Плазменные печи и реакторы для переработки отходов

(процессы переработки отходов базирующиеся на плазмохимических технологиях)

По мере развития цивилизации количество отходов человеческой деятельности растет угрожающими темпами

Переработка отходов – неизбежный тренд XXI века, с каждым годом человечество будет вынуждено тратить все больше и больше средств на переработку отходов

Наша задача сделать этот процесс экологически безопасным и экономически выгодным.

Плазма, благодаря высоким температурам, позволяет разрушить любые отходы до атомарного уровня, что делает плазменные технологии наиболее универсальным и эффективным методом переработки всего спектра отходов производимых человеком

Плазменные технологии позволяют вовлечь в повторный оборот максимальное количество вещества находящегося в отходах

Преимущества плазменных технологий

- **Экологическая чистота**
- **Отходы могут быть обработаны без предварительной сортировки**
- **Отсутствие вредных выделений (включая диоксины)**
- **Количество получаемых газообразных продуктов, подлежащих очистке существенно меньше количества продуктов их горения, образующихся в традиционных технологий на основе сжигания отходов. Это приводит к резкому сокращению размеров системы очистки отходящих газов**
- **Получение чистого легированного шлака, который может быть использован в качестве строительного материала или быть безопасно захороненным**
- **Возможность получать из органических отходов горючих газов, которые могут быть использованы в технологических целей. Например синтез-газа с высокой теплотворной способностью и высоким содержанием водорода**
- **Возможность получения тепловой или электрической энергии**
- **Высокая плотность энергии, высокая тепловая эффективность переноса**
- **Высокие темпы процесса**
- **Возможность гибко направлять процесс по разным вариантам физико-химического сценария**
- **Сокращение реакционного объема**
- **Малая инерционность процесса и, как следствие, более высокая степень безопасности, поскольку процесс можно быстро остановить и перезапустить**
- **Улучшение контроля выхлопных газов состав**
- **Сокращение производства смол (органические соединения с высокой молекулярной массой)**

Плазменные технологии широко применяются для обработки различных отходов

- муниципальные
- промышленные
- медицинские
- радиоактивные
- военные

Продукты переработки и цель переработки (Две основные задачи)

Получение вторичных полезных продуктов (энергия, топливо, химическое сырье)	Экологически безопасное уничтожение, переработка в инертную форму
• ТБО • Органические растительные отходы • Органические биологические отходы • Синтетические отходы (полимеры, пластмассы) • Нефтехимические отходы • Низкосортные виды минерального топлива • Промышленные (не токсичные)	• Токсичные (включая стойкие органические загрязнители (СОЗ)) • Медицинские • Радиоактивные • Военные

Энергетический потенциал различных видов отходов (МДж/кг)

ТБО (влажность 40%, зольность 17%)	7,8
Refuse Derived Fuel (RDF) (влажность 15%, зольность 12%)	16,0
Отходу бумаги, картона текстиля (обезвоженные)	17,6
Пищевые отходы (обезвоженные)	22,5
Древесные отходы (обезвоженные)	19,7
Отходы кожи (обезвоженные)	19,0
Пластмасса (средневзвешенная по всем видам отходов)	19,2
Резина	34,4

Растительные отходы

- дерево и изделия из него
- листья
- отходы лесоповала и деревопереработки
- сельскохозяйственные отходы
- бракованные сельскохозяйственные продукты
- макулатура и другие целлюлозные отходы

Биологические отходы

- отходы птицефабрик и скотобоен
- отходы продовольственного производства
- продукты пришедшие в негодность
- павшие домашние животные

Синтетические отходы (полимеры, пластмассы)

- полиэтиленовые отходы
- пластиковые изделия
- синтетические ткани
- автомобильные шины и другие резинотехнические отходы
- полимерные компоненты электронных и электротехнических устройств
- изделия домашнего обихода содержащие пластмассы

Нефтехимические отходы

- отходы нефтепереработки в т.ч. кислые гудроны
- нефтешламы
- отработанные смазочные материалы
- кубовые остатки
- битуминозные пески
- снятый асфальт
- отходы мягкой кровли изготовленные на основе битума и гудронов

Низкосортные виды минерального топлива

- горючие сланцы
- торф
- бурый уголь

Основные реакции проистекающие при плазменной газификации органических отходов

CnHmOy(N,S,Cl, …) + вода + воздух =>
=> CO + H2 + CO2 + H2O + Csol+….+ (NOx, SO, HCl, ...)

Базовые реакции

<u>эндотермические</u>

C + H2O = CO + H2
CO2 + C = 2CO
CH4 + H2O = CO + 3H2

<u>экзотермические</u>

2C + O2 = 2CO
C + O2 = CO2
CH4 + 0,5O2 = CO + 2H2
CO + H2O = CO2 + H2
CO + 0,5O2 = CO2
C + 2H2 = CH4
CO + 3H2 = CH4 + H2O
CO + H2 = 0,5CH4 + 0,5CO2

Основные реакции при плазменной газификации:

$$C_nH_mO_p + O_2 \rightarrow CO + H_2 + Q$$

$$C_nH_mO_p + H_2O \rightarrow CO + H_2 - Q$$

$$C_nH_mO_p + CO_2 \rightarrow CO + H_2 - Q$$

Получаемые в результате переработки полезные продукты

- тепло и электрическая энергия
- конструкционные материалы
- синтез-газ

Продукты получаемые в результате конверсии синтез-газа

- метанол
- водород
- моторное топливо

Методы переработки ТБО

- Захоронение на полигонах
- Сжигание несортированных ТБО в мусоросжигательных печах
- Предварительная сортировка и сжигание RDF в печах
- Плазменный газификация.

Захоронение на полигонах

- отчуждение земель
- загрязнение воздуха
- загрязнение грунтовых вод
- неприятный запах
- опасность самовозгорания

Сжигание несортированных ТБО в мусоросжигательных печах

- большой процент химического и механического недожига
- большой объем дымовых газов
- дорогостоящая очистка дымовых газов
- образование диоксинов и фуранов
- негативное отношение населения и экологических общественных организаций

Температура 700-900 С

Выработка электроэнергии 0.2-0.3 кВт-ч/кг

Сжигание сортированных ТБО

Refuse Derived Fuel (RDF)

- большой объем дымовых газов
- дорогостоящая очистка дымовых газов
- образование диоксинов и фуранов
- токсичная летучая зола

