



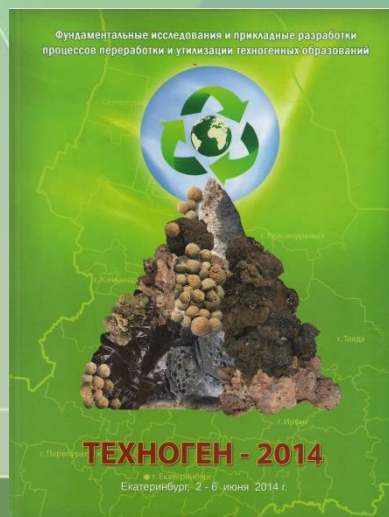
Российская
Академия
Наук



О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

(по материалам, предоставленным Научным советом РАН по глобальным экологическим проблемам, АО «Механобр - техника»,
научным Советом ОХНМ РАН по металлургии и металловедению, постоянным действующим оргкомитетом Конгресса «Техноген», экологической секцией
Общественной палаты Р.Ф.)

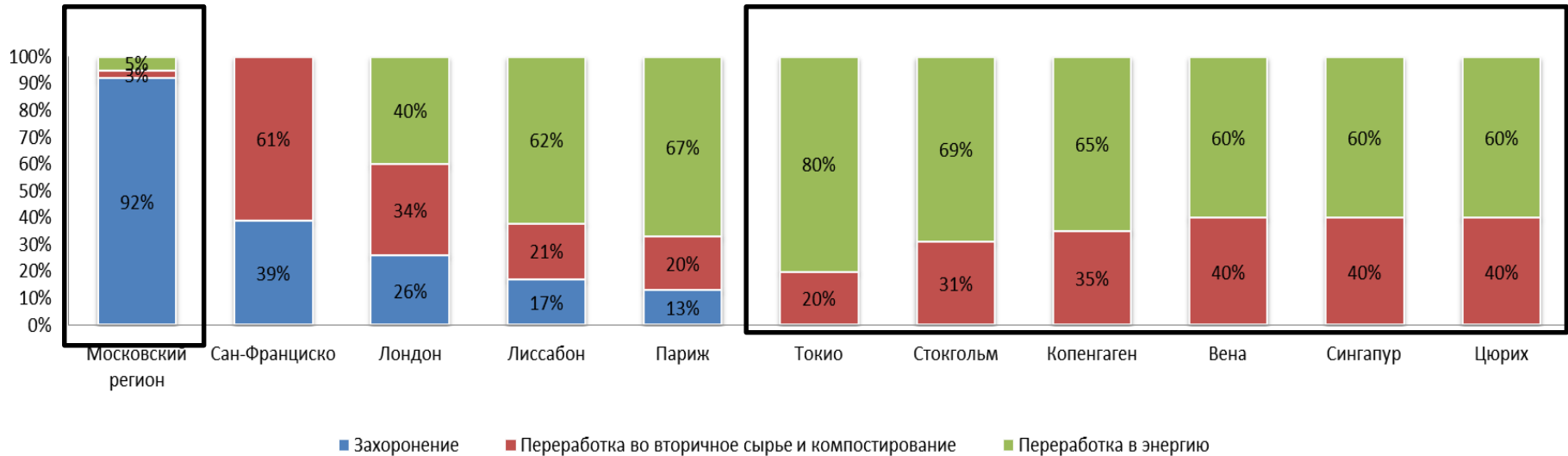
Академик Л.И. Леонтьев



Екатеринбург, 2019

ОБРАЩЕНИЕ С ТКО В МИРЕ

Нулевое захоронение - не образное выражение, а реальный опыт крупнейших городов



Ведущие позиции в организации сбора и переработки ТКО занимают такие страны как Швейцария, Германия, Япония и др. В ряде крупных городов захоронение ТКО практически не производится.

Для большинства процессов утилизации важна **сортировка мусора**.

Минпромторг России рекомендует использовать мусоросортировочные комплексы, разработанные ЦНИИ «Буревестник»

УТИЛИЗАЦИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДИТСЯ В ОСНОВНОМ ПО ТРЕМ НАПРАВЛЕНИЯМ:



- 🌱 складирование, захоронение (свалки);
- 🌱 термические технологии, ориентированные на использование отходов в качестве источников тепла, пара или электроэнергии;
- 🌱 биологическое разложение органической части с выделением неразлагаемой массы; переработка во вторичное сырье, компостирование.



ТЕРМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Мировым лидером в этом направлении является японско-швейцарская фирма **«Hitachi Zosen Inova»** завершившая более 500 проектов по всему миру.

По данным на 2006 год в Европейском союзе работало более 350 таких предприятий. Только в Германии за последние 10 лет были построены МСЗ на 5 млн.т/год; суммарная производительность немецких МСЗ на сегодня составляет более 20 млн.т/год.



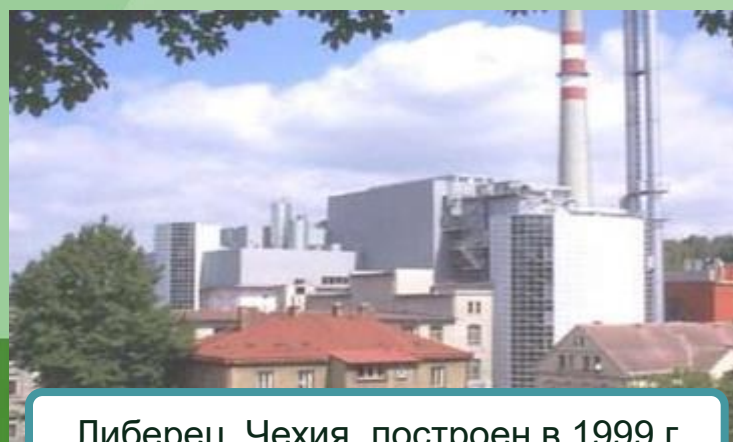
Париж, Франция, построен в 2007 г



Гётеборг, Швеция, построен в 1994 г



Лозанна, Швейцария, построен в 2006 г



Либерец, Чехия, построен в 1999 г

ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ НА ПОДВИЖНЫХ КОЛОСНИКОВЫХ РЕШЕТКАХ

Технология сжигания на подвижных колосниковых решетках МСЗ является преобладающей технологией сжигания ТКО и практически единственной из серийно выпускаемых. Оборудование для мусоросжигания таких мировых производителей, как Martin, Babcock & Wilcox, Von Roll прекрасно подходит для твердых бытовых отходов Санкт-Петербурга.

Характерной особенностью этой технологии является термическая обработка мусора на колосниковых решетках при температуре не выше 1100 °С, с возможным образованием диоксинов, фуранов и подобных ядовитых веществ. Перед выпуском дымовых газов в окружающую среду они очищаются от диоксинов и фуранов. В схеме для этого используется **активированный уголь**!

