

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ОТХОДОВ В ВИДЕ АММИАЧНЫХ МАТОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Пешехонова А.С.

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

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

E-mail: anastasiya.peshehonova@mail.ru

На предприятиях ядерного топливного цикла (ЯТЦ) за период многолетней работы накоплены, а также ежегодно образуются огромные объемы низко- и среднеактивных водно-солевых отходов (аммиачные маточные растворы, аммиачно-хлоридные маточные растворы и др.), которые размещают для длительного хранения в бассейнах различного назначения.

По действующей технологии эти отходы подвергают обезвоживанию, термообработке (выпаривание и прокалка) для уменьшения объема, а затем направляют на цементирование или битумизацию и далее на длительное хранение или захоронение. К недостаткам применяемых технологий следует отнести многостадийность, необходимость использования большого количества химических реагентов, значительные энерго- и трудозатраты. Снижение энергозатрат на термообработку таких отходов приведет к существенному удешевлению их утилизации.

Плазменная обработка диспергированных водных растворов солей или суспензий гидроксидов металлов является одностадийным, гибким и наиболее универсальным методом получения как простых, так и сложных оксидов металлов многоцелевого назначения. 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). Существенное снижение энергозатрат на процесс обработки таких отходов может быть достигнуто при их плазменной обработке в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-солеорганических композиций (ВСОК).

В работе представлены результаты моделирования процесса обработки в воздушной плазме водно-солевых отходов в виде аммиачных маточных растворов (АМР), имеющих следующий характерный состав (г/л): NH_4NO_3 – (70-80); NH_4OH – 5; ПАВ – (0,2-0,3); U – менее 0,002; H_2O – остальное.

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

По результатам термодинамических расчетов процесса плазменной обработки АМР в виде 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 энергоэффективную и экологически безопасную обработку АМР в воздушной плазме. Для расчётов использовалась лицензионная программа «TERRA».

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