Температура 900-1100 С

Выработка электроэнергии 0.8-0.9 кВт-ч/кг

Плазменная газификация

- решена проблема диоксинов
- зола удаляется в виде стеклованного шлака

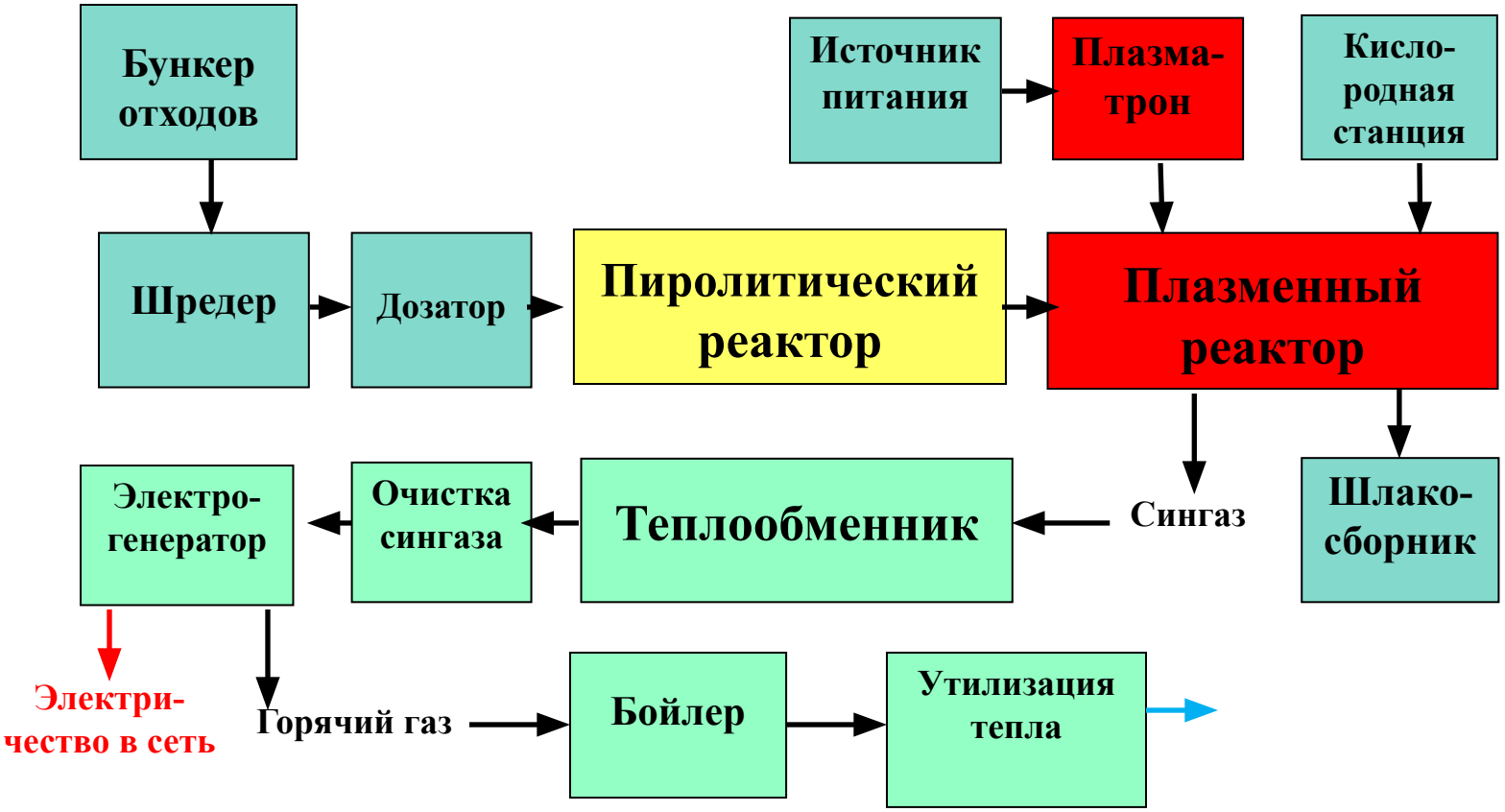
Температура 1200-1500 С

Выработка электроэнергии 0.8-1.0 кВт-ч/кг

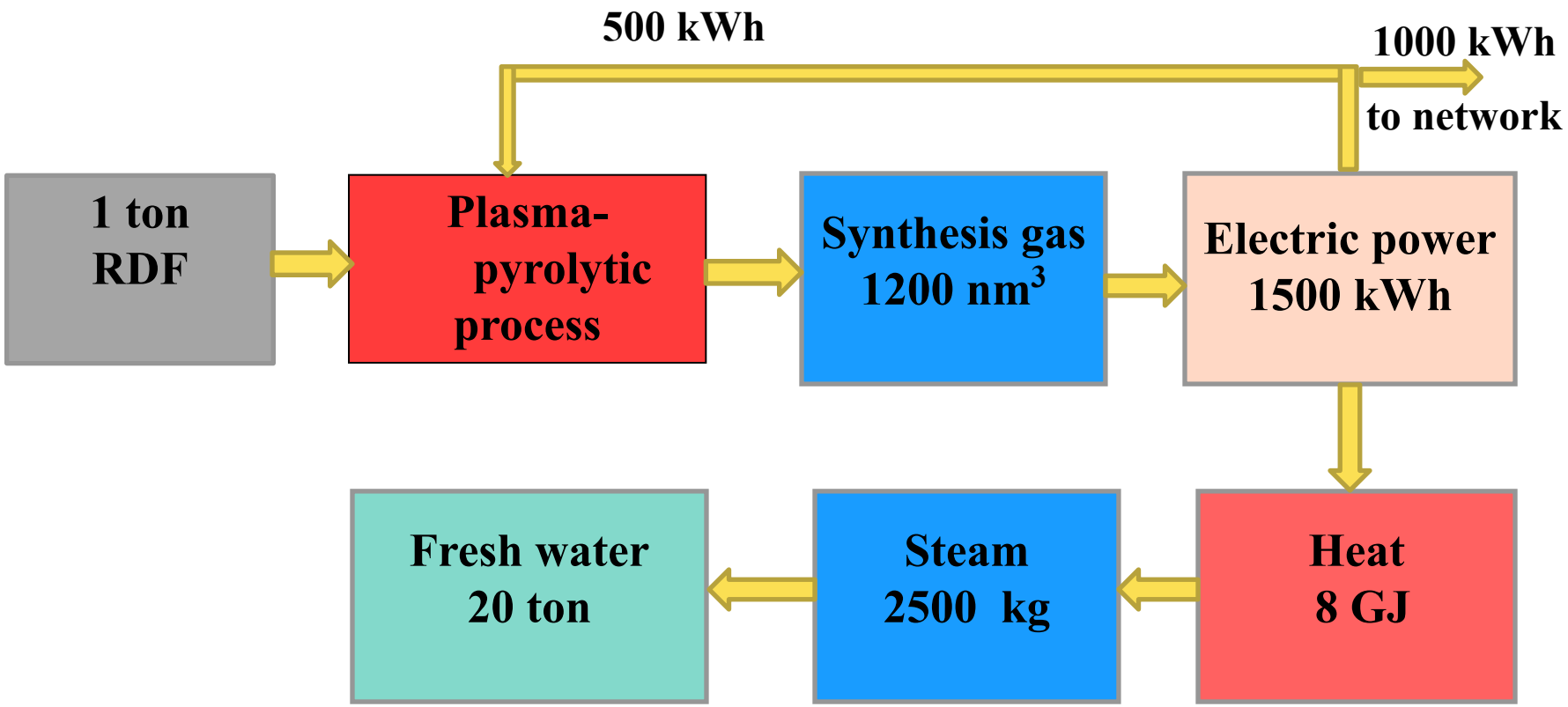
Фото:

Завод плазменной газификации MSW Westinghouse Plasma Corp

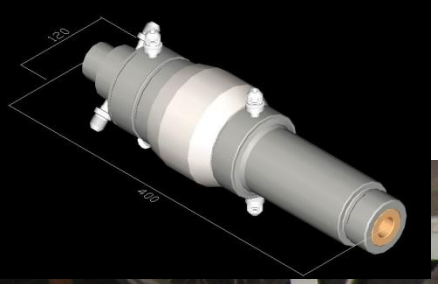
ДИАГРАММА ПЛАЗМЕННО ПИРОЛИТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

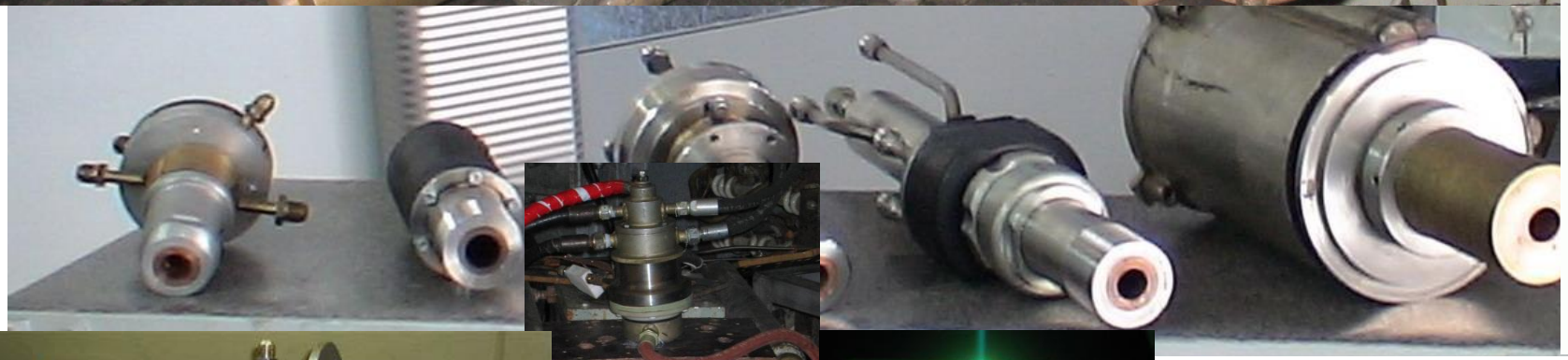


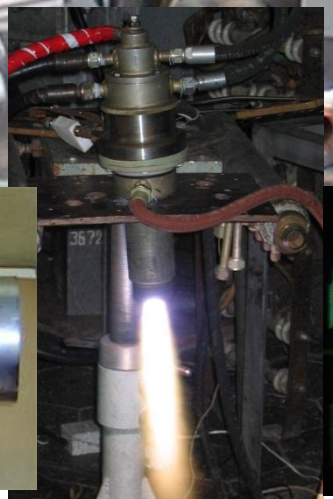
Трансформация продуктов при плазменно-пиролитической технологии