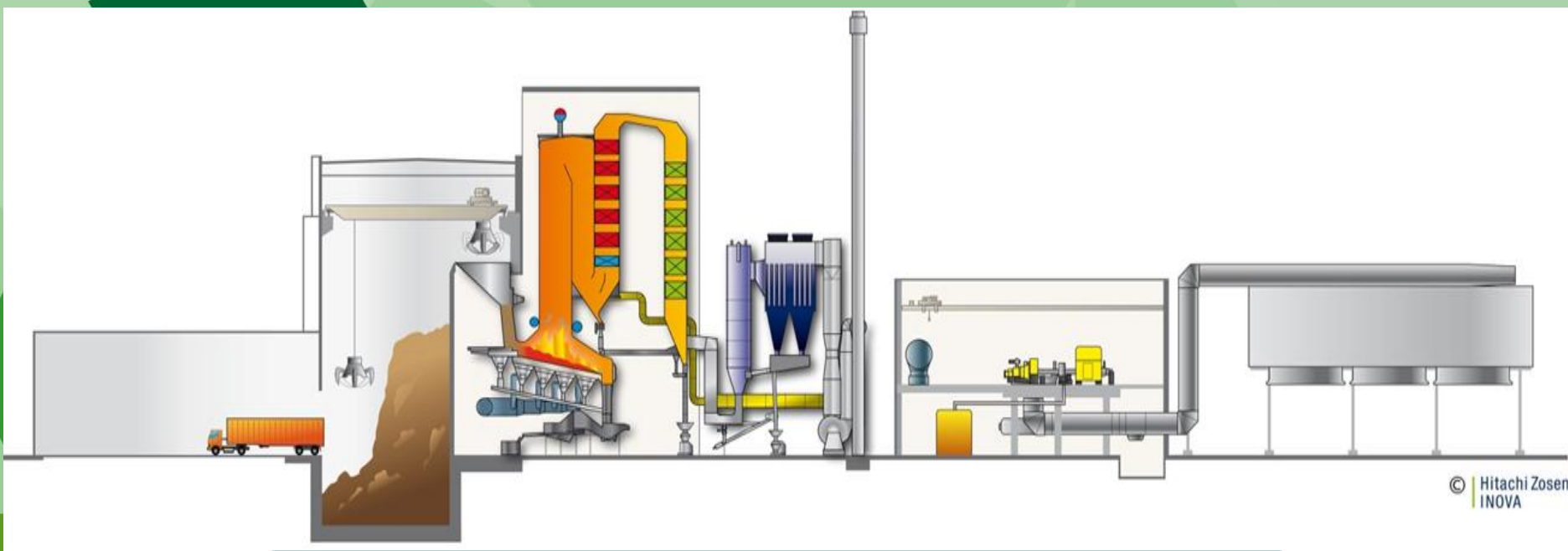


Схема мусоросжигательного завода Hitachi Zosen Inova

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА KOMPOGAS КОМПАНИЕЙ HITACHI ZOSEN INOVA

Компания Hitachi Zosen Inova разработала биологическую очистку и запатентовала как процесс Kompogas, который основан на сухой ферментации органических отходов. Измельченные отходы помещают в специальный горизонтальный варочный котел, где поддерживают постоянную температуру – 55⁰ С. Период удерживания отходов составляет около 2 недель. В ходе процесса отходы полностью преобразуют в биогаз.

Kompogas® Technology

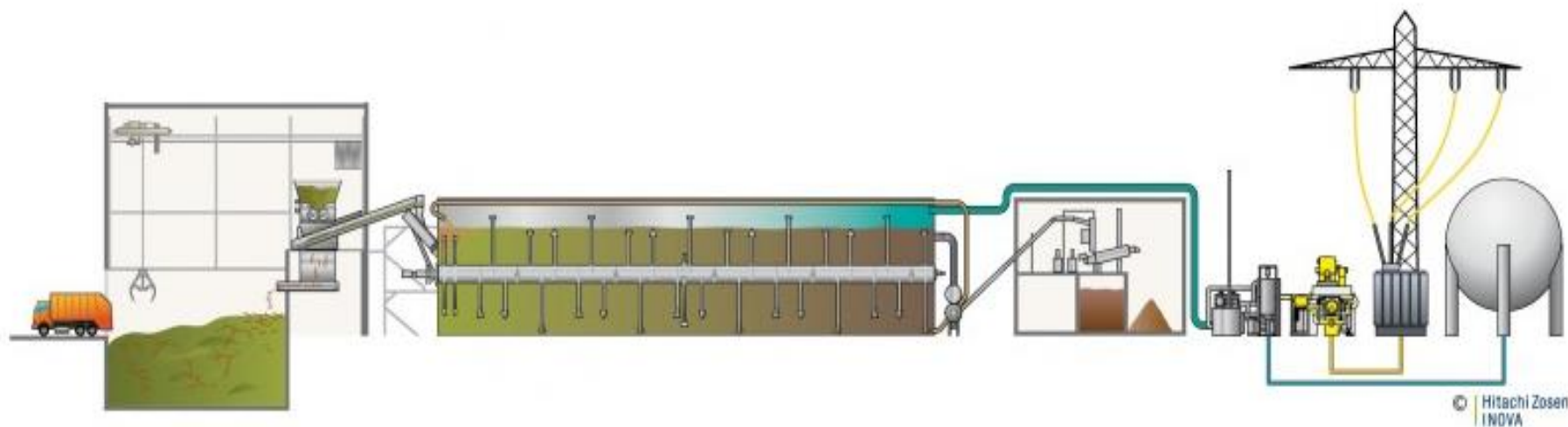


Схема процесса Kompogas Technology

ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ ПРОЦЕССОМ SUPERSORT®

Процесс supersort® - это сухая механическая переработка. Металлы и органические вещества, содержащиеся в нем, сортируют и возвращают в цикл рециркуляции. Материал измельчают, металлы сортируются по различным физическим свойствам. Железо (магнитная фракция) передают на металлургические заводы. Мелкую фракцию <3 мм обрабатывают в 2 секции установки суперсайт®fein, а концентраты цветных металлов (> 3 мм) - в 3 секции supersort®metall. Получают железный продукт, концентраты легких и тяжелых металлов, а также органическую составляющую, направляемую на сжигание с выработкой энергии.

