

в этаноле, с последующим отжигом в печи при 100 °С в течение 3 минут. Процедура нанесения и отжига повторялась 3 раза. Наноструктуры оксида цинка синтезировали на затравочных слоях в смешанном растворе 40 мМ нитрата цинка и 40 мМ НМТА, растворенного в дистиллированной воде. Гидротермальный синтез проводился в термостате при температуре 90 °С в течение 1,5 часов. Затем наноструктуры ZnO помещали в смешанный раствор 40 мМ нитрата цинка, 40 мМ НМТА и 4 мМ NH₄OH, растворенного в воде и выдерживали в течение 4–6 часов. После процесса травления все образцы промывались дистиллированной водой и сушились на воздухе.

В результате травления Si нанопровода ZnO выступали в качестве маски травления, а протравленная область Si представляла собой

наклонные «столбцы», так как травление осуществлялось по граням с низкой поверхностной энергией. Во время травления подложки Si нанопровода ZnO не подвергаются травлению и сохраняют свою форму из-за постоянной подачи источника ZnO в раствор. Применяя этот принцип, могут быть получены наноструктуры с различной формой и большой площадью поверхности путем одновременного роста и селективного травления. Полученные таким образом наноструктуры могут быть применены к широкому спектру устройств, таких как химические датчики, катализаторы и фотоэлектрические устройства.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-79-20239).

Список литературы

1. Бобков А.А., Васина Е.С., Головин В.С., Наумова С.С. Исследование газочувствительных наноконструктивных слоев системы «оксид цинка - диоксид кремния» // *Наноиндустрия и технологии будущего*, 2014. – С.54–55.
2. Евстафьева М.В. *Перспективные матери-*

алы на основе наностержней оксида цинка: газофазный синтез, легирование и УФ сенсорные свойства, канд. физ.-мат. наук. Черноголовка: *Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН*, 2017. – 118с.

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРОИЗВОДНЫМИ ТЕТРАЗОЛА

А.Д. Иванова

Научный руководитель – д.х.н., профессор Л.Г. Лавренова

*Новосибирский государственный университет
630090 Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2*

*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН
630090 Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева 3, alina1901@ya.ru*

Поиск новых типов магнитно-активных координационных соединений является актуальной задачей, как для развития фундаментальной координационной химии, так и для создания современных магнитных материалов.

Получен ряд новых соединений кобальта(II), никеля(II) и меди(II) с производными тетразола состава Ni(datz)₂(C₂N₃)₂ (datz = 1,5-диаминотетразол), Cu(tzpy)₂Cl₂, Ni(tzpy)₂(C₂N₃)₂ (tzpy = 2-(1H-тетразол-1-ил)пиридин), Cu(tButz)Br₂, Ni(tButz)Cl₂•H₂O (tButz = 1-третбутилтетразол).

Проведена идентификация комплексов методами СНН-анализа, ИК-спектроскопии, РФА.

Данные РФА показали, что все соединения кристаллические. Выращены монокристаллы соединений Cu(tzpy)₂Cl₂ и Co(tzpy)₂Cl₂•H₂O, методом РСА определены их кристаллические структуры.

В структуре Cu(tzpy)₂Cl₂ медь(II) находится в плоскоквадратном окружении, координационный узел CuN₂Cl₂. Лиганд координирован монодентатно атомом N(4) тетразольного кольца. Хлорид-ионы проявляют мостиковую функцию и связывают фрагменты между собой в бесконечные линейные цепочки.

В структуре Co(tzpy)₂Cl₂•H₂O кобальт(II) находится в искаженно-октаэдрическом окруже-

нии, узел $\text{CoN}_3\text{Cl}_2\text{O}$. Один из лигандов координирован монодентатно атомом N(4) тетразольного кольца, а другой – бидентатно-циклически атомом N(2) тетразольного кольца и пиридиновым атомом азота.

Методом статической магнитной восприимчивости изучена зависимость $\mu_{\text{эфф}}$ (Г) для комплекса меди (II) с 2-(1Н-тетразол-1-ил)пиридином. Значение $\mu_{\text{эфф}}$ при 300 К составляет 1,78 $\mu\text{В}$

и хорошо согласуется с теоретическим чисто спиновым значением 1,73 $\mu\text{В}$. При понижении температуры до 70 К $\mu_{\text{эфф}}$ практически не меняется, затем уменьшается до 1,29 $\mu\text{В}$ при 5 К. Уменьшение $\mu_{\text{эфф}}$ при понижении температуры указывает на проявление обменных взаимодействий между ионами меди (II) антиферромагнитного характера.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУЛЬФОАЛЮМИНАТНОГО КЛИНКЕРА

М.А. Ивашина

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.Н. Борисов

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46, mashaiva15@mail.ru*

Современное строительство, основанное на новых технологиях и способах его осуществления, обуславливает необходимость разработки специальных действенных цементов, модернизирующих технический уровень в строительной промышленности.

Сульфоалюминатные цементы – вяжущие вещества, при гидратации которых формируются гидросульфоалюминаты кальция, играющие важную роль в обеспечении свойств твердеющего цементного камня [1]. Они характеризуются высокой скоростью твердения, обеспечивают самонапряжение и расширение цементного камня в ходе твердения.

Производство сульфоалюминатных цементов, которые содержат более 40% сульфоалюмината кальция, требует применения дефицитных сырьевых материалов – чистых бокситов, технического глинозема, что существенно удорожает и, как результат, ограничивает производство этого вида цемента [2, 3]. В тоже время в химической и металлургической промышленности образуется значительное количество техногенных материалов, которые потенциально пригодны для промышленного производства цементов по химическому составу.

Следовательно, представляет практический и научный интерес разработка технологии суль-

фоалюминатных цементов с использованием отходов.

Для исследования были приготовлены сырьевые смеси на основе известняка и техногенных материалов: алюминиевого шлака и фосфогипса с разными сульфатными модулями $S=0,26; 0,30$ и $0,34$ (смеси №1–3).

Обжиг сырьевой смеси проходил в силитовой печи при температуре 1300 °С. Изотермическая выдержка – 1 час. Обожженный материал резко охлаждался на воздухе. Уровень спекаемости образцов оценивали по содержанию $\text{CaO}_{\text{св}}$, оставшегося после обжига. Из проведенного анализа узнали, что оксид кальция полностью усвоился в клинкерах. Химический состав клинкеров выполняли в лаборатории БГТУ имени В.Г. Шухова (табл. 1).

Минералогический состав образцов (по данным РФА) представлен основными минералами: $\text{C}_3\text{A}_3\text{CS}$ ($d=3,766; 2,996; 2,679 \text{ \AA}$); $\beta\text{-C}_2\text{S}$ ($d=2,793; 2,748; 2,612 \text{ \AA}$). Свободного сульфата кальция в клинкерах не наблюдается. В качестве примесного минерала в пробах присутствуют только алюмоферриты кальция. Интенсивность дифракционных максимумов сульфоалюмината кальция ($d=3,76 \text{ \AA}$) наибольшая в клинкере №3, что свидетельствует о большей реакционной способности клинкера с сульфатным модулем

Таблица 1. Химический состав клинкеров, масс. %

Клинкер	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃
№1	42,22	36,89	10,66	3,63	3,13	1,33
№2	42,33	36,38	10,20	3,57	3,04	2,16
№3	42,83	34,70	10,10	3,52	2,92	2,90