

# ИММОБИЛИЗАЦИЯ РАО В МАТРИЦАХ ИЗ ГЛИНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Григорьев А.С.<sup>1,2</sup>, Чубреев Д.О.<sup>1</sup>

Научный руководитель: Антоненко М.В.,<sup>1</sup> к.т.н., Мышкин В.Ф.,<sup>2</sup> д.ф.-м.н., профессор

<sup>1</sup> ФГУП «Горно-химический комбинат», 662972, г. Железногорск, ул. Ленина, 53

<sup>2</sup> Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [atomlink@mcc.krasnoyarsk.su](mailto:atomlink@mcc.krasnoyarsk.su)

Одной из проблем ядерной энергетики является обращение с радиоактивными отходами. Например, в период эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов (ПУГР) ФГУП «ГХК» отработанные тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) хранились в бассейнах выдержки Реакторного завода (РЗ). К настоящему времени в бассейнах хранения образовалось большое количество радиоактивных иловых отложений. Эти отложения имеют природное происхождение наносного характера и содержат радионуклиды, в том числе <sup>137</sup>Cs, <sup>241</sup>Am, <sup>152</sup>Eu, <sup>154</sup>Eu, имеющие бета- и гамма-активность [1]. В настоящий момент в соответствии с ГОСТ Р 51883-2002 проведён анализ возможности включения иловых отложений в керамическую матрицу из каолиновой (К), красной глины (Кр) и суглинка (С) [2].

Известные способы отверждения радиоактивных иловых отложений, такие как включение в МКФ-керамику, цементирование, битумирование, остекловывание имеют ряд недостатков. Создание МКФ-керамики осложнено спецификой хранения реагентов. Цементирование пригодно для иммобилизации отходов с удельной активностью менее  $3,7 \cdot 10^6$  Бк/кг. Кроме того, полученные на основе цемента компаунды имеют высокую скорость выщелачивания ( $\leq 10^{-3}$  г/см<sup>2</sup>·в сутки). Битум в качестве материала для связывания отходов предъявляет более высокие требования к пожаро- и взрывобезопасности. Остеклованные отходы термодинамически нестойки. Поэтому при повышении температуры возможна кристаллизация стекла, которая сопровождается растрескиванием и поэтому существенным возрастанием скорости выщелачивания [3, 4, 5].

В докладе обсуждаются физико-химические характеристики исходных радиоактивных иловых отложений, оптимальный состав матрицы. Приводятся результаты проведенных, в соответствии с ГОСТ Р 51883-2002, испытаний, а также результаты исследования радиационной стойкости глинистых материалов, учитывающие несколько каналов распада радионуклидов: <sup>137</sup>Cs (β-распад, 1,176 МэВ); <sup>241</sup>Am (α-распад, 5,638 МэВ); <sup>152</sup>Eu (γ-распад, 39,9-122,0 кэВ); <sup>154</sup>Eu (β-распад, 99%) (γ-распад, 0,1-1,4 МэВ, 1%). Данные о сечениях взаимодействия изотопов с γ - излучением, получены в программе Janis 4.0.

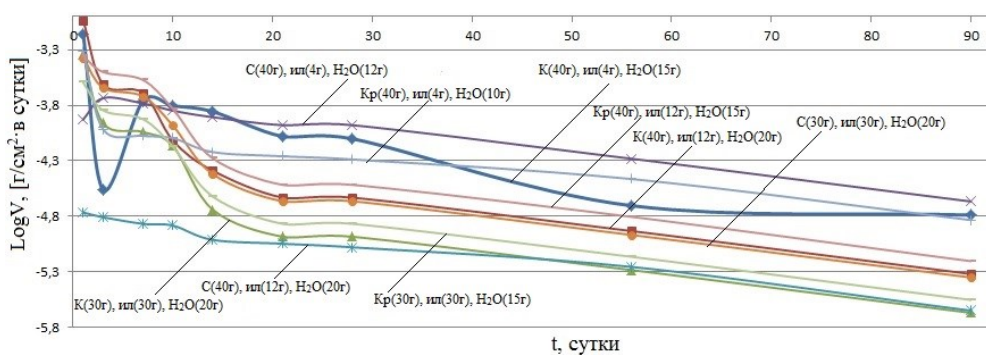


Рисунок 1. Зависимость от времени скорости выщелачивания Cs-137 из матриц

В рамках данного исследования изучены свойства различных глинистых материалов, характеристики иловых отложений и матриц из глинистых материалов. Показано, что полученные матрицы из глинистых материалов соответствуют требованиям ГОСТа [2] и не уступают по физико-химическим свойствам материалам, получаемым другими известными способами, такими как включение в МКФ-керамику, цементирование, битумирование, остекловывание.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М. Antonenko, V. Myshkin, A. Grigoriev and D. Chubreev «Clay-based Matrices Incorporating Radioactive Silts: a Case Study of Sediments from Spent Fuel Pool». AIP Conference Proceedings Vol.1938. ITMA-2017.
2. ГОСТ Р 51883-2002. Отходы радиоактивные цементированные. Общие технические требования, ГОССТАНДРАТ РОССИИ, Москва, 2012.
3. Семенов В. Н., Вестник Магистратуры 5, 32–34 (2016).
4. Гафарова В. В., Калугина Т. А., Eng. Technol. 9(4), 585–597 (2016).
5. V. M. Vieira and C. C. Oliveira de Tello. Universal J. Chem. 5(1), 1–5 (2017).