

- уменьшение тепловых потерь;
- выравнивание скорости нагрева;
- усовершенствование трёхмерной модели.

В результате решения поставленных задач:

- создана трёхмерная модель для точного подбора материала, из которого была изготовлена печь.
- собрана работающая установка, позволяющая производить 10 измерений за один нагрев;
- произведены измерения температур плавления Se, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>;
- достигнута стабильная скорость нагрева, равная 3<sup>К</sup>/мин;
- средняя погрешность при измерении температур плавления веществ ±7.79 К.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Ивлев, Н. Е. Фомин, В.А. Юдин [и др.], Термический анализ. Ч. 1: Методы термического анализа – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – 44 с. (дата обращения: 10.10.2018).
2. Markov V.A., Semench A.V at all. Adhesive As-S-Se-I immersion lenses for enhancing radiation characteristics of mid-IR LEDs operating in wide temperature range. Infrared Physics and Technology. Infrared Physics and Technology. 2016, Vol. 78, pp 167–172
3. А. И. Черноуцан. Соросовский образовательный журнал. Том 7. №3. Физика. Физические свойства процесса стеклования – Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, 2003 (дата обращения: 12.10.2018).
4. Лаборатория технологий, систем и инструментов для автоматизированного инжиниринга и промышленного дизайна, Отдел информатизации образования, Томский политехнический университет (дата обращения: 08.10.2018).

Ибрагимова М.Р., ст. науч. сотр., PhD по химическим наукам  
(Институт общей и неорганической химии, Академия Наук Республики  
Узбекистан)

## СИНТЕЗ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ НИКОТИНАТА МАРГАНЦА(II) С ДВУМЯ АМИДАМИ

Разработка синтеза новых химических соединений, обладающих эффективными свойствами для использования в сельском хозяйстве, является одной из актуальных задач современной химии. Разнолигандные комплексные соединения металлов, обладая рядом

специфических свойств, нашли широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Применение в качестве лигандов веществ, содержащих в своём составе донорные атомы амидов алифатических и карбоновых кислот, способствуют образованию координационных соединений с содержанием макроэлементов.

Синтез координационных соединений никотинатов марганца с амидами проводили механохимическим (твёрдофазным) методом [1]. Механохимическое взаимодействие исходных компонентов осуществлялся путём интенсивного растирания смеси никотинат марганца:амид1:амид2 в мольных соотношениях 1:2:2 и в течение 30 минут при комнатной температуре в шаровой мельнице с рабочим телом (объем мельницы 100 мл). Масса рабочего тела 67 грамм. Число оборотов 150 об/мин. Продолжительность одного перемешивания 30 сек. Три таких перемешиваний составляют один цикл, время между циклами 2-3 секунды. Периодически после каждого цикла отбирались образцы для рентгенофазового и дериватографического анализа. Отбор проб проводили 18-20 раз. После 17-19 повторений не наблюдались изменения в дифрактограммах и дериватограммах образцов, что указывает на индивидуальность полученных соединений.

Все смешанноамидные комплексы марганца (II) с амидами получены по вышеприведенному способу.

Количество металлов в синтезированных соединениях определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре марки повАА 300 фирмы Analytik Jena AG (Германия) [2]. Азот, водород, углерод и серу определяли на элементном анализаторе ЕА-1108 фирмы Карло Эрба [3]. Для установления индивидуальности синтезированных комплексных соединений снимались рентгенограммы на рентгеновском дифрактометре «PanalyticalEmpyrean» оснащенной Cu трубкой ( $K\alpha_1 = 1.5406 \text{ \AA}$ ) [4]. ИК-спектры поглощения записывали в области  $400-4000 \text{ см}^{-1}$  на спектрометре ИК Фурье System-2000 фирмы «Perkin Elmer» с применением методики прессования образцов с KBr.

Электронные спектры диффузного отражения (ЭСДО) зарегистрированы на приборе SHIMADZU-2400.

Термический анализ проводили на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей со скоростью 10 град/мин и навеской 0,1 г. на чувствительности гальванометров Т-900, ТГ-100, ДТА-1/10, ДТГ-1/10. Запись вели при атмосферных условиях с постоянным удалением газовой среды с помощью водоструйного насоса. Держателем служил

платиновый тигель с диаметром 7 мм без крышки. В качестве эталона использовали  $Al_2O_3$ .

