

В.Б. Михайлов, доц., канд. физ.-мат. наук
Д.С. Карпович, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск);

С.Д. Латушкина, канд. техн. наук
(ФТИ НАН РБ, г. Минск)

ДИНАМИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫЕ ГАЗОВЫЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ АСУ ПРОИЗВОДСТВОМ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Контроль за концентрацией токсичных, пожаро- и взрывоопасных газов, а также отдельных компонент отходящих технологических выбросов химических предприятий ведется различными приборами. Это электрохимические, термокаталитические, термомагнитные, ИК-оптические, вплоть до использования хроматографов и спектрометров.

Одним из перспективных методов контроля концентраций известных компонент в газовых выбросах предприятий является использование достаточно дешевых пленочных газовых датчиков на основе оксидов металлов, обладающих полупроводниковыми свойствами. Такие датчики имеют хорошую чувствительность – до нескольких ppm и время реакции 3 – 5 с. [1, 2]

Однако, у полупроводниковых сенсоров существует проблема “отравления” большими концентрациями анализируемых газов при их скачкообразном изменении. Это выражается в увеличении времени восстановления исходного поверхностного сопротивления датчика, что в свою очередь тормозит процесс управления технологической линией.

В первых разработках такого прибора задача решалась использованием пропорционального дозатора – разбавителя концентраций исследуемых газов. [3] Этот способ оказался дорогим и вновь увеличивал постоянную времени всего прибора.

Изучение временных характеристик сенсоров позволило создать метод управления не приводящий к “отравлению” поверхности. [3]

При воздействии на поверхность датчика имеющего нестехиометричный состав газов с концентрацией O_2 5 – 10 ppm время достижения максимального сигнала находятся в пределах 5 с. Амплитуда сигнала при этом порядка 30 % от максимума. Датчик достаточно быстро в течении 12 – 13 с. восстанавливает свое удельное сопротивление после снятия воздействия. При увеличении концентрации амплитуда сигнала растет, а время достижения максимального значения сигнала порядка 50 % от максимума увеличивается до 10 – 11 с. При резком росте концентрации O_2 амплитуда сигнала достигает макси-

му за время 5 – 8 с, а восстановление длится несколько минут. Кривые изменения относительного сопротивления датчиков при различных концентрациях кислородосодержащих компонент показаны на рисунке 1.

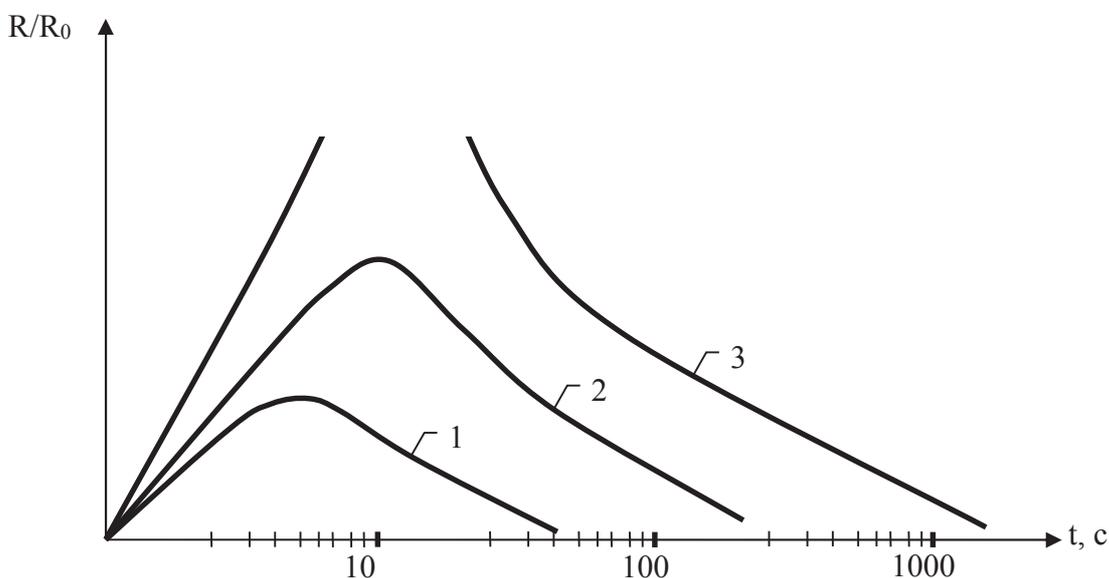


Рисунок 1 – 1 – концентрация O₂ 5÷10 ppm; 2 – 30÷40 ppm; 3 – свыше 500 ppm.