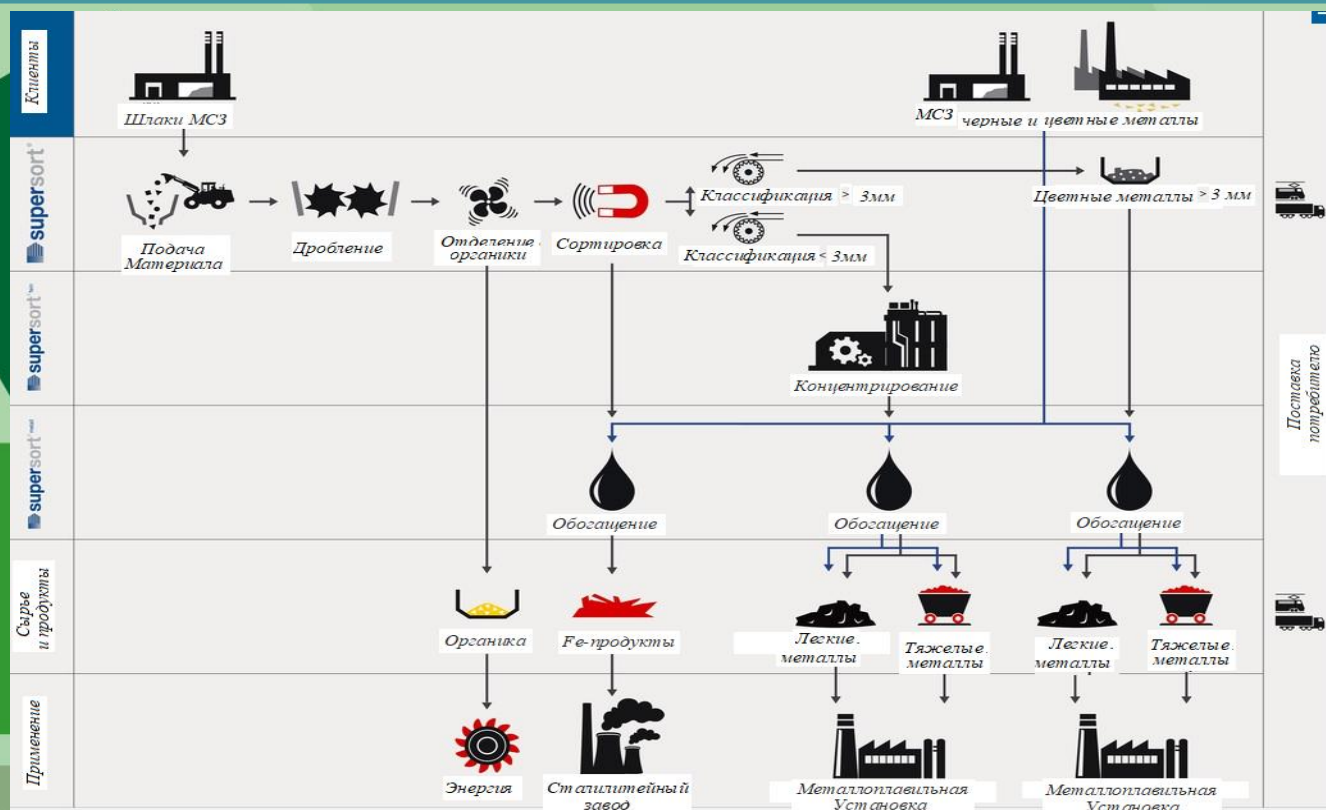


Схема переработки шлаков мусоросжигательных заводов

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ТКО-ТБО

Заявку на более совершенную и адаптированную для России схему предлагает «TETRA TESH». Фирмой дается экологическое сравнение различных технологий с предлагаемой экономической оценкой завода мощностью 150 000 т/год.

