

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОМАСООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ДИСПЕРГИРОВАННЫХ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Павленко А.П., Каренгин А.А.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: moroziknastia94@mail.ru

За время многолетней работы предприятий ЯТЦ накоплены миллионы тонн жидких радиоактивных отходов (ЖРО) низкой и средней активности (азотнокислые экстракционные рафинаты, аммиачно-хлоридные маточные растворы, аммиачные маточные растворы и др.). К недостаткам применяемых технологий их переработки следует отнести многостадийность и значительные энерго- и трудозатраты [1].

Для обработки ЖРО в виде водно-солевых отходов (ВСО) перспективным является применение низкотемпературной плазмы. Плазменная обработка ВСО в виде диспергированных водных растворов солей или суспензий гидроксидов металлов является одностадийным, гибким и наиболее универсальным методом, основными достоинствами которого являются: высокая скорость процесса, большое число каналов воздействия на физико-химические свойства целевых продуктов [2]. Однако плазменная обработка только ВСО требует значительных энергозатрат (до 4,0 МВт·ч/т).

В современных условиях одним из путей повышения экономичности энергоустановок является совершенствование оборудования путем внедрения эффективных способов интенсификации тепло- и массообменных процессов. К наиболее распространенным способам интенсификации можно отнести: использование турбулентного режима течения теплоносителей, шероховатых теплообменных поверхностей, повышение скорости течения сред, использование поверхностей с оребрением, турбулизаторов потока, псевдооживление слоя и т.д. [3].

В работе представлены результаты моделирования процесса плазменной обработки ВСО в воздушно-плазменном потоке в виде оптимальных по составу диспергированных водно-солеорганических композиций (ВСОК).

По результатам расчетов показателей горючести различных модельных водно-солеорганических композиций («ВСО–метанол», «ВСО–этанол», «ВСО–ацетон», и др.) определены составы ВСОК, имеющие низшую теплотворную способность ($Q_{н}^p \geq 8,4$ МДж/кг) и адиабатическую температуру горения ($T_{ад} \geq 1200$ °С) и обеспечивающие не только существенное снижение затрат электрической энергии на плазменную обработку отходов (до 0,1 МВт·ч/т), но и дополнительное получение тепловой энергии (до 2,0 МВт·ч/т).

В результате термодинамических расчетов процесса плазменной обработки ВСО 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 обработку отходов в воздушной плазме.

По результатам численных расчетов процесса плазменной обработки диспергированных ВСОК в воздушно-плазменном потоке установлены основные закономерности влияния начальных параметров потока (температура, скорость), капель (размер, скорость), их массового отношения на параметры высокотемпературного двухфазного течения с фазовыми переходами и предложена модель реактора для их эффективной плазменной обработки.

Показано, что основными факторами, влияющими на интенсификацию тепло- и массообменных процессов при плазменной обработке диспергированных ВСОК являются: температура (мощность) воздушно-плазменного потока, размер капель обрабатываемых композиций (диспергирование), температура пленки вязкой жидкости композиции, скорость обдува капель диспергируемых композиций, химический состав обрабатываемых растворов (включение в состав композиций горючих органических веществ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябчиков Б.Е. Очистка жидких радиоактивных отходов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 512 с.
2. Туманов Ю. Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее. – М.: «Физматлит», 2003. – 759 с.
3. Toumanov I.N., Sigailo A. V. Plasma Synthesis of Disperse Oxide Materials from Disintegrated Solutions // Materials Science and Engineering. 1991.– Vol. A140.– P. 539-548.