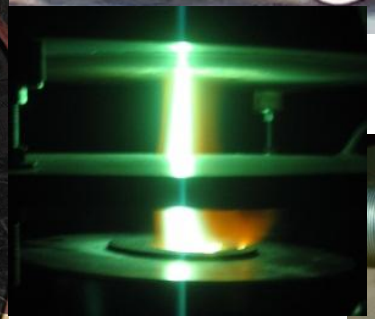


Плазмотроны 20 kW – 2 MW





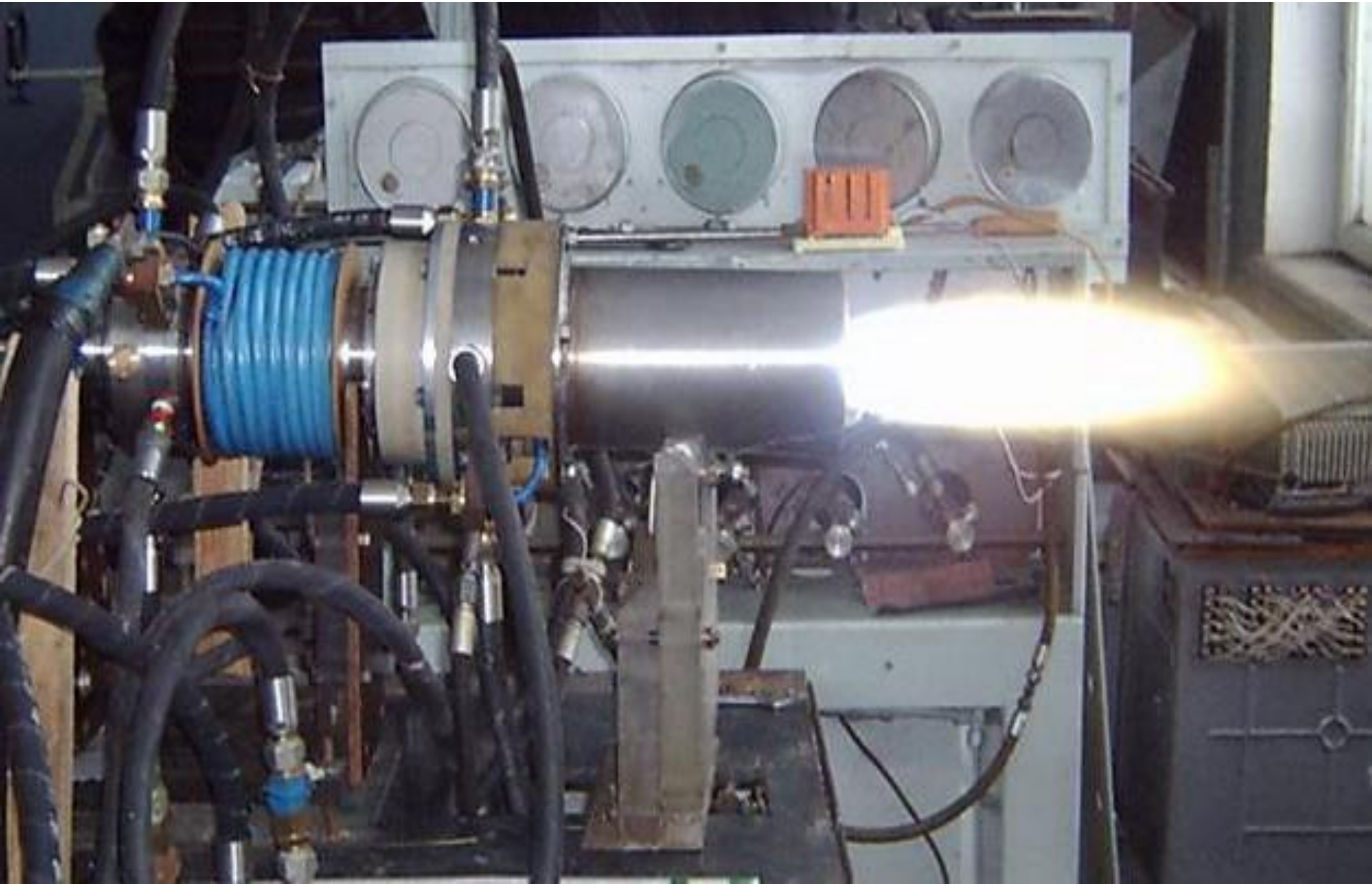




Пароводяной плазмотрон 60 кВт

Плазмотрон 250 кВт

Плазмотрон 500 кВт



PLASMATRON - 500KW

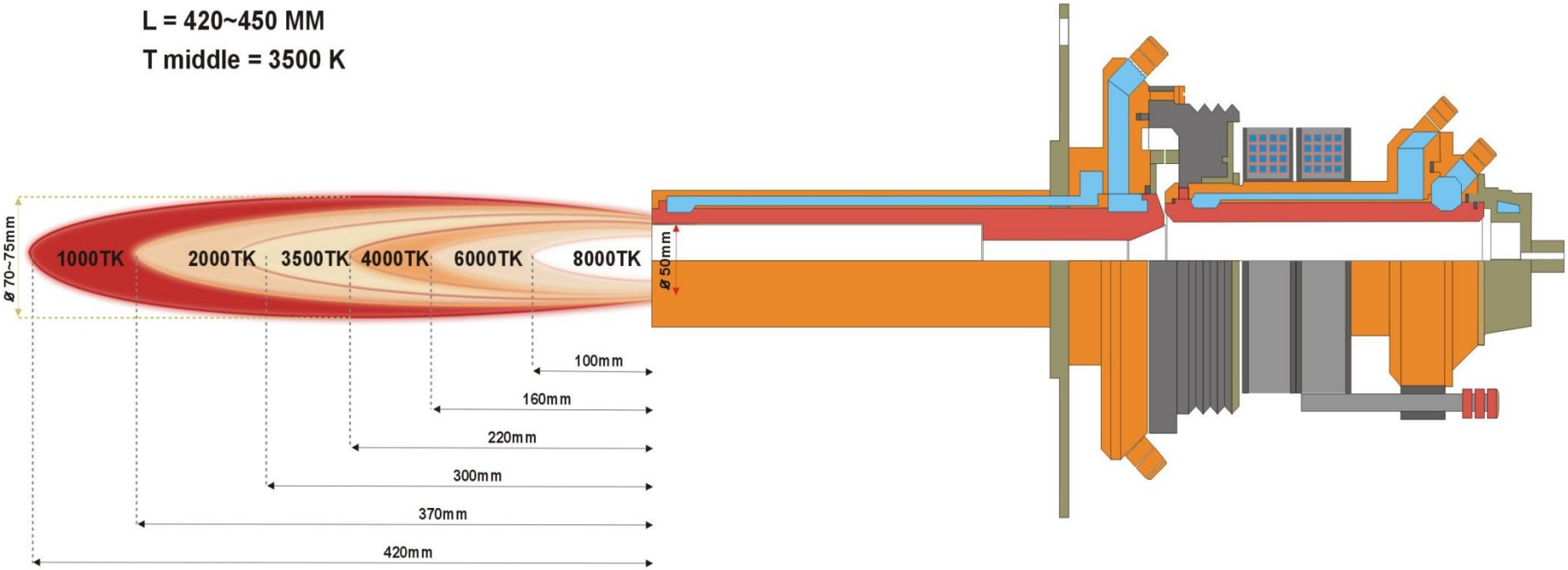
N = 500uW

Gas rate - 70 g/sec