Образование диоксинов и фуранов предотвращается использованием плазмы (200 °С) на второй стадии газификации.

	Показатели	Полигон по СНиП	Компостирование сортирование Биологическая газификация	Сжигание Мицубиси Бурятия	Сжигание Баку	Пиролиз термолиз Польша	Плазма	Газификация по проекту Tetra Tech
1	Мощность переработки тонн в год	500 000	500 000	240 000	500 000	240 000	300 000	300 000
2	Приблизительная занимаемая площадь в га	От 20	От 20	7,0	20	4,5	5-6	3-5
3	Наличие выбросов в атмосферу	Загрязняет в радиусе 5 км	Загрязняет в радиусе 5 км	Загрязняет в радиусе 5-20 км	Загрязняет в радиусе 5-20 км	нет	нет	нет
4	Остатки на захоронение	100 %	20-25 %	23-28 %	23-28 %	5 %	5 % и стой материалы	5 % и строй материалы
5	Загрязнение почвы и подземных вод	Почвы и воды в радиусе 3-8 км	Компост навсегда загрязняет почву	Остатки на полигоне загрязняют почву и воду	Остатки на полигоне загрязняют почву и воду	нет	нет	нет
6	Дополнительный источник энергии для утилизации газ, электроэнергия	электроэнергия	Газ, электроэнергия	Газ, электроэнергия	Газ, электроэнергия	нет	нет	нет
7	Количество рабочих	От 30	От 50	100	100	100	120	70
8	Выпускаемая продукция для продажи	До 15 % вторичное сырье, бумага, металл, пластик	Компост до 50 % от массы отходов Бумага, пластик, металл	Электроэнергия 10,2 МВт/час	Электроэнергия 28 МВт/час	Электроэнергия 25 МВт/час	Электроэнергия 15 МВт/час	Электроэнергия синтез газ метанол
9	Стоимость переработки руб.	1500-2000	2500-4020	7000-10000	7000-10000	2000-3000	3000-5000	700
10	Размер инвестиций общий в тыс. ЕВРО	1500-2000	2500-4000	7000-10000	7000-10000	2000-3000	3000-5000	700
11	Окупаемость	нет	нет	От 15 лет или нет	От 15 лет	6,4	От 12 лет	3,7 года

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРЕДЛОЖЕННЫЕ РОССИЙСКИМИ УЧЕНЫМИ

1. Универсальная технология переработки техногенных, бытовых медицинских, химических опасных отходов с использованием пирометаллургических процессов (Разработчик – МИСиС, ИМЕТ УрО РАН, рук. Леонтьев Л.И.) **Сущность технологии** – Переработка отходов совместно с рудным сырьем в доменных, шахтных печах или вагранках. Подача отходов в печь через колошник или фурмы (вдувание). Обеспечивает извлечение железа и цветных металлов в востребованные продукты. Исключает образование экотоксикантов при переработке органических материалов.

