

# ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ И ПЛАЗМЕННО- РАСПЛАВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ



# Плазменная переработка промышленных и бытовых отходов



Технология плазменной переработки твердых отходов базируется на использовании электродуговых плазмотронов постоянного тока в качестве источников нагретого газа, что позволяет в изолированном объёме создать высокотемпературную среду с управляемой температурой и составом и осуществить плазмохимические реакции переработки отходов.

Процесс плазменной переработки отходов можно свести к процессам пиролиза органической части отходов и окисления до состояния стекловидного шлака неорганической части отходов.



Продукты переработки отходов – это стекловидный (базальтоподобный) шлак и горючий синтез газ

## ДОСТОИНСТВА

- ✚ Высокая удельная производительность
- ✚ «Всеядность» технологии к различным видам отходов
- ✚ Экологическая чистота процесса переработки
- ✚ Возможность генерации электричества, выдача промтепла и т.п.



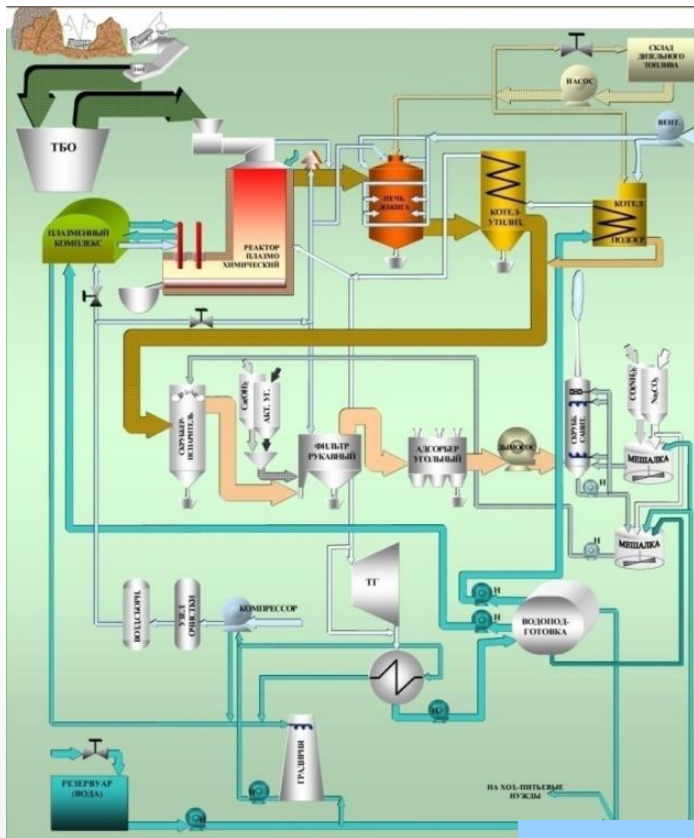
# Опыт реализации проектов

---

- В мае 2002 года в ГУП МосНПО «Радон» (г.Сергиев Посад) была введена в эксплуатацию установка по плазменной переработке радиоактивных отходов, работающая с тех пор в штатном режиме. Проектирование, испытание, наладка и введение в работу оборудования ее плазмотронного комплекса осуществлено при участии специалистов Курчатовского института.
- В декабре 2006 года в Израиле была запущена в опытную эксплуатацию экспериментальная установка плазменной переработки твёрдых бытовых отходов производительностью 700 кг отходов в час. Проект установки разработан при участии Курчатовского института, ее сооружение велось также при участии специалистов Курчатовского института. Эксплуатация установки продолжается.
- НИЦ «Курчатовский институт» принимал участие в сооружении пилотного образца комплекса плазменной переработки радиоактивных отходов на Ново–Воронежской АЭС, в 2015 году завершены пуско-наладочные работы. НИЦ «Курчатовский институт» выступал в качестве научного руководителя работ по созданию плазмотронного оборудования для комплексов плазменной переработки РАО.
- При участии НИЦ «Курчатовский институт» разработаны плазмотроны ЭДП – 200-2 и ЭДП – 600 для плазмохимического реактора производительностью 1600 кг/час для намеченного к сооружению в завода по переработке бытовых и медицинских отходов (г.Дмитров). Проектирование завода также выполнено при участии НИЦ «Курчатовский институт».