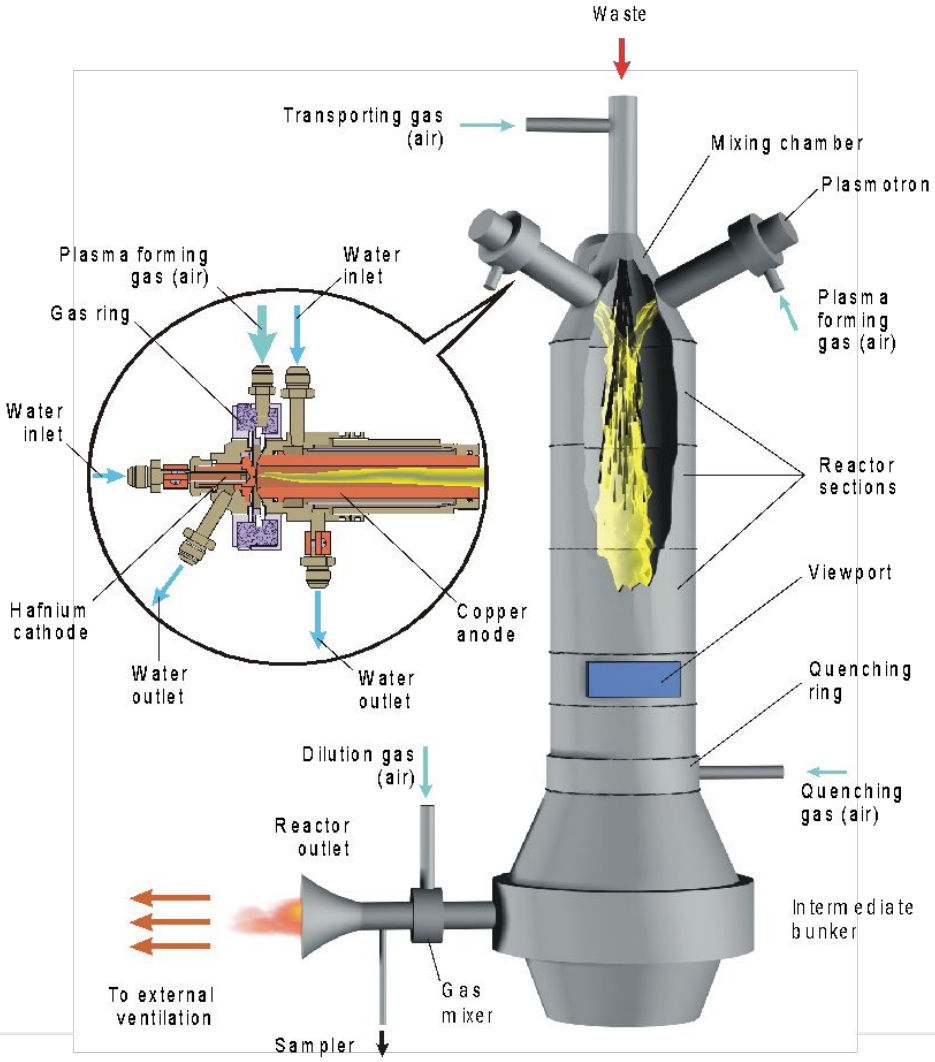
water for cooling - 1.2 kg/sec

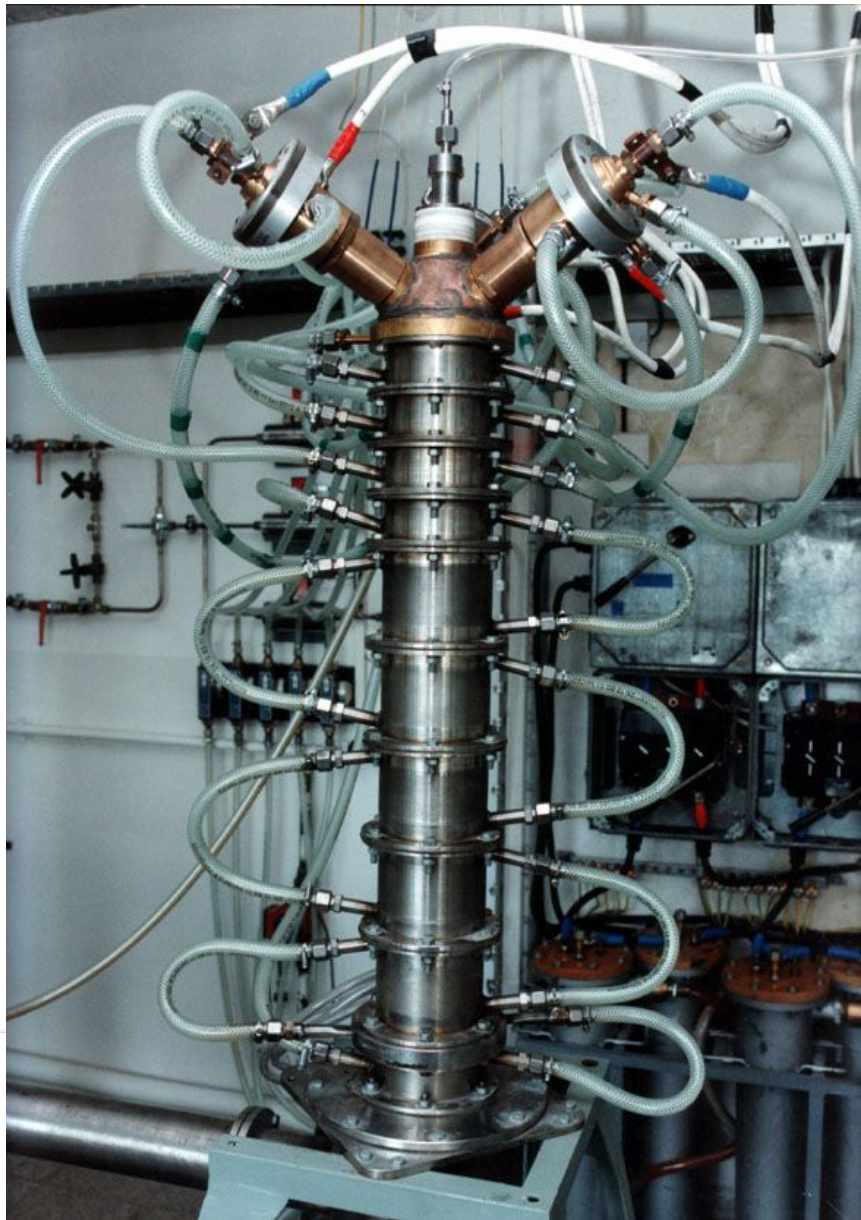
L = 420~450 MM

T middle = 3500 K



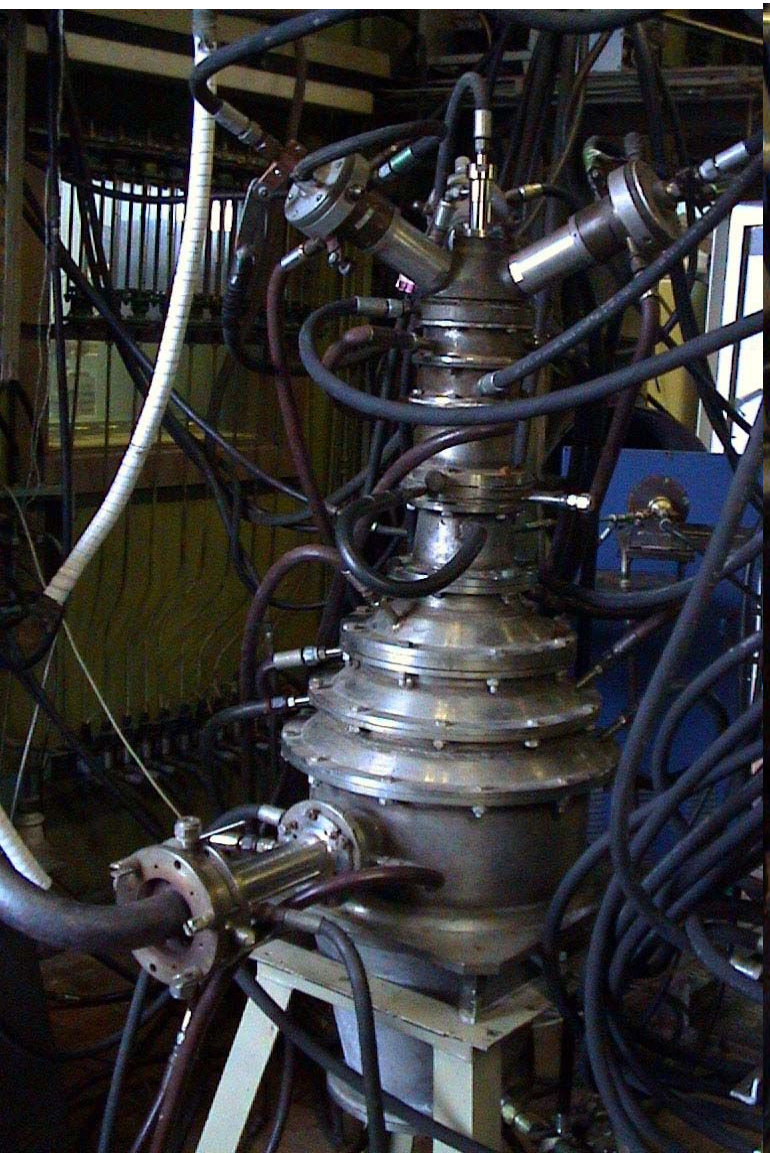
Трехструйный плазменный реактор для переработки жидких опасных отходов

