**Синтез и исследование свойств фосфатов церия (IV)**

***Листова А. Л., Кузенкова А. С.***

*Студент, 2 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail:* [*alvovna@yandex.ru*](mailto:alvovna@yandex.ru)

Разработка надежных методов захоронения радиоактивных отходов (РАО) и реабилитации загрязненных территорий является одной из ключевых задач атомной индустрии. В условиях окружающей среды возможно образование малорастворимых соединений фосфатов актинидов, которые могут во многом определять пути миграции радионуклидов. На данный момент в литературе практически отсутствует информация о возможных механизмах образования и структурах фосфатов радиотоксичного плутония. Ввиду близости ионных радиусов лантанид Ce(IV) является главным нерадиоактивным аналогом Pu(IV). Кроме того, для церия характерно существование в степенях окисления +3 и +4, что напоминает поведение плутония в восстановительных средах, характерных для глубинных захоронений РАО. Исследования, посвященные экологической судьбе CeO2, указывают на возможность взаимодействия растворимых фосфатов с диоксидом церия и их влияние на химические и физические свойства наночастиц. Целью данной работы стало исследование механизма образования, структуры и свойств продуктов переформирования наночастиц диоксида церия в фосфатных буферных растворах различного состава.

Наночастицы CeO2 размером 2 нм были подвергнуты гидротермальной (ГТ) обработке в 1М натрий-, калий- и аммоний-фосфатных буферных растворах при pH⁓5 и pH⁓8 и T=150-200°С. Продукты ГТ синтеза были охарактеризованы методами рентгенофазового анализа (РФА), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМВР) и спектроскопии рентгеновского поглощения вблизи L3 края Ce (XANES).

После ГТ обработки наночастиц CeO2 во всех изученных условиях произошло образование новой фазы фосфата Ce. По данным XANES во всех продуктах переформирования церий преимущественно остается в четырехвалентной форме. Дифракционные картины твердых фаз, образовавшихся в аммоний-фосфатных буферах при pH=4,6 и 7,3 совпадают с известной в литературе структурой (NH4)2Ce(PO4)2·H2O с пространственной группой *Imma* [1]. При переформировании CeO2 в калий-фосфатных буферах при различных значениях pH образовались двухфазные образцы, при этом доминирующая фаза изоструктурна (NH4)2Ce(PO4)2·H2O.

При переформировании CeO2 в натрий-фосфатных буферах независимо от температуры синтеза при разных значениях pH образуются две различные фазы, отличные от (NH4)2Ce(PO4)2·H2O. Положение и интенсивность дифракционных максимумов образца, полученного при pH=7,7, близки к фазе Na1.97Ce1.03(PO4)2·xH2O [2]. Морфология продуктов переформирования при pH=4,4 представляет собой пластинчатые частицы, состоящие из наностержней длиной от 0,2 до 0,6 мкм, а при pH=7,7 – усеченные гексагональные бипирамиды длиной от 0,2 до 4 мкм. Для изучения механизмjd образования фаз фосфатов церия из диоксида и расчета произведения растворимости были проведены эксперименты по растворению смешанных Na-Ce и K-Ce. Образцы были помещены в 0.01M растворы NaClO4 и KClO4 c pH~2-4. Концентрация церия и фосфора в растворе над осадком определялась методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) в зависимости от значения pH и времени растворения.

**Литература**

1. Salvado M.F., et al. Crystal Structure of a Cerium(IV) Bis(phosphate) Derivative // Am. Ch. Soc. 2007. Vol. 129(36):10970-1.

2. Baranchikov A.E., et al. Sodium cerium phosphate, (Na,Ce)2Ce(PO4)2•xH2O, with mixed cerium oxidation states. in press.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ №22-73-10056.