# Пилотная установка плазменной переработки ТБО

Экспериментальная установка  
производительностью до 3500 тонн  
в год, построенная под  
руководством РНЦ «Курчатовский  
институт» в Израиле.



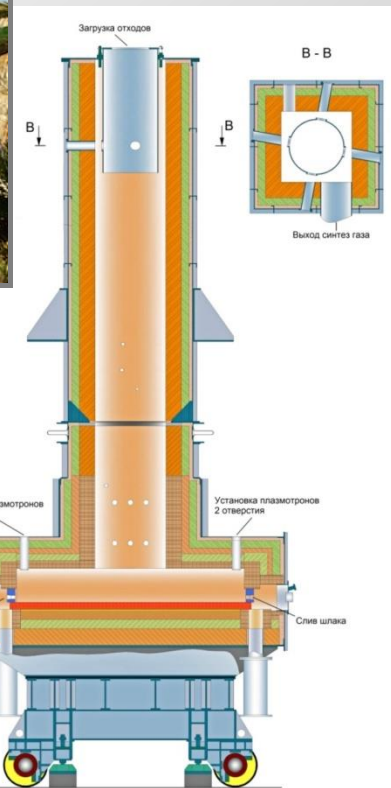
## Энергобаланс:

Затраты электроэнергии в плазмотронах  
– 0,8 кВт\*час на кг отходов;

Теплотворная способность отходов с  
учетом вложенной энергии от  
плазмотронов - 12,6 МДж/кг отходов;

Генерируемая электрическая мощность  
(к.п.д. преобразования 0,45) - 0,58кВт на  
кг/час отходов.

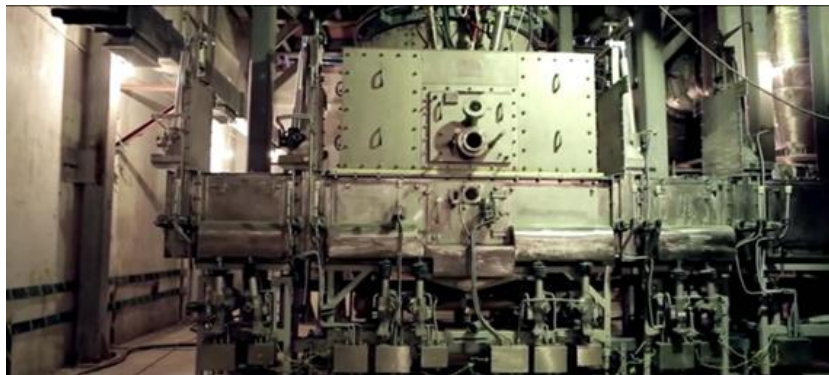
Технологическая схема  
экспериментальной установки



