

ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА КУБОВЫХ ОСТАТКОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА АЭС

Болгов С.Ю., Шеховцова А.П.

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

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

E-mail: bolgow.stepan@yandex.ru

В ходе эксплуатации атомных реакторов на АЭС накоплены огромные объемы продуктов выпарки высокоактивных жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в виде кубовых остатков. В настоящее время хранилища многих АЭС заполнены на 80-90 % [1,2]. К недостаткам применяемых технологий следует отнести многостадийность, необходимость использования большого количества химических реагентов, значительные энерго- и трудозатраты [2]. Снижение энергозатрат на термообработку таких отходов приведет к существенному удешевлению их утилизации. В связи с этим поиск новых решений данной проблемы является актуальным.

Для обработки таких водно-солевых отходов перспективным является применение низкотемпературной плазмы. Однако плазменная обработка только ВСО потребует значительных энергозатрат (до 4 МВт·ч/т) [3]. Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при плазменной обработке кубовых остатков в виде водно-солеорганических композиций (ВСОК) [2].

Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при плазменной обработке кубовых остатков в виде водно-солеорганических композиций (ВСОК) [3,4].

В работе представлены результаты моделирования процесса плазменной обработки кубовых остатков (КО), имеющих следующий характерный химический состав (г/л): NaNO_3 и KNO_3 – (200-250); $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ – (25-28); $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ – (50-60); Na_2CO_3 – (20-25); NaOH – (25-30); H_2O – остальное [1].

На основе результатов расчетов показателей горючести модельных композиций («КО–ацетон», «КО–этанол» и др.), обладающих высокой взаимной растворимостью, определены составы ВСОК, имеющие низшую теплотворную способность ($Q_{\text{н}}^{\text{п}} \geq 8,4$ МДж/кг) и адиабатическую температуру горения ($T_{\text{ад}} \geq 1200$ °С) и обеспечивающие не только существенное снижение затрат энергозатрат на плазменную обработку СНР (до 0,1 МВт·ч/т), но дополнительное получение тепловой энергии для технологических и бытовых нужд (до 2,0 МВт·ч/т).

В результате термодинамических расчетов процесса плазменной обработки ВСОК установлены основные закономерности влияния исходного состава этих композиций и массовых долей воздушного плазменного теплоносителя на равновесные составы образующихся газообразных и твердых продуктов и определены режимы для практической реализации процесса, обеспечивающие экологически безопасную плазменную обработку отходов в воздушной плазме. Для расчётов использовалась лицензионная программа «TERRA».

С учетом полученных результатов проведены экспериментальные исследования процесса плазменной обработки модельных отходов на плазменном стенде «Плазменный модуль на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13-01» (рабочая частота 13,56 МГц, колебательная мощность до 60 кВт), и экспериментально подтверждена возможность энергоэффективной плазменной обработки АЭР в воздушно-плазменном потоке в виде диспергированных горючих композиций.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии для энергоэффективной плазменной обработки кубовых остатков продуктов выпарки ЖРО на АЭС, а также других радиационно-загрязненных водно-солевых отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябчиков Б.Е. Очистка жидких радиоактивных отходов. - М.: ДеЛи принт, 2008. – 512 с.
2. Никифоров А.С., Кулиниченко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 184 с.
3. Туманов Ю. Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее. – М.: «Физматлит», 2003. – 759с.
4. 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.
5. Karengin A. G., Karengin A. A., Podgornaya O. D., Shlotgauer E. E. Complex utilization of processing wastes in air plasma of high-frequency torch discharge // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2014. - № Article number 012034. - P. 1-6.