



Лекция 14

Основные принципы работы химических сенсоров

ФАКУЛЬТЕТ: АВТ

ГРУППА: АИ-82

СТУДЕНТ: ПЛОТНИКОВ И.В.

СОДЕРЖАНИЕ

- Применение химических сенсоров
- Характеристики химических сенсоров
- Их недостатки
- Классификация химических сенсоров
- Основные химические сенсоры выделенные по конструкции и принципу действия
- Библиографический список

ИСПОЛЬЗУЮТ ХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ

- ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И СТОЧНЫХ ВОД
- ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ ИЛИ ОТСУТСТВИЯ НАРКОТИЧЕСКИХ, ВЗРЫВЧАТЫХ И ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
- КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ В СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ И ТЕПЛИЦАХ
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ, ЛИМФЫ, ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА
- ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И МНОГОЕ ДРУГОЕ

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

1. СТАБИЛЬНОСТЬ
2. ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ
3. ЛИНЕЙНОСТЬ
4. ГИСТЕРЕЗИС
5. ВРЕМЯ НАСЫЩЕНИЯ
6. ВРЕМЯ РЕЛАКСАЦИИ
7. ДИАПАЗОН ИЗМЕРЕНИЙ

УНИКАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

1. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ – СПОСОБНОСТЬ ДЕТЕКТОРА РЕАГИРОВАТЬ ТОЛЬКО НА ОПРЕДЕЛЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО, И НЕ РЕАГИРОВАТЬ НА ДРУГИЕ ВЕЩЕСТВА.
2. РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ – МИНИМАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА, ДЕТЕКТИРУЕМОГО СЕНСОРОМ

НЕДОСТАТКИ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

- МНОГИЕ ХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ ЯВЛЯЮТСЯ ОДНОРАЗОВЫМИ
- МЕНЯЕТСЯ РЕЖИМ РАБОТЫ СЕНСОРА В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ, И ОН СТАНОВИТСЯ МЕНЕЕ СТАБИЛЬНЫМ
- ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕНСОРА РАЗЛИЧНЫМИ ПРИМЕСЯМИ

КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

ПО МЕТОДУ ИЗМЕРЕНИЙ

- ФИЗИЧЕСКИЙ
- ХИМИЧЕСКИЙ

ПО СПОСОБУ ДЕЙСТВИЯ

- ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ
- КОСВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

СЕНСОРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Основан на способностях некоторых химических реакций менять электрические параметры цепей, например, емкость или сопротивления.

СЕНСОРЫ КОСВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

Основан на преобразовании эффекта химических реакций в электрический сигнал при помощи специальных преобразователей.

ПРИМЕРЫ:

- ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ РЕАКЦИИ МОЖЕТ БЫТЬ ПРЕОБРАЗОВАН С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОПАР
- МЕХАНИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ (РАЗБУХАНИЕ ГИДРОГЕЛЯ ВСЛЕДСТВИЕ ПОГЛОЩАЕМОЙ ИМ ВЛАГИ)
- ИЗМЕРЕНИЕ СДВИГА РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ НЕКОТОРОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

СЕНСОРЫ ХИМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Отличаются тем, что химические реакции, протекающие в них, изменяют их химические свойства, например, концентрацию какого-либо вещества, используемого для детектирования. Такие сенсоры обычно недорогие, но имеют ограниченный срок эксплуатации.

СЕНСОРЫ ФИЗИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Главное отличие в том, что химическая реакция в них хотя и протекает, но приводит к изменению физических свойств сенсоров. Эти сенсоры гораздо более долговечны, но и цена их существенно больше. Но они имеют более низкое быстродействие по сравнению с сенсорами химического действия.

СЕНСОРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ ПО МЕХАНИЗМУ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕЛЯТСЯ НА

- ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ – ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ СНИМАЕТСЯ В ВИДЕ НАПРЯЖЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩЕГО НА ВЫХОДНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ
- АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ – ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ПРИВОДИТ К УМЕНЬШЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ВЫХОДНОЙ ЦЕПИ
- КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЕ – ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ИЗМЕНЯЕТ ВЕЛИЧИНУ ВЫХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВА

ПО КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ МОЖНО ВЫДЕЛИТЬ НЕСКОЛЬКО ВИДОВ СЕНСОРОВ

1. КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ДЕТЕКТОРЫ ГАЗА
2. МЕТАЛЛООКСИДНЫЕ СЕНСОРЫ
3. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ
4. ЭЛАСТОМЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕЗИСТОРЫ
5. ХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