Шахтная плазменная печь

# *Комплекс плазменной переработки радиоактивных отходов Ново–Воронежской АЭС*

---



**Камера плавителя**

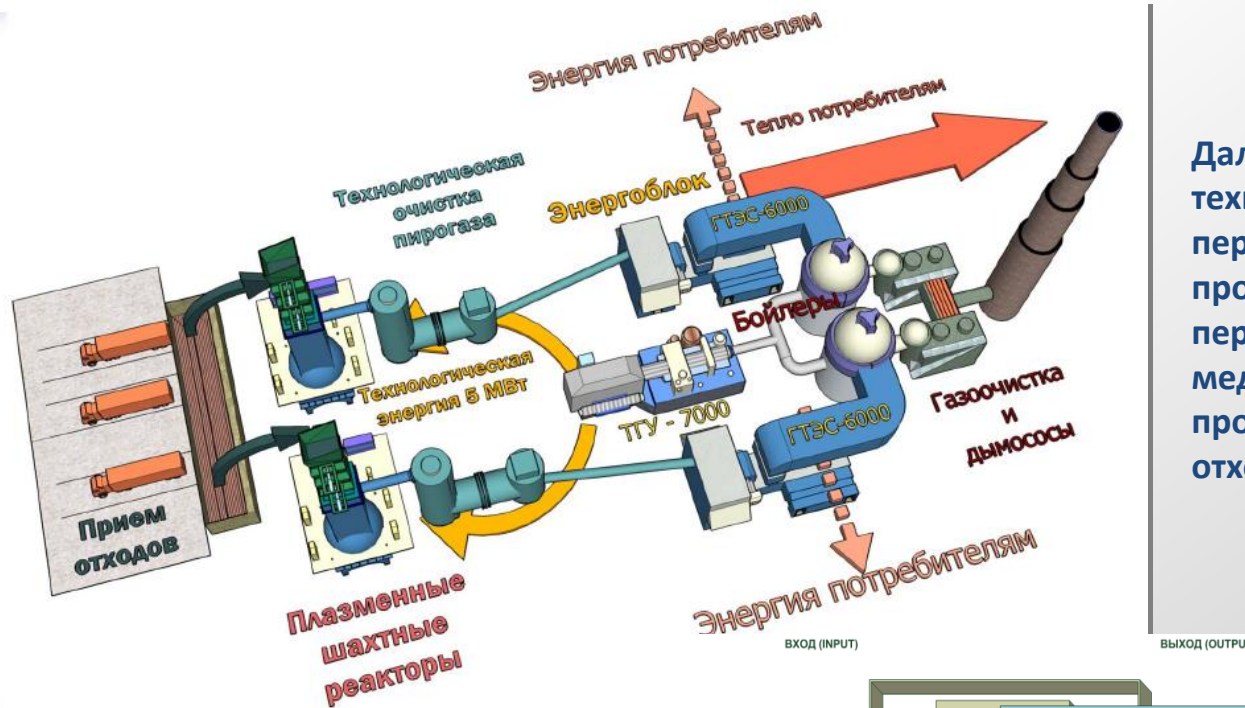


**Плазмотроны ЭДП-200**

В марте 2015 г. были успешно завершены пусконаладочные работы и КПП РАО был передан в опытно-промышленную эксплуатацию.

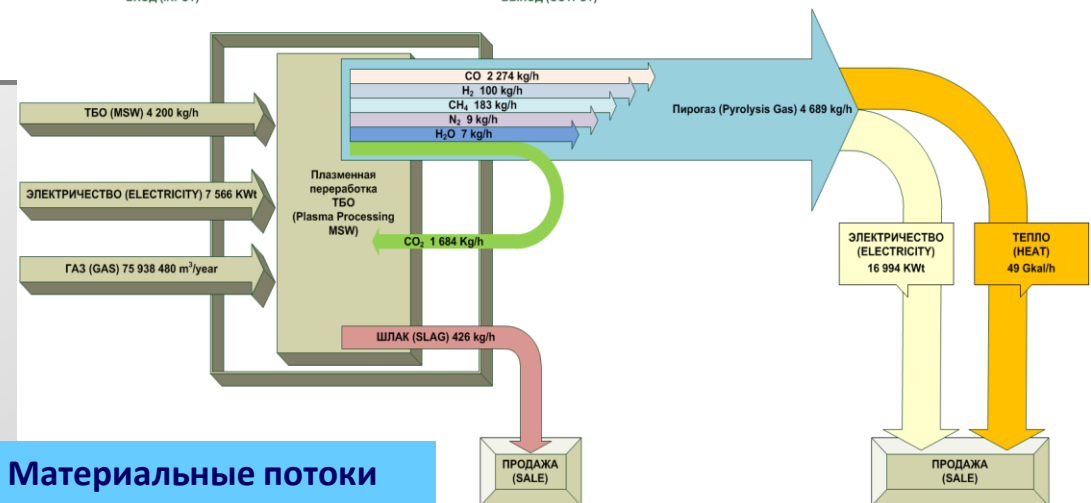
В рамках данных работ в НИЦ «Курчатовский институт» было создано уникальное плазмотронное оборудование. При разработке оборудования был сделан упор на комплексный подход: был разработан плазмотрон ЭДП-200, система электропитания и система управления. Питание дугового разряда осуществляется от регулируемого источника тока с широтно-импульсной модуляцией, выполненного на IGBT транзисторах. Система управления обеспечивает контроль параметров и управление работой плазмотрона как в ручном, так и в автоматическом режиме, включая пуск, работу на заданных параметрах и останов плазмотрона.