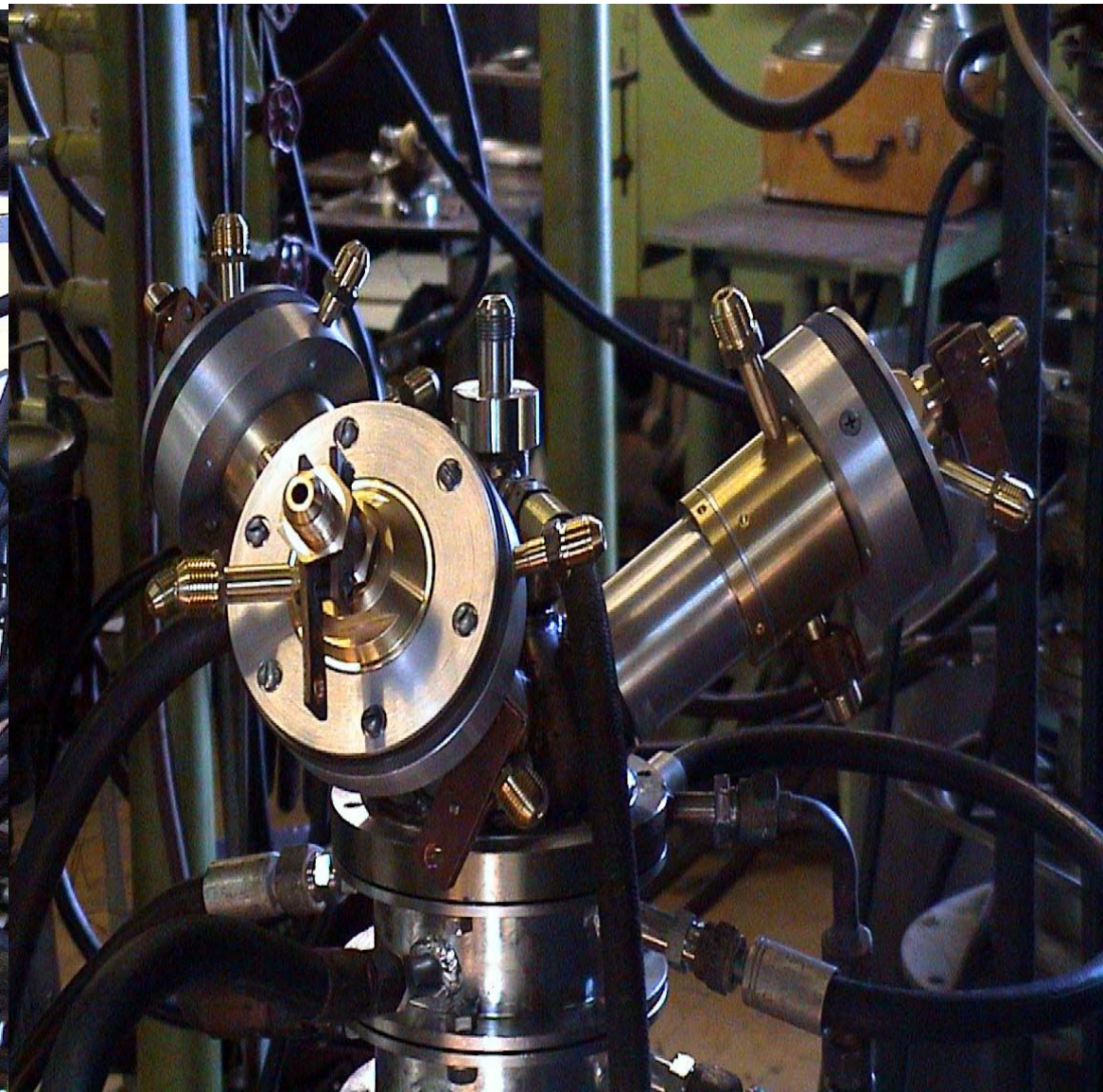




Плазменный комплекс для переработки стойких органических загрязнителей

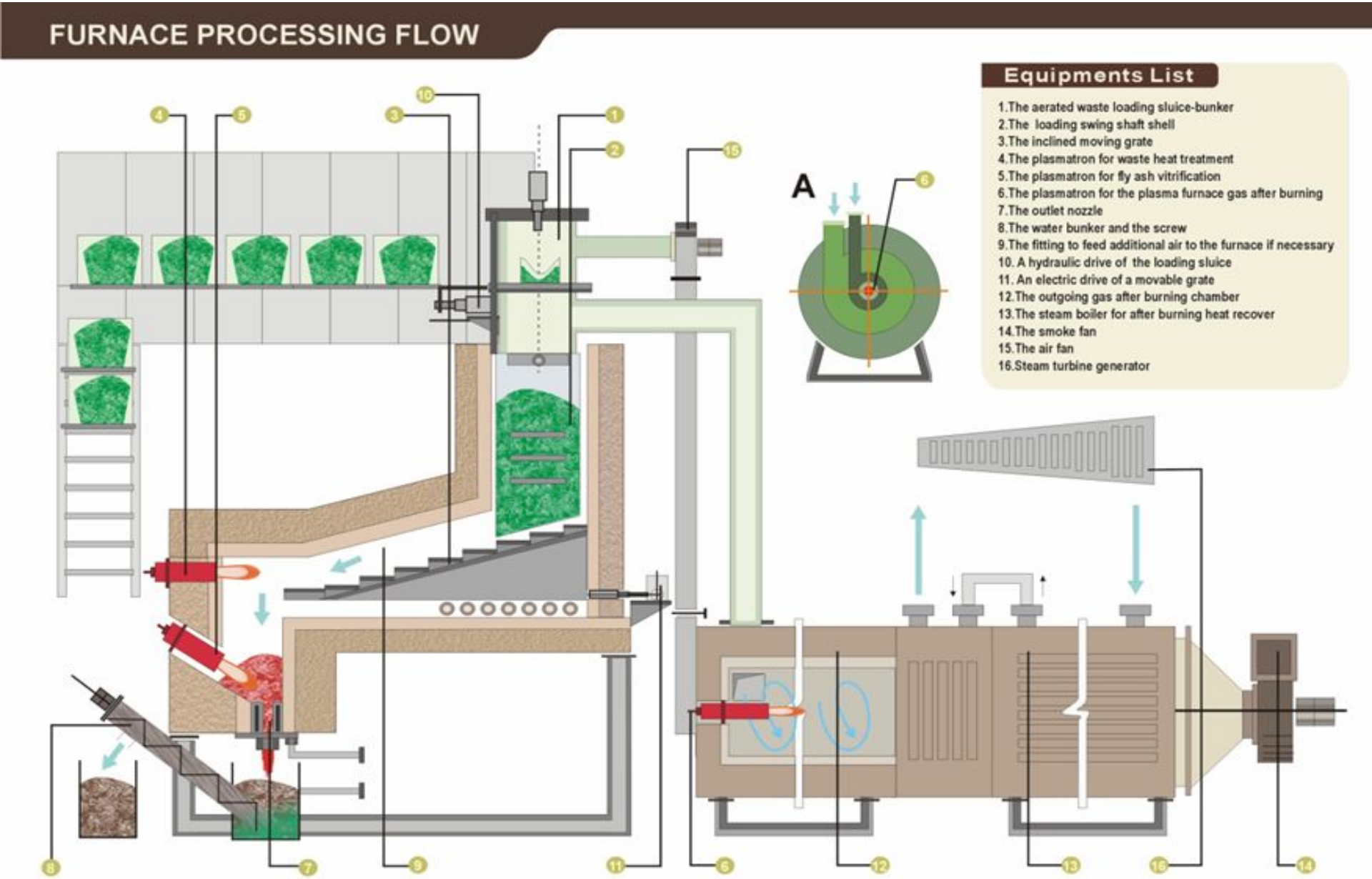