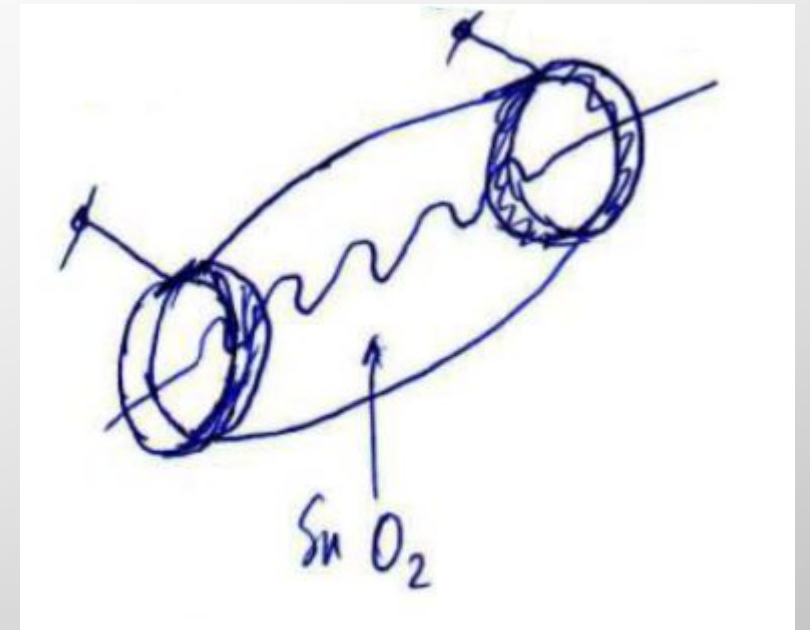
КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ДЕТЕКТОРЫ ГАЗА

Горючий газ, достигая поверхности датчика, вступает в каталитическую реакцию, что приводит к сгоранию газа без образования пламени. В результате выделяется большое количества тепла, что изменяет сопротивление чувствительного элемента. Это сопротивление, вместе с эталонным сопротивлением, находящиеся при температуре окружающей среды, входит в одно из плеч измерительной схемы моста Уитстона.

МЕТАЛЛООКСИДНЫЕ СЕНСОРЫ

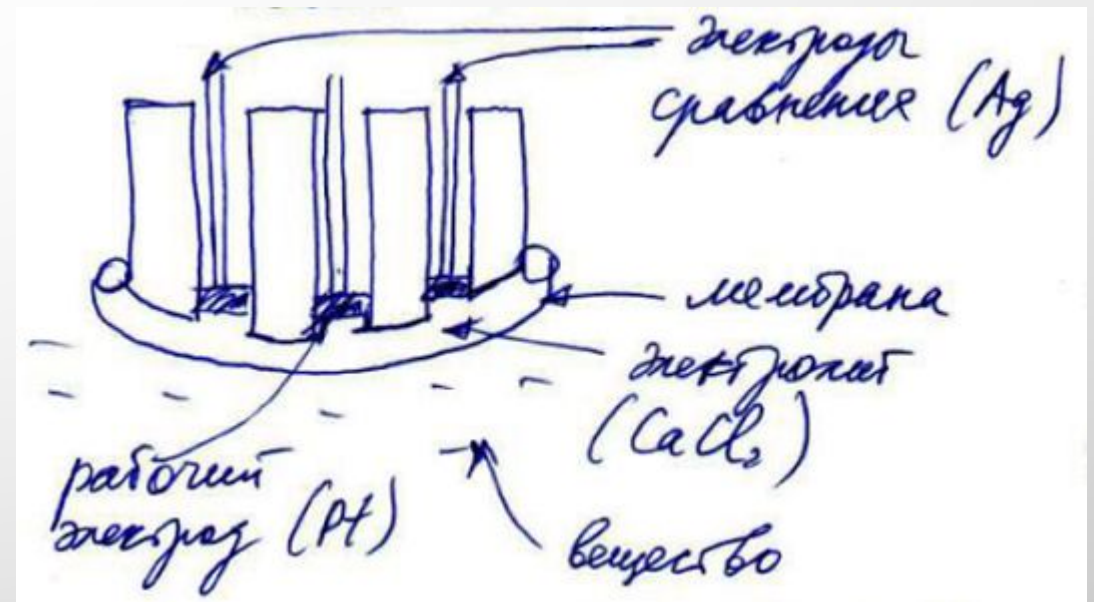
Сенсоры этого типа обычно реализована из оксидов цинка, титана или олова: ZnO , SnO_2 , TiO_2 . Принцип действия сенсора основан на изменении электропроводности полупроводниковой пленки оксида олова или цинка вследствие адсорбции газа на ее поверхности.