# Проект завода плазменной переработки бытовых и медицинских отходов в г. Дмитрове

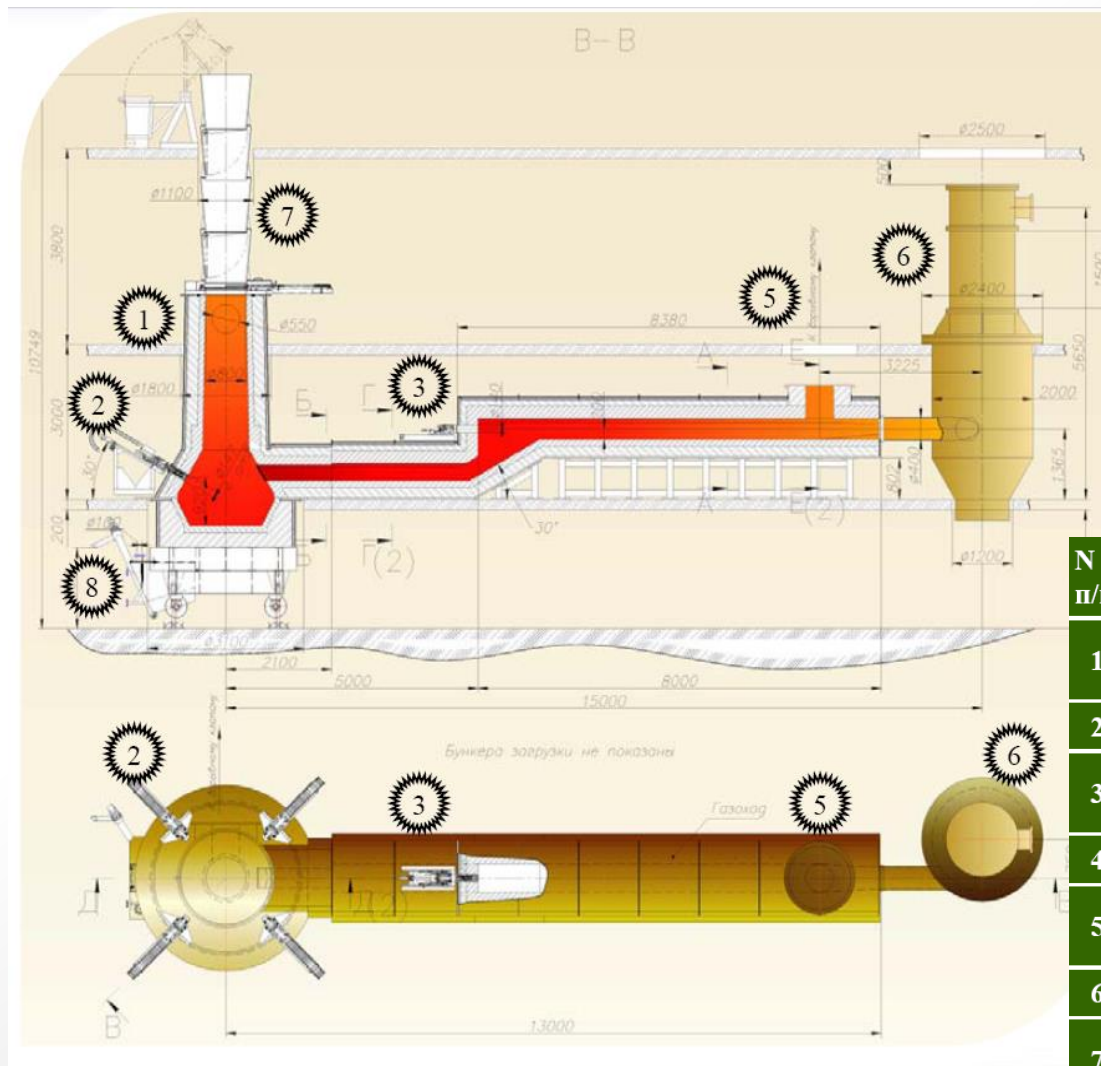


Дальнейшим развитием технологии плазменной переработки отходов является проект завода плазменной переработки твёрдых бытовых и медицинских отходов производительностью 25 000 тонн отходов в год.

Научное руководство проектом осуществлялось НИЦ «Курчатовский институт».