Описанные явления при появлении больших концентраций анализируемых газов могут приводить к «отравлению» датчика и невозможности его использования в автоматизированных системах контроля. Способом устранения этого недостатка является уменьшение температуры рабочего тела датчика, что снижает скорость роста сигнала датчика, но приводит к росту времени восстановления сопротивления (проводимости) датчика.

При изготовлении тонкопленочных датчиков осуществлялся «подпыл» наноразмерных островковых несплошных пленок Au, Pt, Pd, т.е. каталитических добавок, а при создании толстопленочных элементов в состав датчика были введены суспензии С-фуллеренов и С-нанотрубок в контролируемой концентрации. В обоих случаях скорости обратимых реакций при процессе сорбции– десорбции молекул окружающих газов возросли в 4÷5 раз. Это позволило уменьшить температуру датчика до 200÷300 °С, при этом восстановление стабильного исходного состояния проводимости датчика оставалось таким же.

Возможность быстро менять температуру датчика и соответственно чувствительность, появилась при новой конфигурации нагревателя, сформированного как на ситалловых, так и на кремниевых

подложках. Питание нагревателя осуществлялось от частотно-модулированного источника постоянного тока. Изменение температуры микронагревателя пленочного датчика в зависимости от частоты модулирующих импульсов показан на рисунке 2.

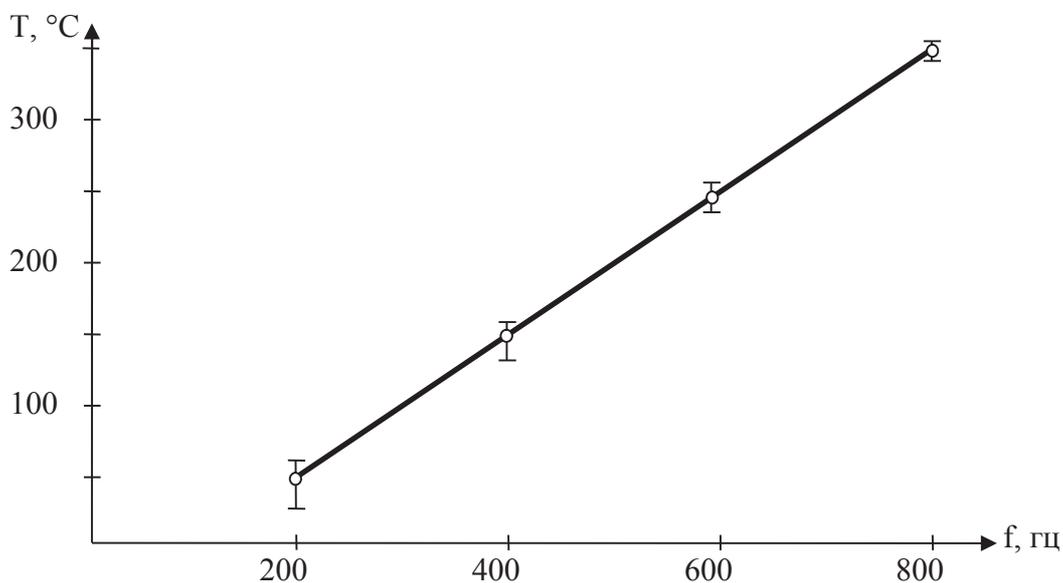


Рисунок 2

Частотно-модулированное регулирование температуры датчика позволило быстро менять чувствительность и следовательно снять проблему длительного восстановления проводимости.

Таким образом, разработанная методика динамического управления газовым сенсором позволяет при чувствительности (1÷5 ppm) получить сравнительно малые времена нарастания (2÷3 с). Это дает возможность использовать их в системах АСУТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов В.Б. Контроль предельно допустимых концентраций промышленных газовых выбросов с использованием толсто пленочных интегральных газочувствительных элементов // Труды БГТУ. Сер. физ. мат. наук и информ. Вып. XII. 2004. С. 93-94.

2. Михайлов В.Б. Управление динамическими свойствами индикатора газовых выбросов промышленных предприятий на пленочном оксидно-полупроводниковом датчике. / Материалы 77-й НТК БГТУ. 4-9 февраля 2013.

3. Михайлов В.Б. Индикаторы кислородо- и водородосодержащих промышленных выбросов на основе толсто пленочных интегральных газочувствительных элементов // Труды БГТУ. Сер. III. Химия и технология неорганических в-в. – 2006. – Вып. XIV. – С. 69-71.