

И.О. Оробей, канд. техн. наук, доц.;
В.В. Сарока, канд. техн. наук, доцент,
Д.С. Карпович, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

ДАТЧИК КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ NH_3

Газовый анализ – это качественное обнаружение и количественное определение компонентов газовых смесей. Газовый анализ может проводиться, так по лабораторным методикам, так как с помощью специальных газоанализаторов. Как правило, методы газового анализа основаны на измерении физических параметров и свойств среды. По характеру измеряемого физического параметра методы газового анализа можно разделить на: механические, акустические, тепловые, магнитные, оптические, ионизационные, масс-спектрометрические, электрохимические, полупроводниковые.

Измерители концентрации, принцип действия которых основан на взаимодействии оксидов металлов с анализируемыми газами перспективны для анализа концентрации газов.

В ном измерителе концентрации NH_3 использован первичный преобразователь, чувствительный резистивный элемент которого представляет собой слой допированного оксида олова (IV), полученный методом магнетронного распыления металлической мишени сложного состава. Чувствительный слой преобразователя через диэлектрическую подложку находится в тепловом контакте с платиновым нагревательным элементом.

Для измерения концентрации NH_3 электронная схема должна осуществлять стабилизацию температуры резистивного слоя оксида олова в точке максимальной чувствительности к газу, причем из-за возникающих перекрестных помех для управления температурой нагревателя нежелательно использовать широтно-импульсную модуляцию тока нагревательного элемента. Вследствие малого теплового сопротивления между чувствительным элементом и нагревателем последний может быть использован в качестве датчика температуры.

Первичный преобразователь содержит резистивный слой допированного оксида олова R_1 и платиновый нагревательный элемент R_2 [1]. Слой оксида олова имеет чувствительность по проводимости $\Delta\sigma/\sigma \cdot 100 = 20\%/ppm$ к NH_3 при объемной концентрации $C = 10 ppm$ и температуре $190 \pm 2^\circ\text{C}$, $\Delta\sigma/\sigma \cdot 100 = 15\%/ppm$. Линейное увеличение проводимости слоя оксида олова от концентрации сохраняется вплоть до $C = 1000 ppm$. Начальное сопротивление R_1 при отсутствии NH_3 лежит в пределах 300 ± 50 кОм, сопротивление нагревателя при температуре

$t=0^{\circ}\text{C}$ $R_2(0)=10$ Ом, статическая характеристика $R_2(t)$ соответствует платиновому термометру сопротивления типа Pt100.

Измеритель концентрации работает следующим образом. Сигнал задания температуры для усилителя ошибки формируется цифро-аналоговым преобразователем (ц.а.п.) под управлением контроллера, принципиальная схема которого приведена в [2]. Выходной сигнал D_r усилителя ошибки управляет источником тока нагревателя R_2 , T_1 . Для определения температуры нагревателя в управляющее напряжение D_r добавлен меандр с частотой 3 кГц, вырабатываемый ключом, под управлением генератора. Преобразование $U_{mR_2}(t)$ в напряжение, пропорциональное температуре, осуществляется дифференциальным усилителем; активным фильтром низких частот на C_1 , R_{11} , синхронным детектором, и усилителем.

Задающее напряжение, вырабатываемое ц.а.п., при наклоне характеристики 10^{-3} В/бит обеспечивает не менее 7 младших значащих разрядов ц.а.п. на 1°C в требуемом температурном диапазоне. Развертка задающего напряжения осуществляется циклически с двухсекундной выдержкой постоянных напряжений, соответствующих температурам 190 и 250 $^{\circ}\text{C}$, что определяется длительностью переходного процесса в системе источник тока - R_2 - R_1 .

Падение напряжения на R_1 , обратно пропорциональное концентрации измеряемого газа, через буферный повторитель, выполненный на измерительном усилителе, поступает на Δ - Σ аналого-цифровой преобразователь (а.ц.п.), расположенный в микропроцессорном блоке [2]. А.ц.п. сконфигурирован как 16 разрядный в диапазоне 0 – 1,25 В. Максимальное значение сопротивления R_1 заносится в память контроллера при калибровке устройства. Программное обеспечение контроллера учитывает паразитное перекрестное влияние компонент газов на результаты измерения (ненулевую чувствительность к NH_3 при температуре 250 $^{\circ}\text{C}$), что позволяет получить погрешность не более 1 ppm в диапазоне концентраций 0 – 1000 ppm.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shishkin N.Y., Zharsky I.M., Lugin V.G., Zarapin V.G. Dioxide Thin Films by Magnetron sputtering and Thermal Oxidation Technique. // Sensors and Actuators B 48. pp. 403-408. 1998.
2. И.О. Оробей, И.Ф. Кузьмицкий, Д.А. Гринюк, С.Е. Жарский, В.В. Сарака, М.В. Максимова . // ПТЭ. 1997. №2. С. 141.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. В 2т.: пер с англ. – М.: Мир, 1984.