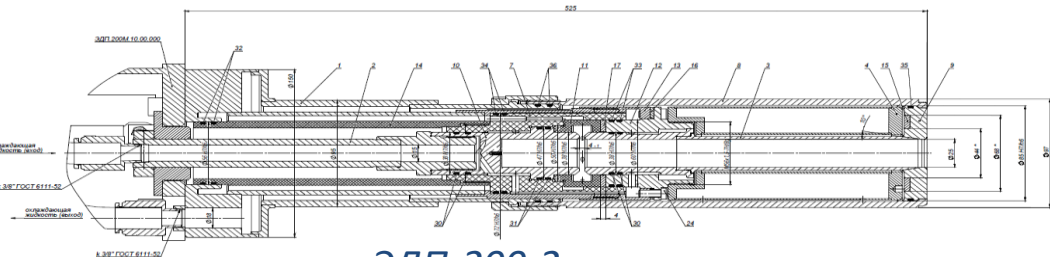


# Технология. Плазменный комплекс. ВТПК 12 500

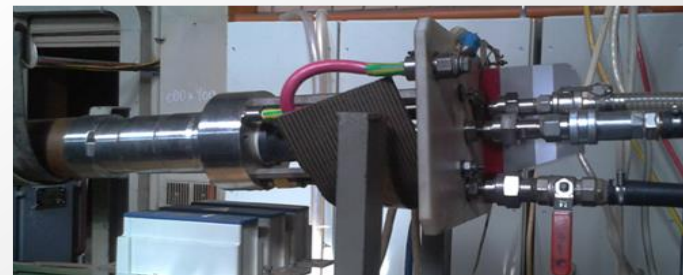


№ п/п	Основные устройства одиночной технологической линии плазменного комплекса
1	Высокотемпературный плазменный конвертер (ВТПК)
2	Плазмотроны ЭДП-600 мощностью 600 кВт
3	Конверсионный плазмотрон ЭДП-200-1 мощностью 200 кВт
4	Газоход пирогаза с температурой 1350°C
5	Фланец и магистраль аварийного взрывного клапана
6	Прямоточный котел-утилизатор
7	Трехкамерная система загрузки с отсечкой от окружающего воздуха
8	Система слива и выгрузки базальтоподобного шлака

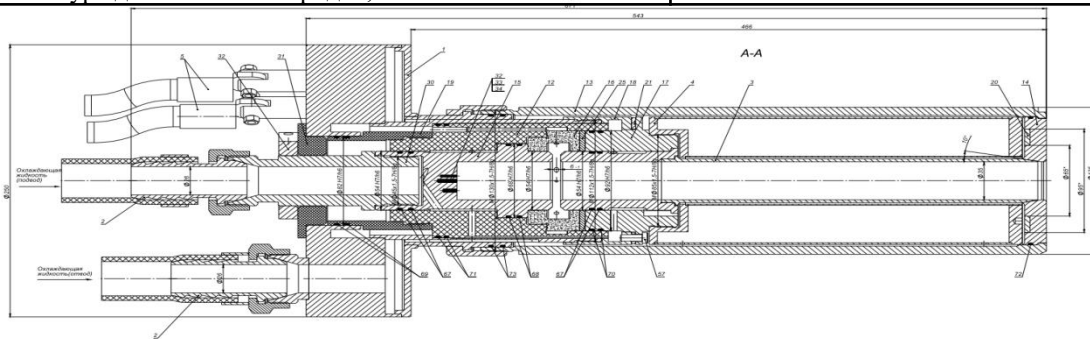
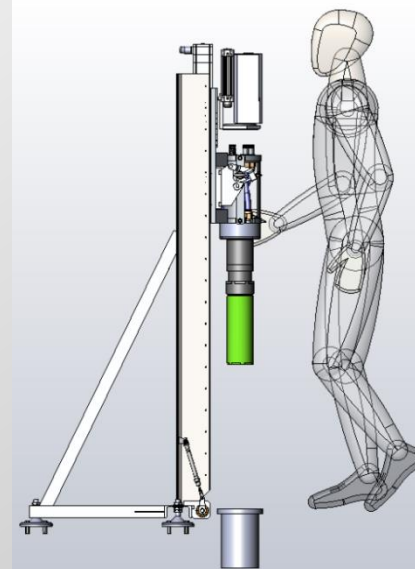
# Технология. Плазменный комплекс. Плазмотроны ЭДП-200-2 и ЭДП-600