Таблица. Результаты элементного анализа смешанноамидных координационных соединений никотината марганца (II)

Соединение	Mn, %		S, %		N, %		C, %		H, %	
	Найдено	вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено	вычислено	найдено	вычислено	Найдено	Вычислено
$Mn(NC_5H_4COO)_2 \cdot 2CH_3CONH_2 \cdot 2CS(NH_2)_2 \cdot 3H_2O$	8,78	8,84	10,26	10,27	17,92	17,98	34,60	35,67	5,18	5,14
$Mn(NC_5H_4COO)_2 \cdot 2CH_3CONH_2 \cdot 2NC_5H_4CONH_2 \cdot H_2O$	8,10	8,10	-	-	16,49	16,49	49,48	49,48	4,70	4,71
$Mn(NC_5H_4COO)_2 \cdot 2CS(NH_2)_2 \cdot 2NC_5H_4CONH_2 \cdot H_2O$	7,73	7,71	8,94	8,98	19,60	19,64	43,70	43,76	4,25	4,21
$Mn(NC_5H_4COO)_2 \cdot 2CO(NH_2)_2 \cdot 2NC_5H_4CONH_2 \cdot 2H_2O$	7,87	7,87	-	-	20,03	20,03	44,64	44,64	4,58	4,58
$Mn(NC_5H_4COO)_2 \cdot 2CO(NH_2)_2 \cdot 2CS(NH_2)_2 \cdot H_2O$	9,40	9,34	11,06	10,87	24,00	23,77	33,01	32,60	4,42	4,41

Квантовохимические расчеты молекул проведены полуэмпирическим методом PM3 в пакете программ HyperChem с полной оптимизацией.

Термический анализ полученных смешанноамидных координационных соединений показывает, что при нагревании до 80-140°C происходит удаление внешнесферных молекул воды. В ацетамидных и карбамидных координационных соединениях при нагревании до 150-250°C происходит разложение координационных соединений и ступенчатое удаление молекул ацетамида и карбамида. В тиокарбамидных соединениях при нагревании выше 200°C происходит разложение молекулы тиокарбамида до  $H_2S$ ,  $CS_2$ ,  $NH_2CN$  и образование сульфидов марганца. Дальнейшее нагревание этих соединений приводит к образованию сульфата марганца, о чем свидетельствуют экзотермические эффекты выше 300°C. А при нагревании до 500-650°C сульфат магния разлагается с образованием оксидов магния. В координационных соединениях никотинамида наблюдаются эндотермические эффекты при 250-300°C, что соответствует декарбоксилированию молекулы никотинамида. Дальнейшее нагревание этих соединений приводит к ступенчатому разложению молекулы никотинамида. Экзотермические эффекты при температурах выше 400°C соответствуют разложению никотината марганца и образованию кислородных соединений марганца.

Эндотермические эффекты, наблюдаемые при нагревании, могут вызываться такими физическими явлениями, как плавление,

испарение, изменение кристаллической структуры, либо химическими реакциями дегидратации, диссоциации. Превращения, которые при нагревании сопровождаются экзотермическими эффектами, встречаются значительно реже: это процессы окисления и некоторые структурные превращения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аввакумов Е. Г. Механические методы активации химических процессов. -2-е изд.- Новосибирск: Наука, 1986.
2. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа. – Минск: Новое Знание; 2011. - 542 с.
3. Баженова Л.Н. Количественный элементный анализ органических соединений. – Екатеринбург: 2008. - 356 с.
4. Кузнецова Г.А. Качественный рентгенофазовый анализ. – Иркутск: 2005. – 28 с.

Кидалов В. В.<sup>1</sup>, Дяденчук А. Ф.<sup>1</sup>, Бачериков Ю. Ю.<sup>2</sup>, Жук А. Г.<sup>2</sup>,  
Батурин В. А.<sup>3</sup>, Рогозин И. В.<sup>1</sup>, Филоненко М. Н.<sup>4</sup>,  
Карпенко О. Ю.<sup>4</sup>, Кидалов В. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Бердянский государственный педагогический университет, г. Бердянск,  
Украина

<sup>2</sup> Институт физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины,  
г. Киев,

<sup>3</sup> Институт прикладной физики НАН Украины, Украина, г. Суми

<sup>4</sup> Национальный педагогический университет им. М. П. Драгоманова,  
Украина, г. Киев)

### **ПЛЕНКИ ZnO ПОЛУЧЕННЫЕ НА МЕЗО- И МАКРОПОРИСТЫХ ПОДЛОЖКАХ Si МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ**

Одними из самых перспективных пленочных покрытий являются прозрачные проводящие оксидные покрытия, среди которых особое место занимает оксид цинка. Повышенный интерес вызван уникальной комбинацией оптических и электрофизических свойств оксида цинка. Оксид цинка (ZnO) имеет широкое технологическое применение, в частности, в фотоприемниках, коротковолновых полупроводниковых диодных излучателях (светоизлучающих диодах), тонкопленочных солнечных элементах, сенсорах газа, фотодетекторах и др. [1-2]. На данный момент остается актуальным вопрос о получении пленок оксида цинка с заданными