

мости равно 12,55 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на 100 г  $\text{H}_2\text{O}$ .

65 мл раствора сульфата натрия в тефлоновом стакане помещены в холодильник для охлаждения до температуры  $-7^\circ\text{C}$  на 19 часов. Получены бесцветные крупные кристаллы призматической формы (рисунок 1). Согласно [3] выделены кристаллы метастабильного гептагидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  моноклинной сингонии. Кристаллы помещены в фарфоровую чашу и отправлены на сушку в муфельную печь при  $100^\circ\text{C}$  на 1 час. После сушки получен продукт – бесцветные кристаллы, выход составил 54% от теоретического. В связи с низким выходом было увеличено время кристаллизации – до 120 часов. Второй образец приготовлен аналогично первому, выход составил 56,97%. Таким образом, увеличение времени кристаллизации незначительно повлияло на выход продукта. Возможно уменьшение температуры кристаллизации с целью повышения практического выхода.

Другой образец (65 мл водного раствора сульфата натрия) выпаривался в течение ~4



Рис. 1. Кристаллы семиводного сульфата натрия

часов. Полученные выпариванием (удалением части растворителя) белые кристаллы (ромбической сингонии) взвешены на аналитических весах, выход составил 90,4%. В данном способе существенны траты электроэнергии при высоком выходе.

Таким образом, показана возможность удаления сульфата натрия из растворов.

### Список литературы

1. *Обзор рынка сульфата натрия в СНГ // «Инфолайн».* – М., 2015.
2. *Шихеева Л.В. Сульфат натрия. Свойство и производство / Л.В. Шихеева, В.В. Зырянов.* – Л.: «Химия», 1978. – 240с.
3. *Ахметов Т.Г. Химическая технология неорганических веществ: В 2 кн. Кн. 1 Учебное пособие / Т.Г. Ахметов, Р.Т. Порфирьева, Л.Г. Гайсин.* – М.: Высш. шк., 2002. – 688с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИОКСИДА ЦЕРИЯ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

А.Н. Иваненко, А.А. Лысанова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Г.Н. Амелина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aal53@tpu.ru

Нанокристаллический диоксид церия (НДЦ) является перспективным материалом, имеющим широкий спектр применений. Большой интерес к НДЦ вызван возможностью его применения в биомедицинских целях. Главная ценность НДЦ для медицины – способность участвовать в окислительно-восстановительных процессах, обусловленная кислородной нестехиометрией. НДЦ, попадая в организм человека, может регулировать циклические окислительно-восстановительные процессы внутри организма, выполняя функции фермента [1].

К настоящему времени разработано много различных методов получения НДЦ. На сегодняшний день наиболее распространен метод химического осаждения вследствие простоты реализации [2]. Получение НДЦ методом химического осаждения чаще всего осуществляют посредством осаждения данного соединения в гидратированной форме из растворов церия при добавлении сильных оснований с последующим термическим разложением. Свойства НДЦ зависят от следующих факторов: из какого соединения был получен диоксид, каким способом и в

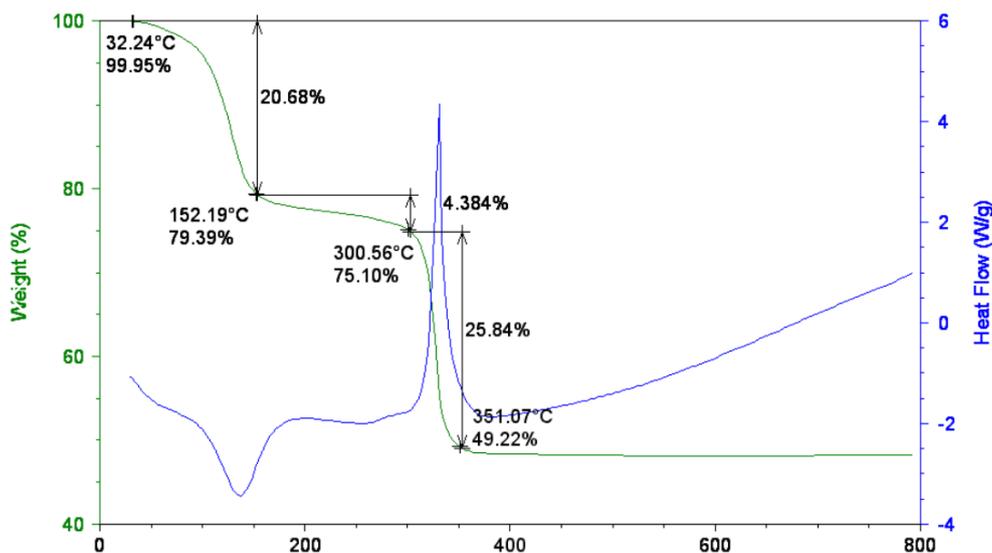


Рис. 1. Результаты термического анализа

каких условиях. Целью работы являлось определение оптимальных параметров для получения НДЦ.

При изучении теоретических данных было обнаружено, что чаще всего НДЦ получают при разложении осажденных гидроксида, карбоната и оксалата церия. Для получения более мелких частиц чаще всего используется процесс осаждения оксалата церия с его последующим термическим разложением [3].

В ходе исследований были проведены две серии экспериментов. Первая серия заключалась в осаждении оксалата церия раствором щавелевой кислоты при изменении pH исходного раствора. Осаждение проводили при pH=3, 2, 1. Изменение pH отслеживали с помощью pH-метра/иономера ИТАН. Полученные осадки соответствующих соединений церия фильтровали на фильтре синяя лента, промывали дистиллированной водой, сушили при комнатной температуре в течение 50 часов, после чего прокачивали при температуре 800 °С.

Вторую серию экспериментов проводили при pH=0,190, все последующие операции были аналогичны операциям из первой серии экспериментов, однако конечную стадию прокаливания проводили при температурах 400, 600, 800 °С.

Термический анализ проводили на синхронном термоанализаторе SDT Q-600. Из полученных результатов термического разложения оксалата церия, хода кривых ДТА и ТГ следует, что изменение pH и температуры не оказывают влияния на ход кривых.

Для определения размеров частиц нанопорошков, использовался лазерный анализатор размеров наночастиц SALD-7101 фирмы SHIMADZU (Япония). Из полученных данных установлено, при увеличении pH уменьшается размер наночастиц диоксида церия, а при увеличении температуры размер наночастиц увеличивается. Поэтому наиболее оптимальными параметрами для проведения процесса являются: pH=3 и температура прокаливания 400 °С.

### Список литературы

1. Полежаева О.С., Копица Г.П. // Журнал неорганической химии, 2009.– Т.54.– №11.– С.1767–1775.
2. Иванов В.К., Полежаева О.С. // Журнал неорганической химии, 2007.– Т.52.– №8.– С.1266–1271.
3. Титов А.А., Клименко М.А. // Журнал неорганические материалы, 2001.– Т.44.– №10.– С.1229–1232.