ЭДП-200-2

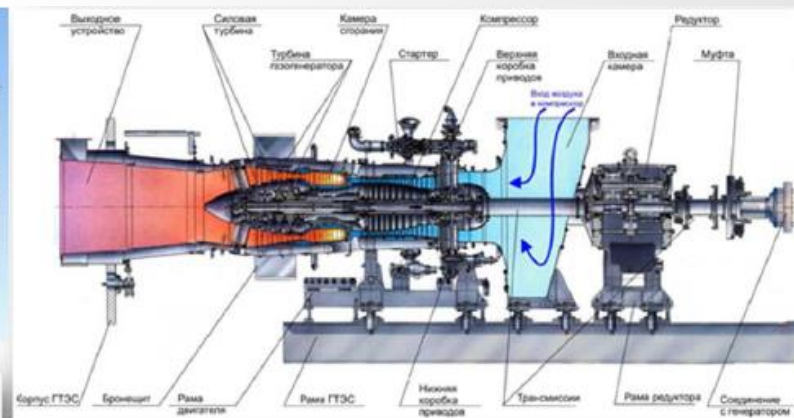


Плазмотрон	ЭДП-200-2	ЭДП-600
Электрическая мощность, кВт	50 – 250	120 – 600
Рабочее напряжение, В	400 – 600	400 – 800
Рабочий ток дуги, А	100 – 400	200 – 900
Напряжение поджигающего импульса, кВ	12 – 15	12 – 18
Энергия поджигающего импульса, мДж	250 – 400	550 – 600
Рабочий (плазмообразующий) газ	воздух, углекислый газ	
Рабочая (охлаждающая) жидкость	Пропиленгликоль+вода	
к.п.д.	75 – 80 %;	
Ресурс до замены электродов, часов	700 – 1000	



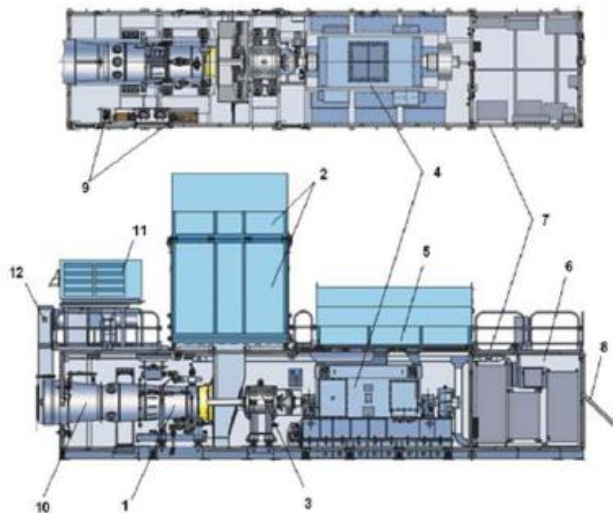


# Технология. Энергоблок на базе газотурбинной электростанции ГТЭС «Урал-6000»



Газовая турбина

1. Газотурбинная установка
2. Комплексное воздухоочистительное устройство с шумоглушителем и входной камерой
3. Редуктор
4. Генератор с возбудителем
5. Блок вентиляции
6. Отсек САУ и электрооборудования со шкафом силовой автоматики, управления возбуждением генератора и управления ГТЭС
7. Шумотеплоизолирующий контейнер электростанции
8. Вход в электростанцию и места для обслуживания
9. Агрегаты маслосистем двигателя, редуктора и генератора
10. Выходное устройство
11. Блок аппаратов воздушного охлаждения масла
12. Воздуховод системы вентиляции