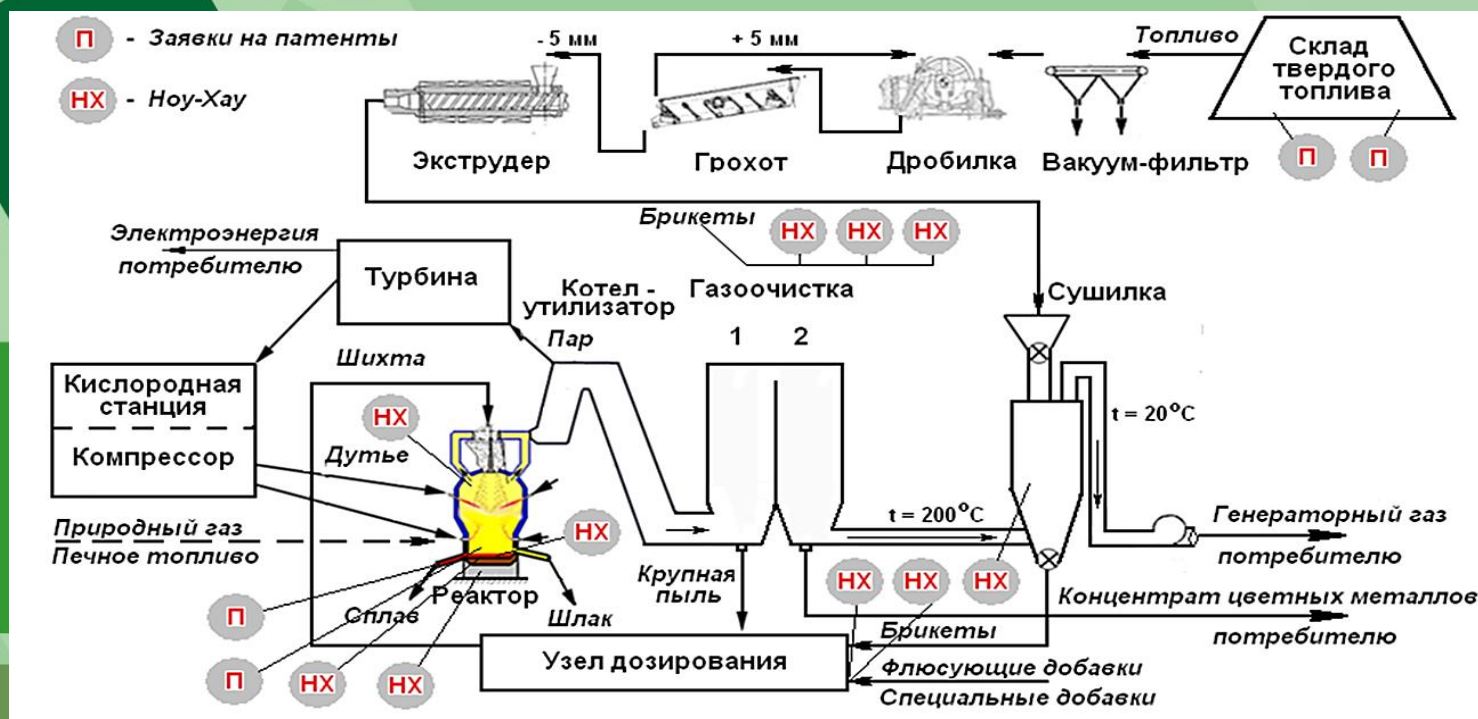
2. Высокорентабельная, экологически чистая, безотходная технология переработки твердых, бытовых и промышленных отходов (ТБПО) (Разработчик – Объединенный институт высоких температур РАН. Башкирский государственный университет рук. Бакунов В.С.). **Сущность технологии** – Переработка ТБПО производится в специальной высокотемпературной шахтной печи, куда они загружаются из приемной бункерной эстакады, туда же дополнительно подается небольшое количество низкосортного угля и известняка. В нижнюю часть печи вдувается воздух, подогретый в специальных воздухонагревателях до 1200 – 1500°C.

3. Энергетически эффективная технология переработки твердых бытовых отходов в шахтном агрегате ваграночного типа (Разработчик – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина рук. Матюхин В.И.) **Сущность технологии** – Технология высокотемпературной утилизации ТБО в шахтном плавильном способна обеспечить полное уничтожение, как текущих сборов бытовых отходов, так и переработку существующих свалок с получением горючего пиролизного газа в количестве до 1200 м³/т ТБО и безопасных минеральных отходов.

УСТАНОВКА НИТУ «МИСИС» ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ ОТХОДОВ

В 2019 году в г. Мценск произведен пуск новой разработанной установки созданной НИТУ «МИСиС» (автор С.Г. Подгородецкий), которая способна эффективно перерабатывать различные отходы. Установка находится в стадии наладки, и скорее всего, начнет эксплуатироваться на техногенных отходах, но способна перерабатывать любые коммунальные отходы без вредных выбросов.

В основу технологии положен новый вид реактора, позволяющего использовать различные виды энергоносителей – уголь, торф, природный газ, техногенные отходы, ТКО.



