

**ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ
ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА**

Т.Е. Пироженко

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры «Техническая физика» НИ ТПУ, А.Г. Каренгин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: tep2@tpu.ru

PLASM RECOVERY OF SPENT NUCLEAR FUEL REPROCESSING WASTES

T.E. Pirozhenko

Scientific Supervisor: Candidate of Physics and Mathematics sciences, assistant professor of “Technical Physics” department, A.G. Karengin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: tep2@tpu.ru

***Abstract.** The article shows results of research of combined plasm conversion waste of spent nuclear fuel recovery process in an air plasm. Optimal compositions and conditions to provide their energy-efficient recovery have been found out. Recommended conditions have been proved by experiment on model organic water compositions.*

Основой технологии переработки ОЯТ радиохимических заводов является ПУРЕКС-процесс, обеспечивающий высокую степень извлечения урана и плутония из ОЯТ при их экстракции из водно-хвостовых растворов трибутилфосфатом (ТБФ) с различными органическими разбавителями (керосин, гексахлорбутadiен и др.), которые с течением времени теряют свою эффективность и превращаются в горючие отходы переработки ОЯТ (ГОП ОЯТ) [1].

Оставшиеся после первого экстракционного цикла без урана и плутония отходы переработки ОЯТ (ОП ОЯТ) представляют собой слабоконцентрированные водносолевые растворы металлов, имеющие следующий модельный состав [2]: $H_2O - 81,43\%$, $HNO_3 - 18,0\%$, $Fe - 0,07\%$, $Mo - 0,10\%$, $Nd - 0,11\%$, $Y - 0,06\%$, $Zr - 0,058\%$, $Na - 0,04\%$, $Ce - 0,039\%$, $Cs - 0,036\%$, $Co - 0,031\%$, $Sr - 0,026\%$ и др.

По действующей технологии ОП ОЯТ выпаривают, добавляют химические реагенты (силикаты, бораты и др.), остекловывают и захоранивают [1]. Эта технология многостадийна, требует химических реагентов и значительных энерго- и трудозатрат. Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при совместной плазменной утилизации этих отходов в виде оптимальных по составу горючих водно-солеорганических композиций (ВСОК).

**Расчет показателей горения водно-органических композиций
на основе ГОП ОЯТ и ОП ОЯТ**

Достаточное и полное сгорание горючих отходов в камерах с малыми потерями тепла наблюдается у отходов, имеющих низшую теплоту сгорания не менее 8,4 МДж/кг и адиабатическую температуру горения $T_{ад} \geq 1473$ К [3].

На рисунке 1 показано влияние содержания ТБФ и ОП ОЯТ) на адиабатическую температуру горения ВСОК «ГОП ОЯТ – ОП ОЯТ».

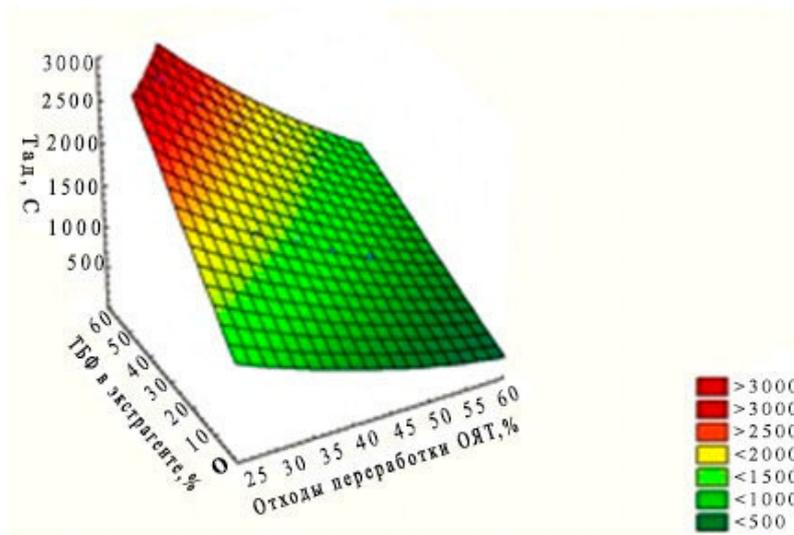


Рис. 1. Влияние содержания ТБФ и ОП ОЯТ на адиабатическую температуру горения ВСОК «ГОП ОЯТ – ОП ОЯТ»

С учетом полученных результатов может быть рекомендован для практической реализации следующий состав оптимальной горючей ВСОК: 50 % ГОП ОЯТ : 50 % ОП ОЯТ.

Расчет равновесных составов продуктов плазменной утилизации ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ

Для определения оптимальных режимов исследуемого процесса проведены расчёты равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов совместной плазменной утилизации ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ в воздушной плазме в виде ВОК.