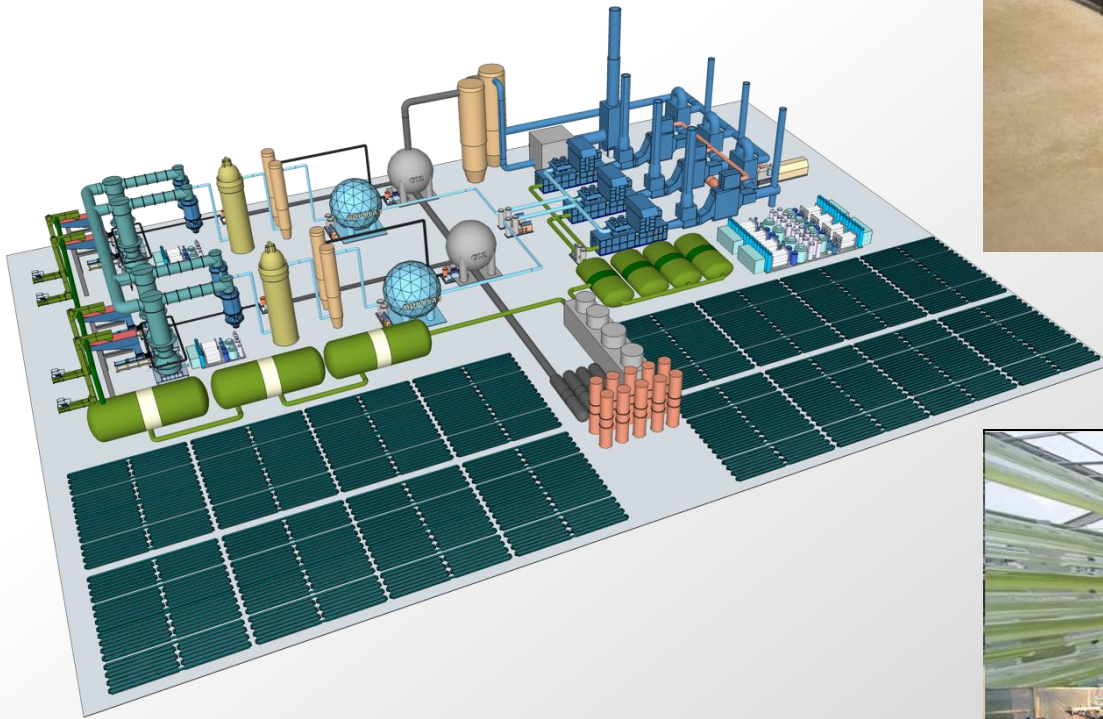
**Блок-контейнер ГТЭС «Урал-6000»**

Авиационный двигатель Д30-ЭУ – сердце ГТЭС «Урал-6000»



# Технология. Алга-блок и фото-биореактор

**Вариант компоновки перспективного завода  
плазменной переработки отходов с  
использованием газотурбинной и алга технологий  
производительностью 25 000 тонн отходов в год.**



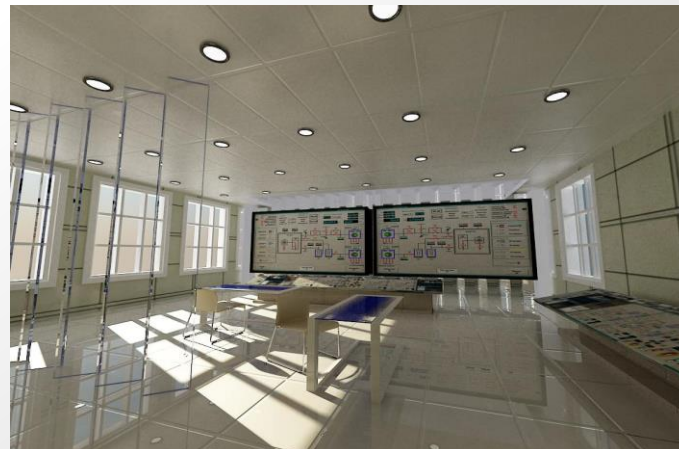
## Завод плазменной переработки отходов.

Завод производительностью 100 000 тонн ТКО в год может быть построен по модульному принципу. Производительность единичного модуля 25 000 тонн ТКО в год.

Основные системы:

- Узел перегрузки, измельчения и бункеровки отходов,
- Комплексы ВТПК с плазмотроникой и КУП,
- Гранулятор шлака,
- Блок газоочистки, очистки стоков и выбросов,
- Блок химической переработки пирогаза,
- Энергетический блок – ГТЭС,
- Алга-блок,
- Система управления (АСУ ТП),
- Интегрированная система безопасности (включая КПП),
- Здания и сооружения, общая площадь размещения завода 12 га

# *Завод плазменной переработки отходов. Архитектурно-планировочные решения*



# Плазменно-расплавная технология переработки отходов

Плазменно-расплавная технология переработки углеродсодержащих материалов (промышленных и бытовых отходов, низкокачественных углей, биомассы) для производства водорода

## ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОЦЕССА

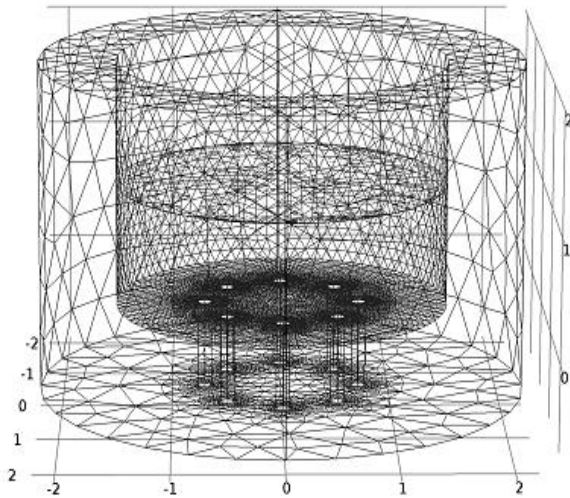
- ✦ Пиролиз углеводородов с образованием водорода
- ✦ Растворение углерода в расплаве
- ✦ Химическое растворение кислорода в расплаве
- ✦ Восстановление оксидов металла углеродом с образованием CO

## ДОСТОИНСТВА

- ✦ Высокая удельная производительность
- ✦ Возможность производства чистого синтез газа/водорода
- ✦ Связывание серы и других вредных веществ
- ✦ Отсутствие проблем с твердым остатком
- ✦ Переработка любых углеводородных отходов



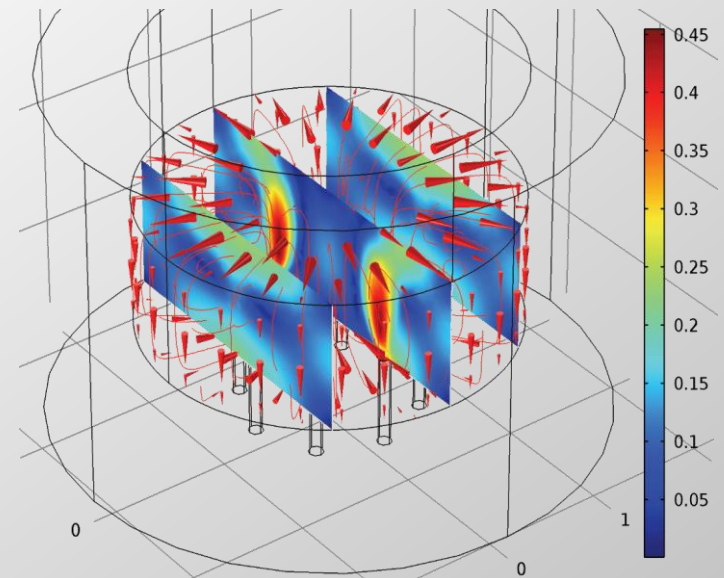
## Моделирование и оптимизация процесса



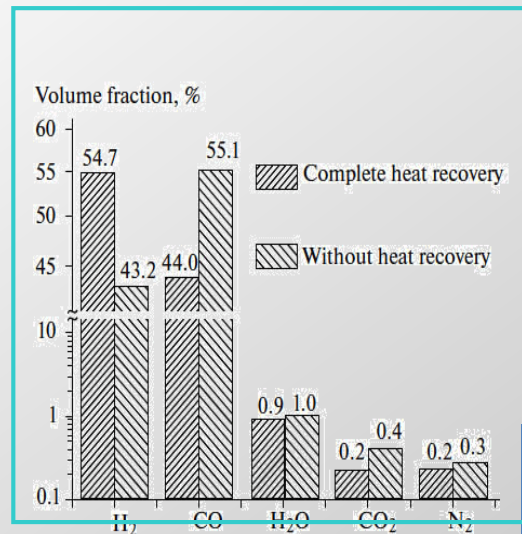
Геометрические размеры модельного 50-ти тонного расплавного реактора. Размеры в метрах. Показаны стенки реактора и 8 фурм.

Эта оптимизация позволяет определить диапазон возможной влажности сырья для обеспечения нейтрального энергетического баланса и вычислить состав синтез-газа.

Было выполнено определение термических характеристик расплавного реактора среднего масштаба и оптимизация параметров процесса (на данном уровне производительности).



Линии потока и абсолютные скорости в жидкой фазе (m/s).



Состав синтез газа при газификации нефтешламов в точке термонеutrальности, давление 1 atm; температура 1600 K.