**Отверждение высокосолевых борсодержащих жидких радиоактивных отходов АЭС в магний-калий-фосфатный компаунд**

***Чалышева Н.Д., Белова К.Ю.***

*Младший научный сотрудник*

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия*

*E-mail: tasha.chalysheva@gmail.com*

При эксплуатации атомных электростанций (АЭС) с реакторами типа ВВЭР образуются большие объёмы жидких радиоактивных отходов (ЖРО) низкого и среднего уровня активности, содержащих неорганические соединения бора (мета-, орто-, тетрабораты, борная кислота). В качестве основного метода переработки таких ЖРО принято глубокое упаривание до солевого плава с последующим его хранением в металлических контейнерах. В настоящее время на российских АЭС накоплено сотни тысяч тонн солевого плава, который не является кондиционированным продуктом, пригодным для длительного хранения или захоронения [1]. Следовательно, плав должен быть переведен в стабильную форму с целью исключения миграции радионуклидов из матричного материала в окружающую среду. Цель данного исследования заключалась в апробации низкотемпературного минералоподобного магний-калий-фосфатного (МКФ) компаунда для отверждения имитатора высокосолевых борсодержащих ЖРО, включая определение показателей качества получаемых компаундов.

В работе получены образцы МКФ компаунда, содержащие до 25 масс. % солей имитатора борсодержащих ЖРО. Максимальное содержание солей NaNO3, KNO3 и H3BO3 в имитаторе отходов на 1 л H2O составляло 412.0, 172.4 и 415.5 г соответственно. Синтез образцов компаунда проводили при массовом соотношении компонентов MgO : H2O (в имитаторе ЖРО) : KH2PO4 = 1 : 2 : 3, в том числе были получены образцы, содержащие до 20 масс. % волластонита CaSiO3 (FW-200). Для исследования водоустойчивости компаунда получены образцы, содержащие 137Cs с удельной активностью (7.1±0.3)∙103 Бк/г.

Определены фазовый состав полученных образцов МКФ компаунда, их структура, прочность на сжатие, устойчивость к термическим циклам замораживания/оттаивания (30 циклов в диапазоне температур –40…+40 °С), водостойкость (после 90-дневного погружения в воду) и устойчивость к выщелачиванию 137Cs.

Установлено, что допустимое наполнение компаунда солями имитатора борсодержащих ЖРО составляет не более 14 масс. %. При этом в образцах образуется целевая кристаллическая фосфатная фаза состава MgKPO4·6H2O – аналог природного минерала К-струвита. Отмечено, что при добавлении 15–20 масс. % CaSiO3 прочность на сжатие образцов соответствует нормативным требованиям НП-019-15 для отвержденных САО (не менее 4,9 МПа), в том числе после исследования их устойчивости к термическим циклам замораживания/оттаивания и водостойкости. Интегральная скорость выщелачивания 137Cs из образцов составила (4–6)∙10–4 г/(см2∙сут) за 30 суток контакта образцов с водой, что соответствует нормативным требованиям (не более 10–3 г/(см2∙сут)). Таким образом, показана перспективность практического отверждения высокосолевых борсодержащих ЖРО в МКФ компаунд.

*Авторы благодарят д.х.н. С.Е. Винокурова и к.х.н. С.А. Фимину за научное консультирование при проведении исследований.*

*Исследования выполнены за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-10202,* [*https://rscf.ru/project/22-73-10202/*](https://rscf.ru/project/22-73-10202/)*.*

**Литература**

1. Сорокин В.Т. Обоснование безопасности захоронения солевого плава, образующегося на установках глубокого упаривания АЭС, размещенного в контейнерах НЗК-150-1,5П // Радиоактивные отходы. 2019. № 2 (7). С. 31–40.