На рисунке 2 представлены характерные равновесные составы газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов совместной плазменной утилизации ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 65%.

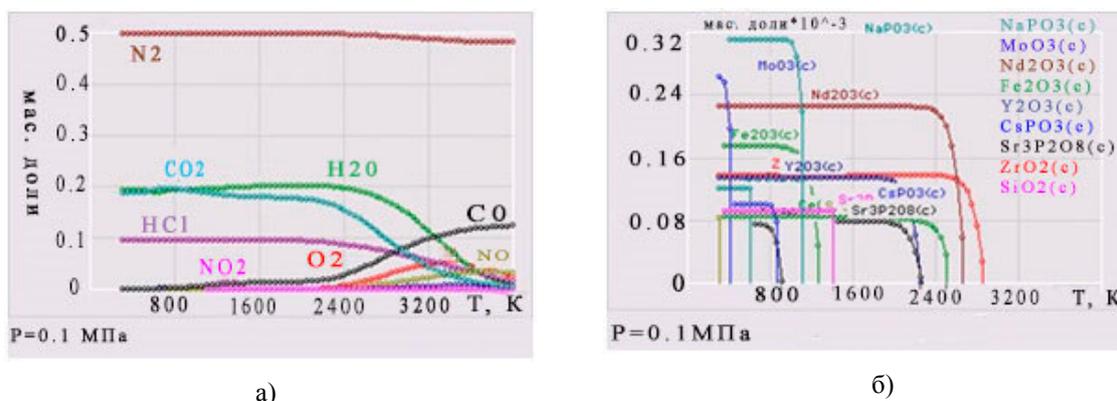


Рис. 2. Равновесный состав газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов совместной плазменной утилизации ГОП ОЯТ и ОП ОЯТ в воздушной плазме: (65% Воздух : 35% ВОК)

Из анализа графиков следует, что основными газообразными продуктами являются N_2 , H_2O , и CO_2 , а в конденсированной фазе - простые и сложные оксиды металлов. Отсутствие сажи $C(s)$ и низкое содержание CO , NO , NO_2 , указывают на экологически безопасный режим утилизации.

С учётом полученных результатов рекомендованы для практической реализации процесса в воздушной плазме следующие оптимальные режимы: состав ВСОК (50 % ГОП ОЯТ:50% ОП ОЯТ); массовое отношение фаз (65% Воздух : 35% ВСОК); температура (1500 ± 100) К.

Оптимизация режимов работы плазменного стенда на базе ВЧФ-плазмотрона

На рисунке 3 представлена схема плазменного стенда на базе ВЧФ-плазмотрона, на котором были проведены исследования процесса плазменной утилизации данного отходов в воздушно-плазменном потоке в виде модельных диспергированных ВСОК.

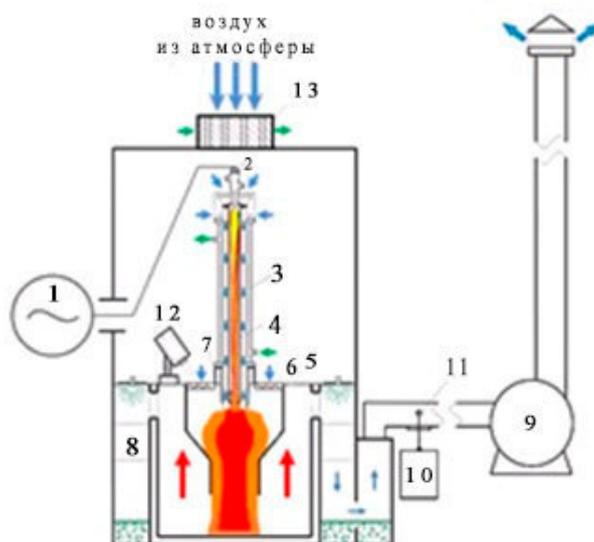


Рис. 3. Плазменный стенд на базе ВЧФ-плазмотрона

Плазменный стенд включает: высокочастотный генератор 1, электрод 2, ВЧФ-плазмотрон 3, ВЧФ-разряд 4, реактор 5, импеллер реактора 6, диспергатор 7, узел «мокрой» очистки 8, вытяжной вентилятор 9, газоанализатор 10 с пробоотборником 11, цифровой пирометр 12, калорифер 13.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии энергоэффективной плазменной утилизации ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ, а также других отходов создаваемого российского замкнутого ЯТЦ в виде оптимальных по составу горючих ВСОК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
2. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М., Никитина С.А., Макарова Т.П., Петров Е.Р., Богородицкий А.Б., Григорьева М.Г. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина, – 2007. – Т. XII. – С. 124–147.
3. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990.