детектирования горючих (метан, водород, пропан) и токсичных (оксид углерода) газов. Устройство обеспечивает непрерывный или периодический контроль концентраций в диапазоне от единиц до тысяч ppm с погрешностью  $\leq 5\%$ , автономную работу до 6 месяцев и возможность интеграции в системы промышленной безопасности. Конструкция решает задачу длительного экологического мониторинга во взрывоопасных зонах и труднодоступных помещениях.

**Введение.** Газоанализатор измерительный прибор для определения качественного и количественного состава смесей газов. Различают газоанализаторы ручного действия и автоматические. Среди первых наиболее распространены абсорбционные газоанализаторы, в которых компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами. Автоматические газоанализаторы непрерывно измеряют какую-либо физическую или физико-химическую характеристику газовой смеси или её отдельных компонентов. По принципу действия автоматические газоанализаторы могут быть разделены на 3 группы:

I) Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции. При помощи таких газоанализаторов, называемых объёмно-манометрическими или химическими, определяют изменение объёма или давления газовой смеси в результате химических реакций её отдельных компонентов.

II) Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы (термохимические, электрохимические, фотоколориметрические, хроматографические и др.). Термохимические, основанные на измерении теплового эффекта реакции каталитического окисления (горения) газа, применяют главным образом для определения концентраций горючих газов (например, опасных концентраций окиси углерода в воздухе). Электрохимические позволяют определять концентрацию газа в смеси по значению электрической проводимости раствора, поглотившего этот газ. Фотоколориметрические, основанные на изменении цвета определённых веществ при их реакции с анализируемым компонентом газовой смеси, применяют главным образом для измерения микроконцентраций токсичных примесей в газовых смесях - сероводорода, окислов азота и др. Хроматографические наиболее широко используют для анализа смесей газообразных углеводородов.

III) Приборы, основанные на чисто физических методах анализа (термокондуктометрические, денсиметрические, магнитные, оптические и др.). Термокондуктометрические, основанные на измерении теплопроводности газов, позволяют анализировать двухкомпонентные смеси (или многокомпонентные при условии изменения концентрации только одного компонента). При помощи денсиметрических газоанализаторов, основанных на измерении плотности газовой смеси, определяют главным образом содержание углекислого газа, плотность которого в 1,5 раза превышает плотность чистого воздуха. Магнитные газоанализаторы применяют главным образом для определения концентрации кислорода, обладающего большой магнитной восприимчивостью. Оптические газоанализаторы основаны на измерении оптической плотности, спектров поглощения или спектров испускания газовой смеси. При помощи ультрафиолетовых газоанализаторов определяют содержание в газовых смесях галогенов, паров ртути, некоторых органических соединений.

**Основная часть.** Выбор полупроводниковых металлооксидных сенсоров (типа СГ-21ХХ) обусловлен их высокой чувствительностью, дешевизной, возможностью миниатюризации и совместимостью с МЭМС-технологиями. Чувствительный элемент выполнен на основе диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ), легированного каталитическими добавками (Pt, Pd, Ni), что обеспечивает селективность к определённым газам – водороду, метану, пропану, оксиду углерода. Принцип действия основан на изменении электропроводности полупроводниковой плёнки при адсорбции газа на поверхности при рабочей температуре. Резистивный нагреватель из платинового композита позволяет достичь быстрого выхода на режим с потребляемой мощностью в активной фазе и в режиме поддержания. Для снижения энергопотребления реализован автономный режим и глубокий сон микроконтроллера (STM32L0). Измерительная схема включает мостовое включение сенсора, 16-битный АЦП и алгоритм линеаризации с компенсацией температуры и влажности. Конструкция выполнена во взрывонепроницаемом корпусе с пылевлагозащитой IP54, соответствует группам взрывоопасных смесей IIA, IIB, IIC и температурным классам. Передача данных – по радиоканалу или Bluetooth LE.

Технические характеристики: определяемые газы –  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}$ ; основная погрешность –  $\pm 5\%$  от диапазона; время отклика – не более 10 с; время автономной работы – до 6 месяцев; напряжение питания – 3,7 В; активный ток – 50 мА; ток в режиме сна – 15 мкА; рабочий диапазон температур –  $-20 \dots +50$  °С; сопротивление изоляции между нагревателем и чувствительным слоем – не менее 10 МОм.

**Заключение.** Предложенная конструкция автономного газоанализатора на основе MOS-сенсоров эффективно решает задачу длительного контроля горючих и токсичных газов в условиях отсутствия

внешнего питания и при необходимости работы во взрывоопасных зонах. Сочетание низкого энергопотребления, высокой чувствительности, взрывозащищённости и беспроводного интерфейса делает разработку применимой в системах промышленной безопасности, «умного дома», на объектах нефтегазового комплекса и в шахтах. Конструкция технологична, масштабируема под разные типы газов и готова к серийному производству.

**Список использованных источников:**

1. Приборы и техника эксперимента, 2002г., №3, с. 111-114.
2. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002г., №9, с. 38-41.
3. Зубков М.В., Локтюхин В. Н., Совлуков А.С., «Датчики и измерительные преобразователи для контроля окружающей среды»: учебное пособие; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2009, 64с.