Технологическая схема переработки техногенных отходов

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ГАЗИФИКАЦИИ НА 1 Т ТКО

Показатель	Технологии переработки ТКО		
	Сжигание	Плазма	ПМ 5
Температура, °С	1200	1500	1500
Энтальпия системы, МДж	13600	5410	7100
Объём отходящих газов, нм ³	3833	1421	1375
Тепло отходящих газов			
Физическое, МДж	7590	3295	3662
Химическое, МДж	0	12809	10381
Суммарное тепло газов, МДж	7590	16104	14043
Выработка электроэнергии при к.п.д. паровой турбины = 21%, МДж	1579	3382	2949
Затраты электроэнергии на собственные нужды, МДж	Н.д.	2340	900 - 1080
Отпуск электроэнергии на сторону , МДж	1300 - 1440	815 - 1042	1869 – 2046
Отпуск электроэнергии на сторону, МВт/ч	0,36 - 0,40	0,23 – 0,29	0,52 – 0,57

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОКУПАЕМОСТИ ГАЗОГЕНЕРАТОРА ПРИ ВЫПУСКЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПРОДУКТОВ

Продукты переработки	Шлаковый щебень, электроэнергия	Шлаковый утеплитель, электроэнергия	Шлаковый щебень, электроэнергия, метанол
Капиталовложения, млн. руб.	2 068,0	2 068,0	3 029,3
Персонал, человек	109	109	133
Срок ввода в эксплуатацию, мес.	24	24	24
Оплата за утилизацию ТКО, руб./т	0	0	0
Реализация эл. энергии, руб./кВт	3,0	3,0	3,0
Операционные затраты, млн. руб./год	400,1	400,1	413,8
Валовая выручка, млн. руб./год	322,7	1 092,5	2 902,5
Чистая прибыль после налогообложения, млн. руб.	-77,4	405,7	1 541,0
Окупаемость после ввода в эксплуатацию, лет	Не окупается	6	2

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ В ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

НАУЧНЫЕ
ДОКЛАДЫ

А. К. Зайцев, Л. И. Леонтьев, Ю. С. Юсфин

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ В ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

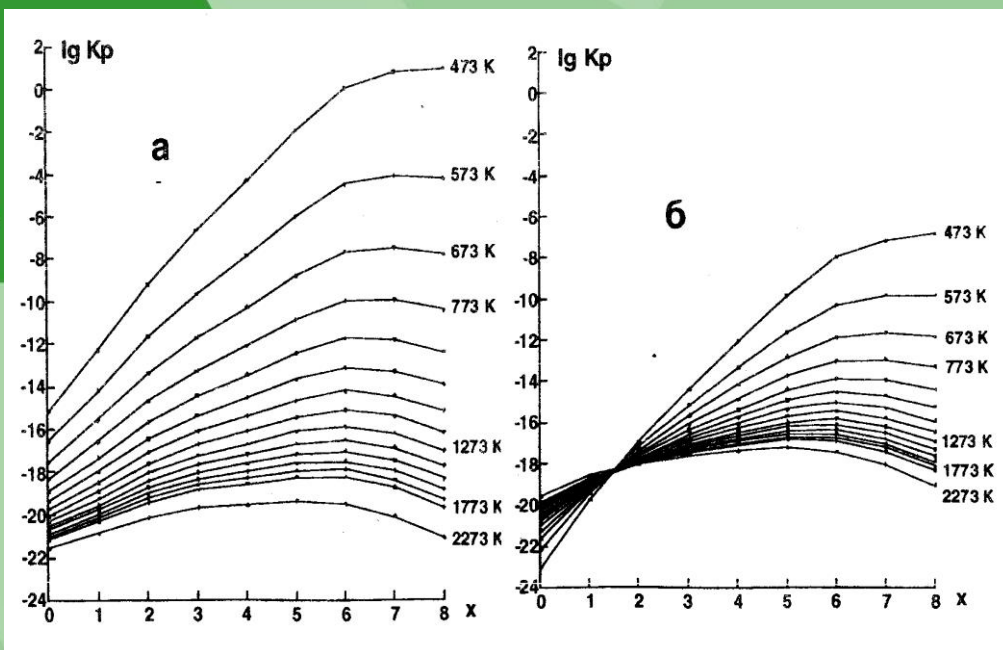
ЕКАТЕРИНБУРГ
1997

Решение ресурсно-экологических задач начинается со стадии проектирования технологических процессов и элементов конструкций и оборудования. На этом этапе должны быть рассчитаны всевозможные выбросы в окружающую среду.

