

КОНТРОЛЬ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

In work the technologies of manufacturing of thick-film and volumetric sensitive gases of elements are considered. The test datas of transmitters on responsivity in different gases are resulted, and also temperature dependences of resistance of elements on a view and quantity of addition elements. The test data on stability are given.

Для определения концентраций отдельных компонентов газовых выбросов предприятий широко используются газовые хроматографы, спектрофотометры, масс-спектрометры, иономеры и другие приборы. Как правило, это сложные в обслуживании и весьма дорогостоящие лабораторные установки. Однако на каждом конкретном промышленном предприятии компоненты многих выбросов известны. Поэтому нет необходимости в использовании сложных анализаторов. В этом случае задача заключается в нахождении предельного порога концентраций (ПДК) контролируемых компонентов газовой смеси. В связи с этим, ряд приборов и устройств может быть более простым, а значит и более дешевым.

В настоящее время разработаны миниатюрные полупроводниковые газочувствительные элементы, имеющие широкий спектр свойств и изготовленные по различным технологическим процессам [1, 2]. Наиболее подходящими для промышленных целей элементами являются газовые сенсоры резистивного типа, полученные по толсто пленочной гибридной технологии [3]. Чувствительным элементом у них является пленка нестехиометричного оксида SnO₂ толщиной 100 – 500 мкм с добавками веществ, обеспечивающих необходимую проводимость, чувствительность, избирательность и стабильность [3]. Изучение влияния этих добавок на указанные свойства позволило выбрать режимы и схему измерений.

Известно, что обратимая хемосорбция протекает на поверхности оксидов при температурах 300 – 400°C, поэтому в качестве нагревателя использовался не пленочный, а дискретный хромо-никелевый элемент.

Исследование температурных зависимостей относительного сопротивления сенсоров позволило выбрать необходимый диапазон чувствительности и варьировать избирательностью сенсора. Так, для температур 250 – 300 °C у резистивного сенсора на основе SnO₂ величина сопротивления составляет 2 – 6 МОм и при изменении концентрации анализируемой компоненты, например аммиака, с 10 до 100 мг/м³ менялась в 2 – 3 раза, а при температурах 350 – 400°C изменение составило 10.

Наиболее ярко выраженные реакции на поверхности сенсорного элемента – окислительно-восстановительные. Поэтому анализируемыми газами в этом случае являются кислородо- и водородосодержащие компоненты газовых смесей – CO, CO₂, NO₂, SO₂, SO₃, NH₃ и др.

Разработаны схемы, позволяющие регистрировать пороговые концентрации моногазов, бинарных смесей, а также смесей, содержащих 3 и более компонент. В связи с этим измерительная схема может содержать от 2-х до 5-ти сенсорных элементов, работающих при разных температурах и сенсибилизированных на различные газы.

На моногазы разработан дифференциальный датчик, позволяющий фиксировать концентрации аммиака от 10 мг/м³ и паров ацетона 20 мг/м³ с точностью не хуже 10 – 15%. Диапазон изменения сопротивления датчика при этом 1 – 30 МОм. Использование в измерительной схеме буферного преобразователя позволило поднять чувствительность до уровня

5 мг/м³ по аммиаку.

Наиболее сложным параметром при изготовлении и работе приборов с такими датчиками является долговременная стабильность. Обязательная нестехиометричность оксида, используемого в газочувствительном элементе, приводит к необходимости поддерживать концентрацию компонента в анализируемой газовой смеси на уровне, не превышающем порог необратимых изменений оксида. Это достигается с помощью разработанного пробоотборника, пропорционально увеличивающего концентрацию смеси, подаваемую прибор. Испытания на долговременную стабильность показали, что после 500-часовой работы изменение параметров составило не более 8 – 10 %.

Разработанный прибор представляет собой блок предусилителя с малыми входными токами, собранный на операционном усилителе 140 УД8, что позволило исключить влияние дрейфа входных токов на сопротивление дифференциальных сенсоров. Сигналы усилителей коммутируются на АЦП с помощью аналогового коммутатора, управляемого от ЭВМ. Для контроля уровня «нулевых» сигналов предусмотрено подключение, по заданному алгоритму, источника калиброванного напряжения. В связи с необходимостью использования стандарта RS 232 применены преобразователи параллельного кода АЦП в последовательный. Преобразователь кода заносит также коды от ЭВМ в параллельный регистр. Эти коды используются для управления коммутатором и пробоотборником. Алгоритм работы записан на дискете, на которую записывается и информация о концентрации компонента газовой смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кофстад П. Отклонение от стехиометрии, диффузия и электропроводность в окислах металлов. – М.: Мир, 1975. – 396 с.
2. Михайлов В.Б. Пленочные полупроводниковые газовые датчики на основе оксида олова // Всесоюзная НТК «Метрологические проблемы микроэлектроники»: Тез. докл. М.: Радио и связь, 1991. – С. 57.
3. Михайлов В.Б. Толстопленочные интегральные газочувствительные элементы на основе SnO₂ // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии неорган. в-в. Вып. X. 2002. С. 244–249.