**Керамические матрицы на основе бентонитовой тлины для иммобилизации радиоактивных отходов, образующихся при переработке отработавшего ядерного топлива жидкосолевого реактора**

***Басова А.А.***

*Студент, 6 курс специалитета*

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

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* *anna.basova@chemistry.msu.ru*

Трансмутация минорных актинидов, выделенных при переработке отработавшего ядерного топлива, является важной задачей для снижения долговременной опасности радиоактивных отходов (РАО). Одним из способов решения этой задачи может быть использование минорных актинидов как компонентов топлива жидкосолевых реакторов. В качестве основы такого топлива предлагаются расплавы двух основных солей: FLiNaK (фториды лития, натрия, калия) и FLiBe (фториды лития и бериллия). В процессе работы реактора предполагается непрерывная очистка соли от продуктов деления и активации (благородные металлы, фториды редкоземельных, щелочных и щелочноземельных элементов и др.), которые после выделения являются радиоактивными отходами. В настоящее время нет простых и надежных технологий иммобилизации РАО, которые представляют собой смесь фторидов продуктов деления.

В данной работе в качестве материала матрицы для таких отходов предлагается использование глинистых материалов, которые после отжига представляют собой керамические материалы. Были исследованы образцы на основе эвтектической смеси FLiNaK с включениями имитаторов РАО (фториды щелочных, щелочноземельных и редкоземельных элементов) в матрице из природного бентонита. Так же была синтезирована серия образцов, включающая в себя соединения кальция (оксид, гидроксид и карбонат). Температурный диапазон отжига образцов варьируется от 650 до 900 °С. Эмпирически подобрана методика подготовки наиболее качественных образцов.

Во всех образцах оценивалась их гидролитическая устойчивость, равномерность распределения элементов, прочность, плотность. Для определения фазового состава использовался метод порошковой рентгеновской дифракции в двух режимах: ex-situ (дифрактограммы регистрировались для отожженных и затем охлажденных до комнатной температуры образцов) и in-situ (нагрев происходил в специальной печи дифрактометра, при достижении определенных значений температуры происходила регистрация дифрактограммы, максимальная температура нагрева составила 1000 °С). Для большинства соединений основными фазами являются диоксид кремния и алюмосиликаты щелочных металлов, магния и кальция. Также показано присутствие фазы KMg3(Si3AlO10)F2 или ее аналогов, соответствующих замещению фторид-аниона на гидроксогруппу или замещению катиона калия на катион цезия. Распределение элементов в образце было определено при помощи рентгенофлуоресцентного анализа (РФлА). Было обнаружено, что области с наибольшей концентрацией фтора совпадают с областями с наибольшей концентрацией кальция и магния, что позволяет предположить, что эти элементы связываются преимущественно с фтором в виде фторидов или других фторсодержащих фаз. Процессы, происходящие при нагревании, исследованы с помощью термогравиметрии (ТГ) с масс-спектрометрией (МС) выделяющихся газообразных компонентов. Показано, что при добавлении соединений кальция, объем выделяемого фтороводорода уменьшается почти в три раза, а температура начала выделения HF повышается до значений выше 700 °С, что показывает преимущество добавки соединений кальция к глине. Результаты исследования гидролитической устойчивости показывают, что скорость выщелачивания цезия из полученных образцов удовлетворяет требованиям НП-019-15 и снижается при повышении температуры отжига. Механическая прочность образцов также удовлетворяет требованиям НП-019-15 для всех исследованных температур отжига (700-900 °С).