

АПК», Минск, 19–20 декабря 2019 года, с. 273–275. – Минск: БГАТУ, 2019.

2. Королевич М.В. Аналитическая инфракрасная спектроскопия сахаридов: Дисс. ... д-ра физ.-мат. наук. – Минск, 2009. – 333 с.

УДК 546.723+846.87

**Лубинский Н.Н., к.х.н., Слонская С.В., к.х.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
Глинская А.А., к.х.н., Петров Г.С., к.х.н., доцент
УО «Белорусский государственный технологический
университет», Минск, Республика Беларусь
ФЕРРИТЫ ВИСМУТА, ЛЕГИРОВАННЫЕ ЛАНТАНОМ,
ТИТАНОМ И КОБАЛЬТОМ КАК МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ГАЗОВ**

В настоящее время во всех сферах производственной деятельности человека используется разнообразное количество опасных жидкостей, которые при неправильном и халатном обращении могут нанести вред здоровью человека, окружающей среде и материальный ущерб в случае производственной аварии. Исходя из этого, большой интерес представляет изучение материалов, которые могут применяться как газочувствительные слои химических сенсоров, для дальнейшего использования их в составе газоанализаторов, которые могут обнаруживать в воздухе содержание пожаровзрывоопасных паров при незначительных концентрациях.

Одним из самых интересных соединений, на основе которого создают новые магнитоэлектрические материалы, является феррит висмута $Bi_2Fe_4O_9$.

Целью данной работы являлось установление закономерностей влияния замещения ионов висмута Bi^{3+} ионами лантана La^{3+} , а также ионов железа Fe^{3+} ионами титана Ti^{4+} и кобальта Co^{2+} на электрические и сенсорные свойства твердых растворов на основе феррита висмута $Bi_2Fe_4O_9$ как перспективных материалов для создания химических сенсоров газов.

Исследование сенсорных свойств на присутствие в воздухе паров жидкостей бензина АИ-92, бутанола, этанола, бензола, четырёххло-

ристого углерода проводили на толсто пленочных образцах ферритов висмута следующего состава $Bi_2Fe_{4-2x}Ti_xCo_xO_9$ ($x = 0,05; 0,1; 0,2; 0,3$) и $Bi_{2-x}La_xFe_4O_9$ ($x = 0,05; 0,1; 0,2; 0,3$). Из синтезированных порошков ферритов висмута получали толстые пленки соответствующего состава, нанесенные на подложки из титаната – цирконата лантана – кальция.

Температурные зависимости величины отклика имели четко выраженный максимум в областях температур, соответствующим $650 - 750 K$ для систем $Bi_2Fe_{4-2x}Ti_xCo_xO_9$ и $Bi_{2-x}La_xFe_4O_9$. Установлено, что максимальные значения величины отклика толстых пленок на основе ферритов висмута, на присутствие различных паров в воздухе, находятся в том же интервале температур, которые соответствуют переходу с полупроводникового на электронный тип электропроводности. Данный переход был определен по результатам исследования температурных зависимостей коэффициента термоЭДС (S) в работе [1]. Эта зависимость имеет S -образный характер, и меняет знак с положительного на отрицательный для этих систем в области температур $650-750 K$, что указывает на смену типа электропроводности с полупроводникового ($S > 0$) на электронный ($S < 0$).

Все толстые пленки обладали заметной чувствительностью даже при концентрациях заметно ниже нижнего концентрационного предела воспламенения, взятых для сравнения из справочника [2]. Однако большей чувствительностью обладали толстые пленки на основе составов системы $Bi_2Fe_{4-2x}Ti_xCo_xO_9$.

Установлено, что для двух систем максимальной чувствительностью обладают толстые пленки на основе составов, в которых степень замещения составляет $x = 0,1$. Для состава $Bi_2Fe_{3,8}Ti_{0,1}Co_{0,1}O_9$ чувствительность составляла $\approx 300\%$, а для состава $Bi_{1,9}La_{0,1}Fe_4O_9 \approx 200\%$. Следовательно, состав феррита $Bi_2Fe_{3,8}Ti_{0,1}Co_{0,1}O_9$ является более перспективным для использования в качестве чувствительного слоя в газоанализаторах.

Для системы $Bi_2Fe_{4-2x}Ti_xCo_xO_9$ ($x = 0,1; 0,05; 0,2; 0,3$) были проведены исследования влияния концентрации паров на величину отклика (S) при температурах соответствующих максимумам на зависимостях $S = f(T)$. Зависимости были построены в координатах $\log(R_{газа}/R_{возд}) = f(\log(C))$. Эти зависимости носили почти линейный характер и их можно описать линейными уравнениями, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Линейные уравнения зависимости величины отклика от концентрации паров в координатах $\log(R_{\text{газ}}/R_{\text{возд}}) = f(\log(C))$ при различных степенях замещения x для системы $Bi_2Fe_{4-2x}Ti_xCo_xO_9$

| Степень замещения | Пары жидкости | Уравнение |
|-------------------|---------------|--------------------|
| $x=0,05$ | Бутанол | $y = 0,256x+0,390$ |
| $x=0,05$ | Бензин | $y = 0,282x+1,784$ |
| $x=0,05$ | Этанол | $y = 0,107x+0,123$ |
| $x=0,05$ | Ацетон | $y = 0,254x-0,038$ |
| $x=0,1$ | Бутанол | $y = 0,362x-0,960$ |
| $x=0,1$ | Бензин | $y = 0,285x+0,123$ |
| $x=0,1$ | Этанол | $y = 0,175x+0,153$ |
| $x=0,1$ | Ацетон | $y = 0,223x+0,184$ |
| $x=0,2$ | Бутанол | $y = 0,085x+0,165$ |
| $x=0,2$ | Бензин | $y = 0,210x-0,045$ |
| $x=0,2$ | Этанол | $y = 0,134x-0,212$ |
| $x=0,2$ | Ацетон | $y = 0,425x-0,825$ |
| $x=0,3$ | Бутанол | $y = 0,068x+0,308$ |
| $x=0,3$ | Бензин | $y = 0,154x-0,265$ |
| $x=0,3$ | Этанол | $y = 0,325x-0,625$ |
| $x=0,3$ | Ацетон | $y = 0,058x+0,152$ |

Полученные уравнения можно использовать как калибровочные кривые, для нахождения концентрации паров в воздухе.

Список использованных источников

1. Башкиров, Л.А. Кристаллическая структура и магнитные свойства мультиферроиков в системах $BiFeO_3 - LaCoO_3$ / Л.А. Башкиров, А.А.Затюпо // Молодежь в науке. Пр. к журн. Вести НАН РБ сер. Химия наук. – 2012. Часть 1.– С. 22–26.

2. Баратов А.Н. Справочное издание «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения»./ А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук – Москва: издательство «Химия», 1990. – 384с.