Трехструйные плазменные реакторы



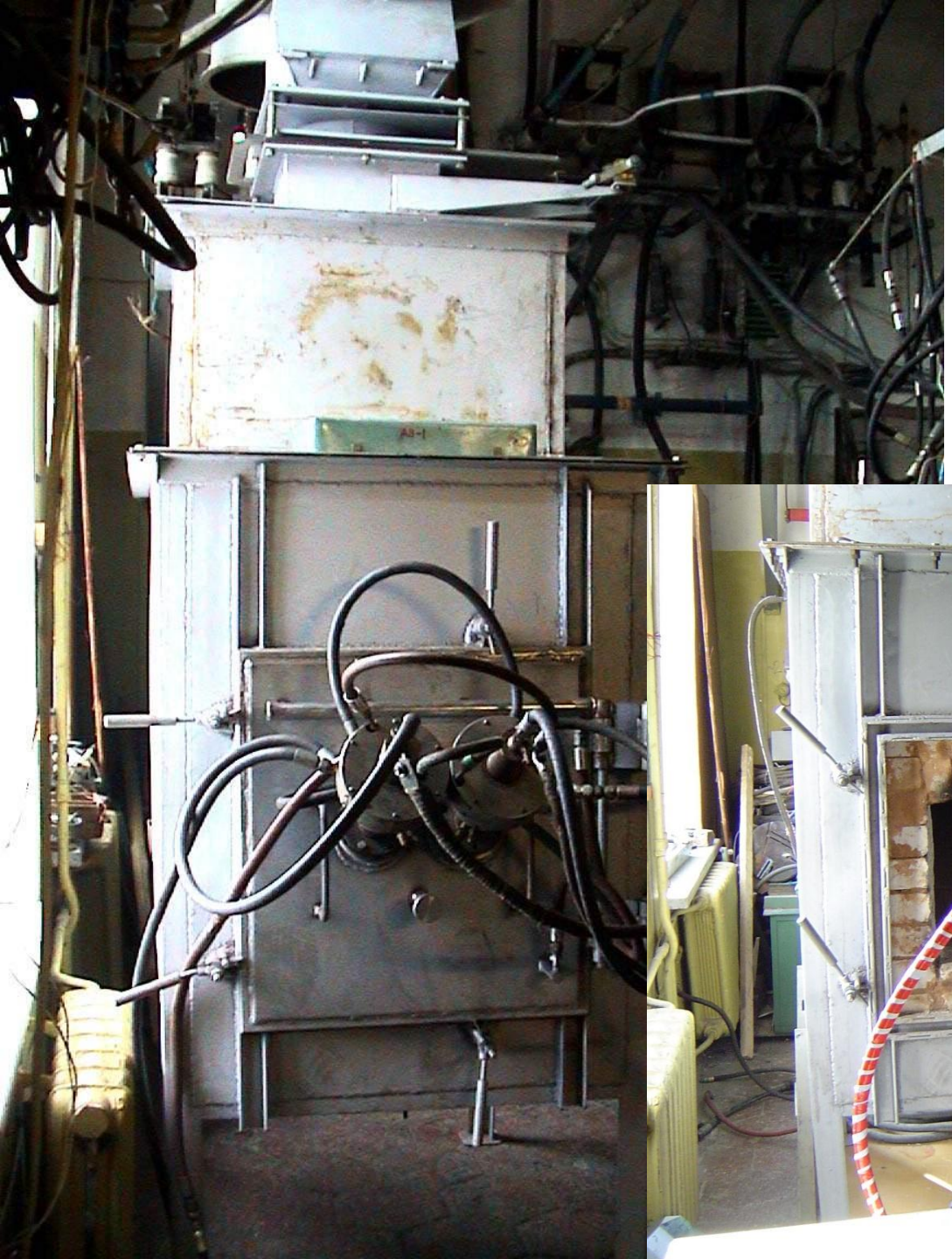


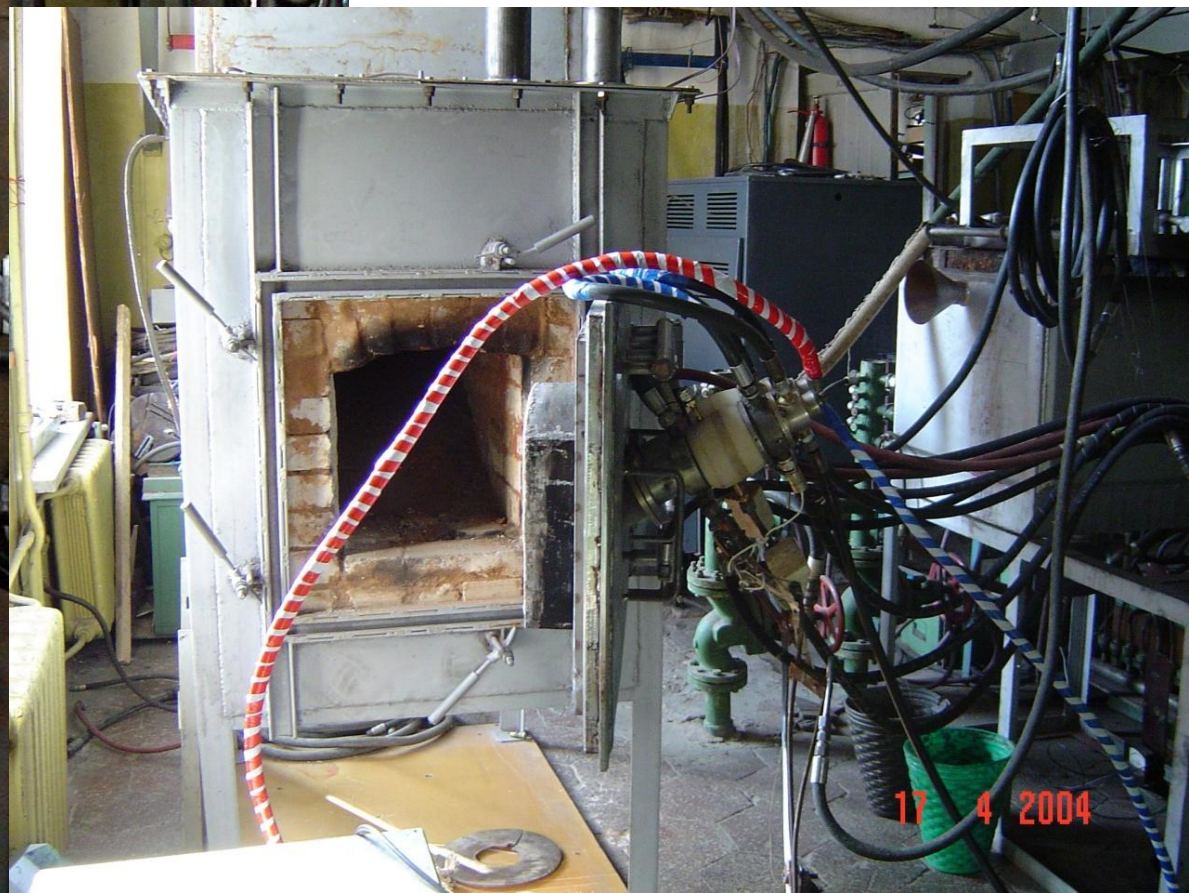
Плазменный реактор и периферийные устройства

