**Карбонаты церия: исследование твёрдых фаз, синтезированных в растворе при различных условиях**

**Метленков Н.А., Кузенкова А.С., Плахова Т.В., Романчук А.Ю.**

*Студент, 2 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
химический факультет, Москва,*

*E-mail:* [*metla.nik2901@gmail.com*](mailto:metla.nik2901@gmail.com)

В последнее время производство соединений церия, в частности диоксида в форме наночастиц, растёт в связи с его применением во многих областях современных технологий. Такое массовое производство неизбежно ведёт к попаданию и накоплению соединений церия в окружающей среде, в частности в составе сточных вод [1]. Также церий часто рассматривается как нерадиоактивный аналог для Pu(III, IV), так как имеет степени окисления +3 и +4, кристаллизуется в CeO2 со структурным типом флюорита с практически идентичными PuO2 параметрами ячейки. Карбонат – один из важнейших анионов в окружающей среде, который чаще всего встречается в составе подземных вод. При этом в литературе крайне мало информации о поведении церия, а также Pu(III) в карбонатных средах и об образовании карбонат-содержащих твёрдых фаз. Эти данные необходимы для предсказания поведения Сe и Pu в условиях окружающей среды.

Целью работы является установление взаимосвязи между условиями синтеза карбонатов церия и их составом. В ходе работы проводилось осаждение карбонатов церия из растворов солей Ce(III) c помощью NaHCO3 различных концентраций в диапазоне pH 5 – 11. Результирующие твёрдые фазы подвергались гидротермальной (ГТ) обработке в диапазоне температур 80 – 150°С. Полученные соединения церия были характеризованы методами рентгенофазового анализа (РФА), растровой электронной микроскопии (РЭМ), рентгеновской абсорбционной спектроскопии (XANES).

Согласно результатам РФА, рН реакционной смеси при прочих равных показателях (комнатной температуре, соотношении реагентов 1:9) влияет на образование той или иной фазы. Так, при низких значениях рН (5 и 7) доминирующей фазой является Ce2(CO3)3·8H2O, но при увеличении рН до 9 образуется новая неизвестная фаза, которая согласно результатам XANES содержит в составе Се+4. Соотношение реагентов также сказывается на составе получаемых фаз. Так, при высоких содержаниях карбоната по отношению к церию (1:45) образуются две фазы: Ce2(CO3)3·2−3H2O и Ce2(CO3)3·8H2O, а при понижении концентрации карбоната стабилизируется Ce2(CO3)3·2−3H2O.

Также по результатам работы было установлено, что температура ГТ обработки раствора Ce(III) с NaHCO3 в соотношении 1:6 при pH = 5 оказывает значительное влияние на структуру, состав и морфологию результирующей твёрдой фазы. Так, при 85°С образуется орторомбический СеOHCO3 в виде палочек. При 120°С ‒ смесь орторомбического и гексагонального СеOHCO3, с морфологией расслоившихся палочек и сфер. При 150°С образуется смесь орторомбического и гексагонального СеOHCO3, а также диоксид церия.

Также в ходе работы была впервые исследована растворимость орторомбического СеOHCO3 на воздухе в растворе NaClO4 в диапазоне рН 3-10, эксперименты проводились в режиме недосыщения. Было установлено, что логарифм концентрации церия в растворе постепенно снижается с значения -2,5 до -8,5 в диапазоне рН 3-8,3, а затем возрастает до значения -6,6 при рН 9,6.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект 22-73-10056.

**Литература**

1. Dahle T. J., Arai Y. Environmental Geochemistry of Cerium: Applications and Toxicology of Cerium Oxide Nanoparticles // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2015. Vol. 12. P. 1253-1278.