

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ РАДИАЦИОННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДНО-СОЛЕВЫХ ОТХОДОВ В ВИДЕ АЗОТНОКИСЛЫХ ЭКСТРАКЦИОННЫХ РАФИНАТОВ

Павленко А.П., Каренгин А.Г.

Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: moroziknastia94@mail.ru

В настоящее время одной из проблем ядерной энергетики является обращение с радиационно-загрязненными отходами. За время многолетней работы предприятий ядерного топливного цикла накоплены и ежегодно образуются огромные объемы низко- и среднеактивных водно-солевых отходов (азотнокислые экстракционные рафинаты, аммиачно-хлоридные маточные растворы, аммиачные маточные растворы и др.), которые размещаются в бассейнах-хранилищах [1].

По действующей технологии, только образующиеся иловые отложения подвергаются термообработке (выпаривание и прокалка) для уменьшения объема, а затем направляют на цементирование или битумизацию и далее на длительное хранение или захоронение. Снижение энергозатрат на термообработку таких отходов приведет к существенному удешевлению их обработки.

Плазменная обработка диспергированных водных растворов солей или суспензий гидроксидов металлов в плазме является одностадийным, гибким и наиболее универсальным методом получения как простых, так и сложных оксидов металлов многоцелевого назначения [2]. Основными достоинствами способа является: высокая скорость процесса; большое число каналов воздействия на физико-химические свойства целевых продуктов; возможность синтеза сложных оксидных соединений, а также высокая химическая активность получаемых целевых продуктов.

Однако плазменная обработка только водно-солевых отходов является дорогостоящим процессом из-за высоких удельных энергозатрат (2-4 МВт·ч/т). Как показано в работах [3,4], существенное снижение энергозатрат на процесс утилизации таких отходов может быть достигнуто при их плазменной обработке в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций.

В работе представлены результаты моделирования процесса плазменной обработки в воздушной плазме водно-солевых отходов в виде азотнокислых экстракционных рафинатов - водно-хвостовых растворов с концентрацией урана менее 2 мг/л и содержанием следующих основных компонентов (г/л): HNO_3 – 180-200; Al – 25-30; Fe – 0,5-4,0; Ni – 0,1-1,0; Si – 0,5; F – 30-38; H_2O – остальное [5].

В результате расчетов определены оптимальные по составу модельные горючие композиции на основе спирта (аcetона), имеющие адиабатическую температуру горения не менее 1500 К и обеспечивающие их энергоэффективную плазменную обработку.

По результатам термодинамического моделирования процесса плазменной обработки таких горючих композиций на основе азотнокислых экстракционных рафинатов определены и рекомендованы для практической реализации оптимальные режимы их энергоэффективной обработки в воздушной плазме, обеспечивающие получение требуемых целевых продуктов в конденсированной фазе. Так, получение в составе твердых продуктов магнитного оксида железа обеспечит их совместное эффективное магнитное извлечение из образующихся водных суспензий после «мокрой» очистки отходящих газов.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии для эффективной плазменной обработки различных радиационно-загрязненных водно-солевых отходов в виде горючих композиций, а также других жидких радиоактивных отходов создаваемого российского замкнутого ядерного топливного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Никифоров А.С., Кулиниченко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 184 с.
2. Туманов Ю. Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее. – М.: «Физматлит», 2003. – 759с.
3. Karengin A. G., Karengin A. A., Novoselov I. Y., Tundeshev N. V. Calculation and Optimization of Plasma Utilization Process of Inflammable Wastes after Spent Nuclear Fuel Recycling // Advanced Materials Research. – 2014. - Vol. 1040. - P. 433-436.