Плазменно технологический модуль для газификации отходов

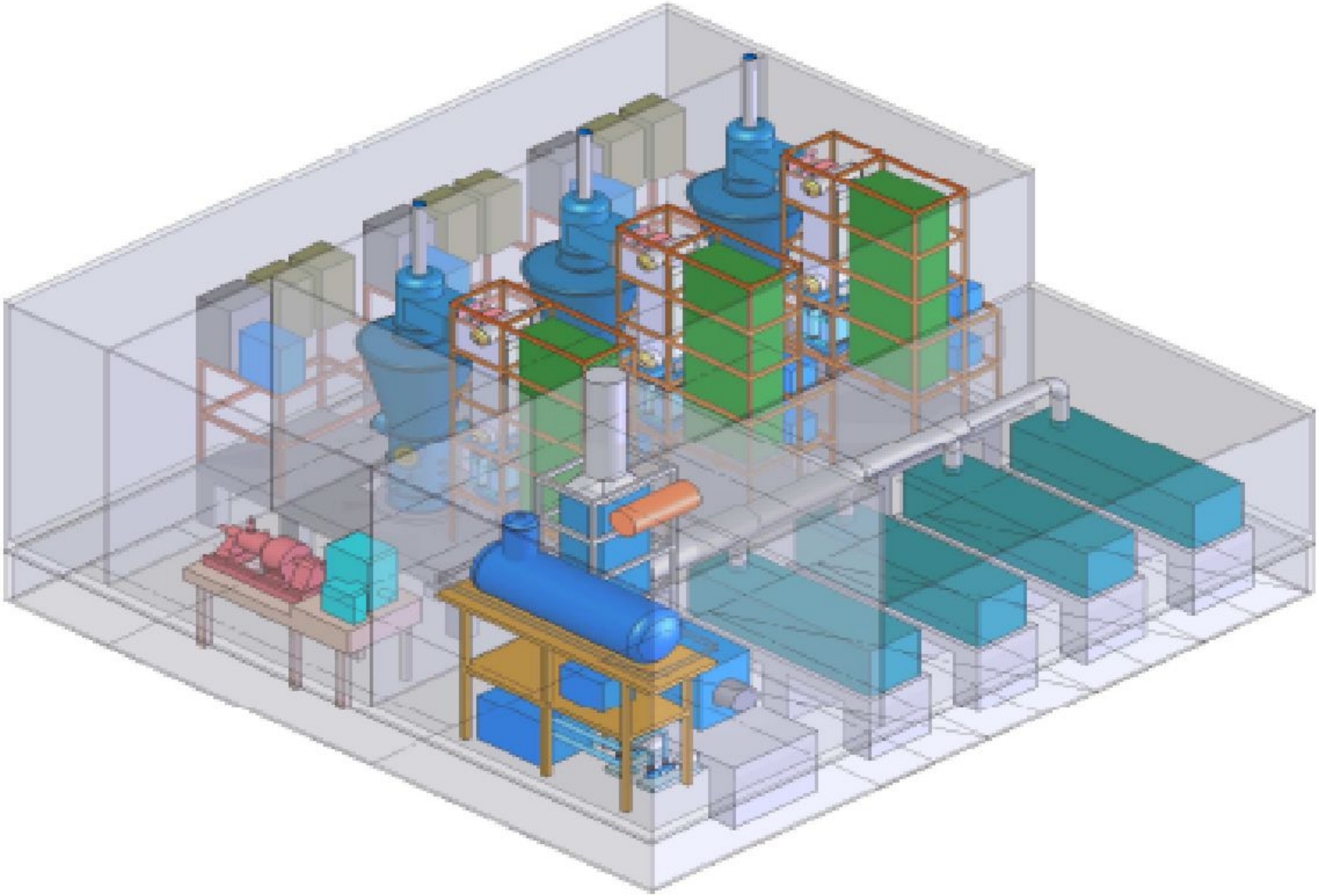


Плазменная печь

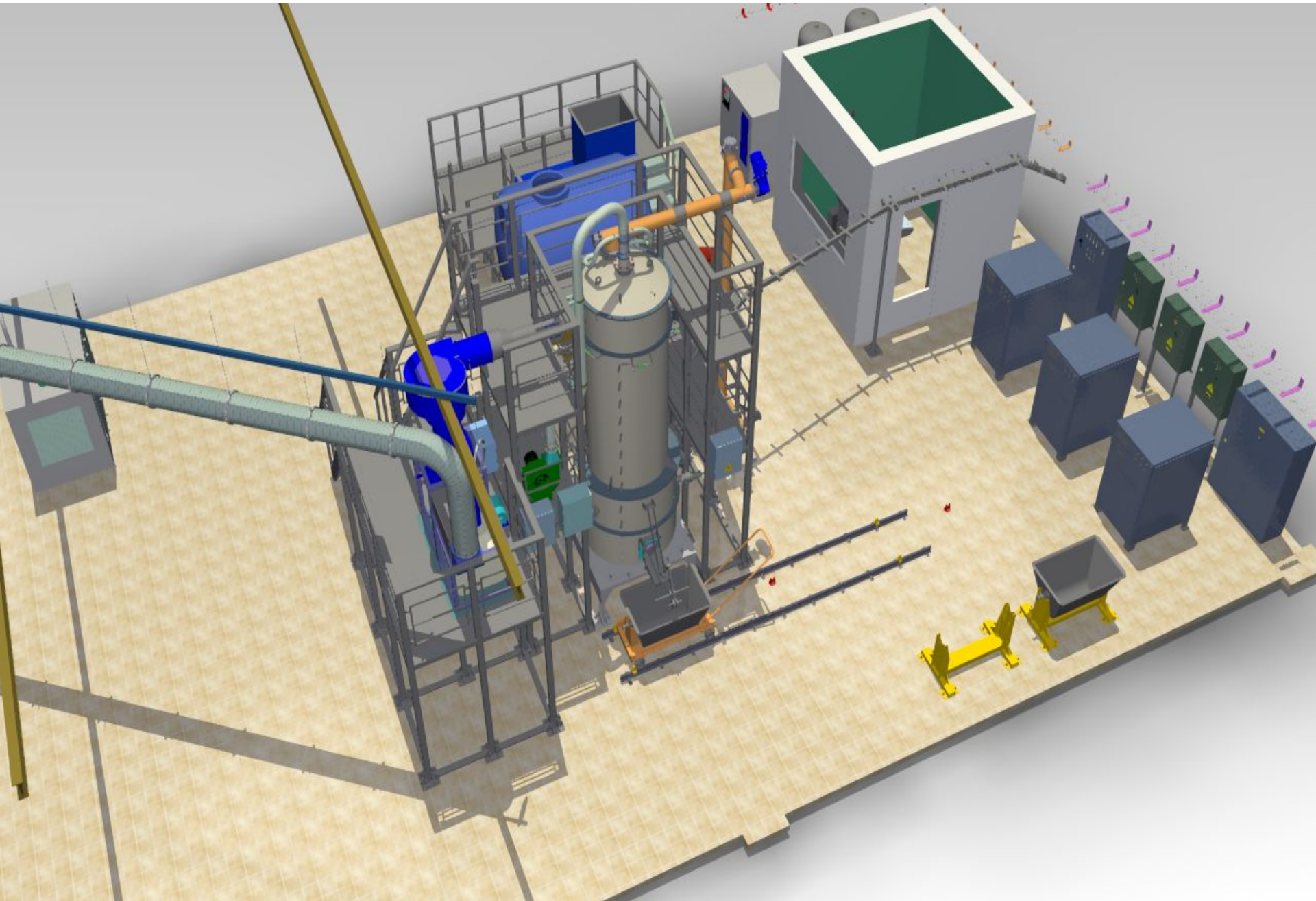




Проект плазменного цеха



Плазменный реактор для переработки отходов 500 кг/ч



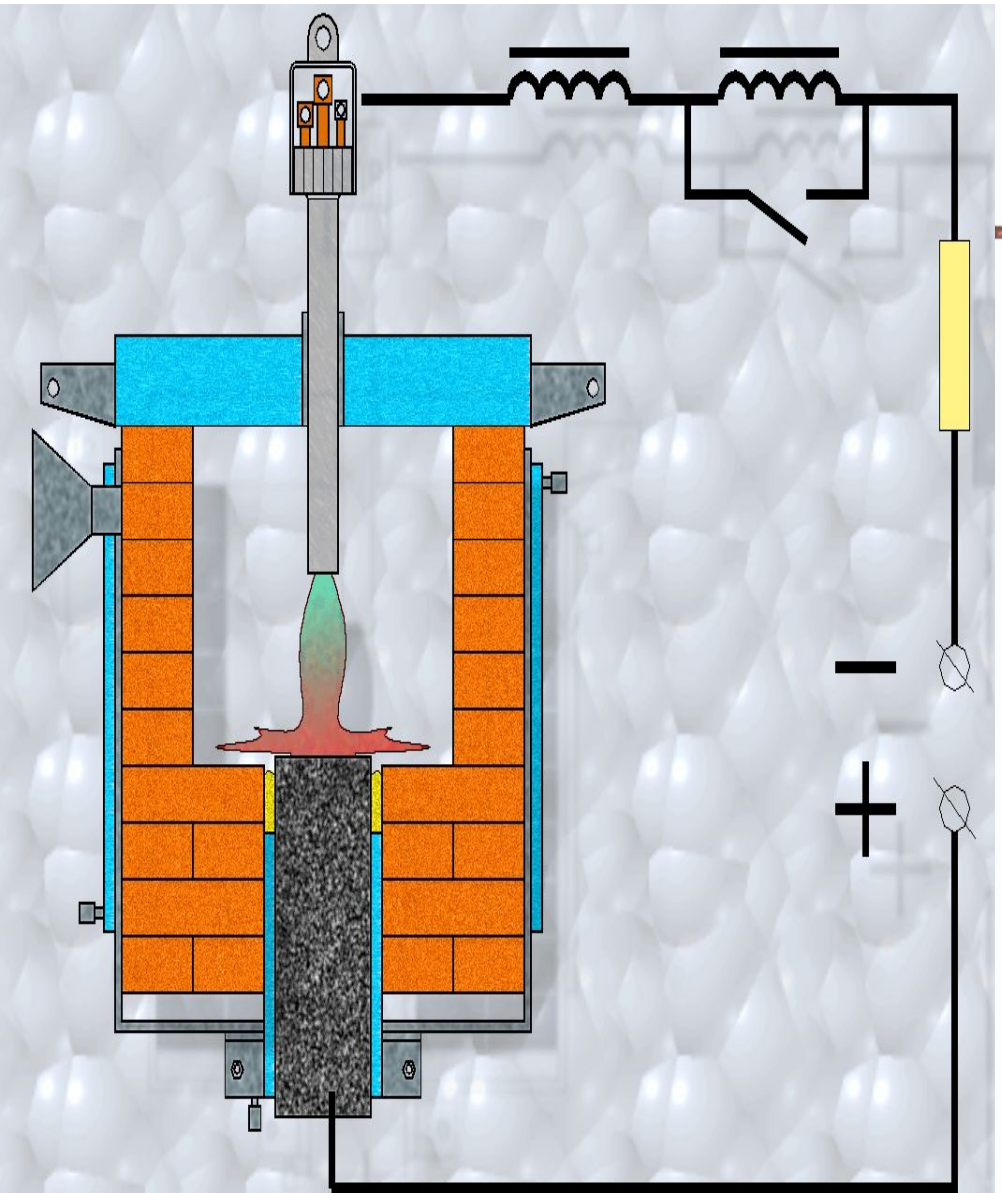
Плазменный реактор для переработки отходов 500 кг/ч

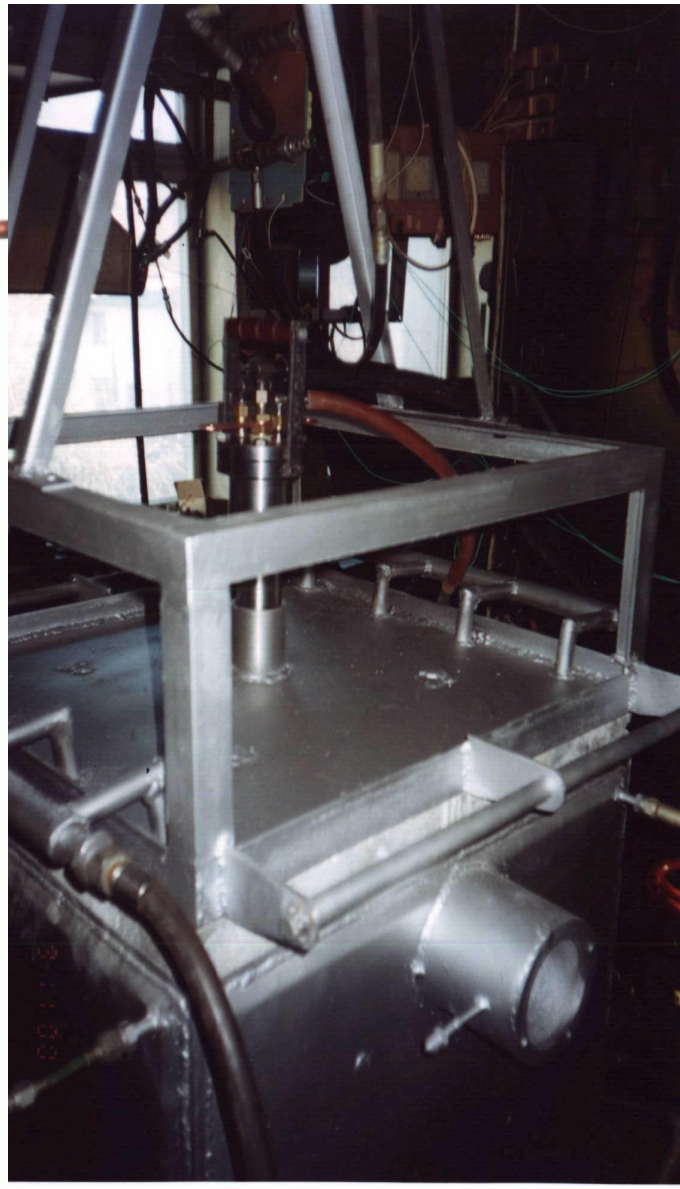
Лабораторный тестовый пиролитический реактор (25 кг/ч)