Обычно такой сенсор представляет собой трубку, внешняя поверхность которой покрыты слоем двуокиси олова или окиси цинка. Внутри трубки проходит резистивный нагреватель, нагревающий ее до рабочей температуры в $350\text{ }^{\circ}\text{C}$.



ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ

Сенсоры включают в себя два или три электрода для электрохимической каталитической реакции, а также проводящий электролит. При работе сенсора детектируемый газ проникает в ту область сенсора, где происходит окислительно-восстановительная реакция, что приводит к появлению сигнала.



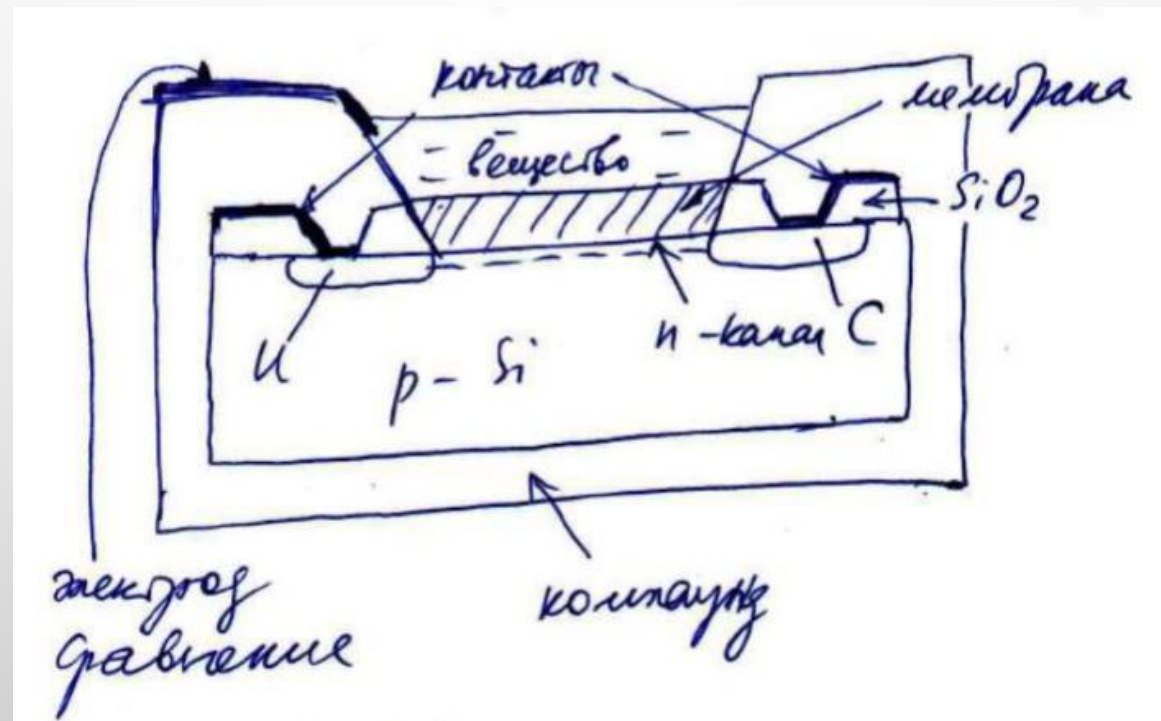
ЭЛАСТОМЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕЗИСТОРЫ

Это полимерные проводящие пленки. Пленки активно поглощают реагент, что приводит к росту их сопротивления, а изменение сопротивления приводит к появлению выходного сигнала. Полимерные пленки отличаются быстрым действием, время срабатывания на простые углеводороды составляет всего несколько секунд, а более сложные соединения детектируются от 10 до 15 секунд.

ХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

Принцип работы химически чувствительного полевого транзистора в целом не отличается от принципа работы обычного полевого транзистора. В нем так же, как и в обычном полевом транзисторе, присутствуют области кремния, легированные примесями разных типов, формирующие p-n переходы. Однако, в отличие от обычных полевых транзисторов, в химически чувствительных ПТ вместо электрода затвора наносится мембрана, представляющая собой слой вещества, чувствительного к химическим соединениям. Кроме этой мембраны, с которой далее взаимодействует реагент, весь транзистор защищает изолирующим компаундом, поверх которого наносят электрод сравнения.

ХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ



The image features a light gray background with several realistic water droplets of various sizes scattered in the corners. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance. The text is centered in the middle of the page.

**БЛАГОДАРЮ ЗА
ВНИМАНИЕ!**

Бибблиографический список:

- Микродатчики и микросистемы. Краткий курс лекций: учебное пособие / А.В. Гридчин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020