Плазменный двухкамерный реактор для переработки опасных отходов 50 кг/ч

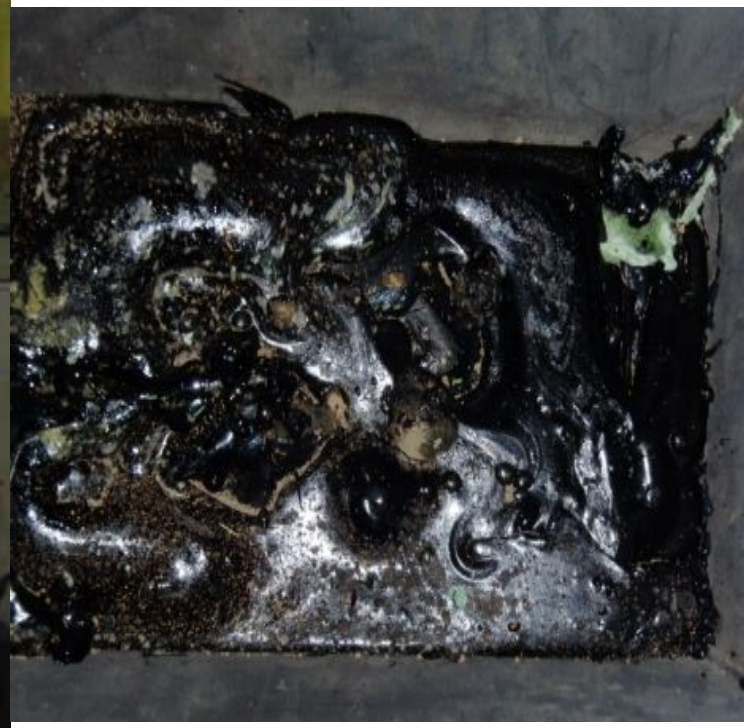
Плазменная печь для переработки опасных отходов 250 кг/ч

Плазменная печь с плазмотроном прямого действия





Плазменный реактор для витрификации опасных неорганических отходов 25 кг/ч



Витрифицированный продукт

Система газоочистки после плазменного реактора

Устройство сбора шлака

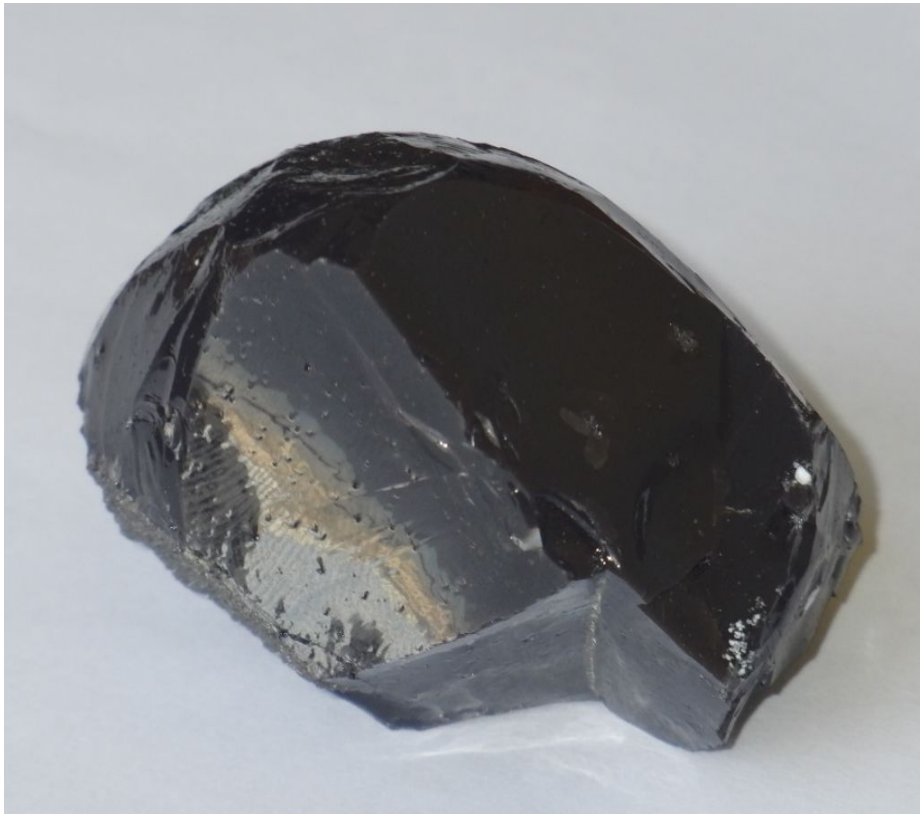
Продукт переработки

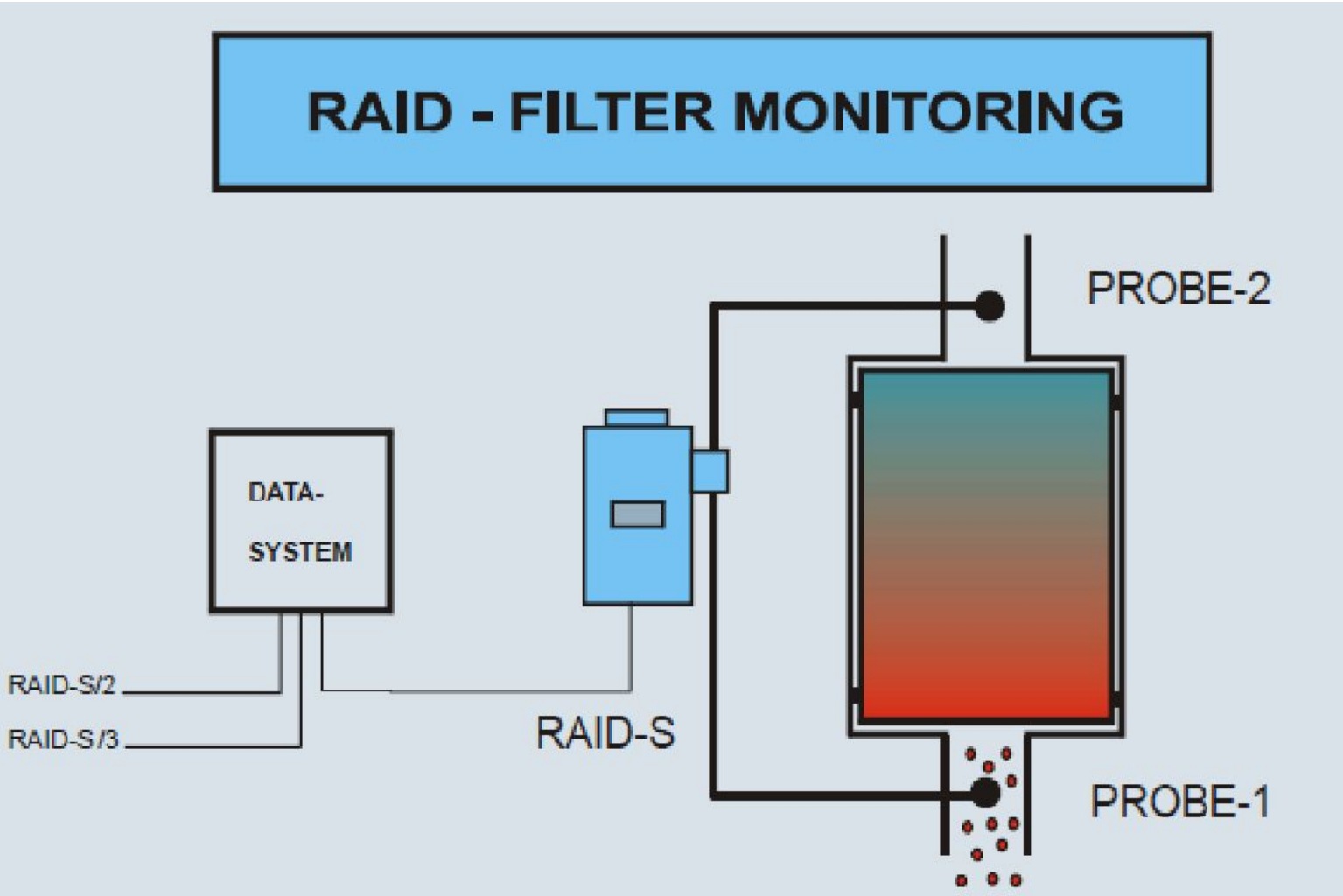
Сжигание

Токсичная ультрадисперсная зола

Плазменное стеклование

Витрифицированный компаунд



Компьютеризированный пульт управления плазменным стендом

Система мониторинга дымовых газов