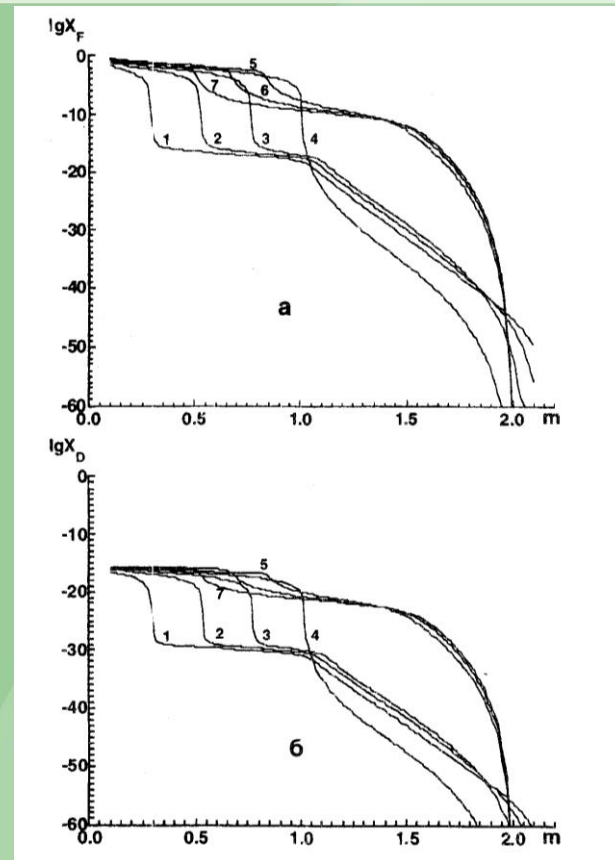
Авторами А.К. Зайцевым, Л.И. Леонтьевым, Ю.С. Юсфиным предложена методика анализа формирования экотоксикантов в термических процессах. Методика основана на расчете сложных химических равновесий многокомпонентных и многофазных систем в широком интервале изменений окислительно-восстановительных условий.

Предложенный метод позволяет определить параметры любого предложенного решения и провести его оптимизацию с учетом как технологических, так и экологических задач.

РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИЙ И ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ДИОКСИНОВ И РОДСТВЕННЫХ ИМ СОЕДИНЕНИЙ

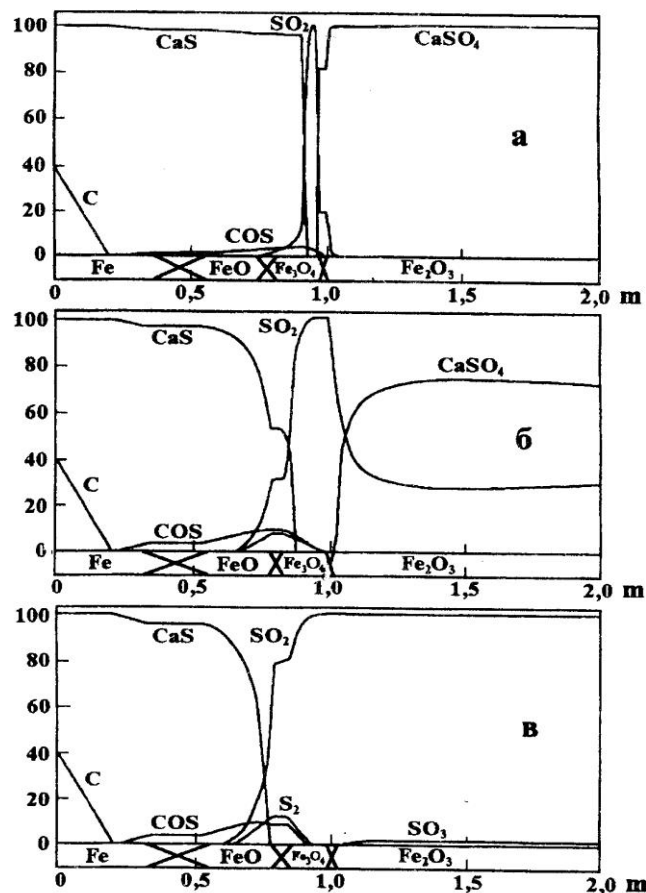


Константы равновесия реакций образования
ПХДД $C_{12}H_{8-x}Cl_xO_2$ (а) и ПХДФ $C_{12}H_{8-x}Cl_xO$ (б)

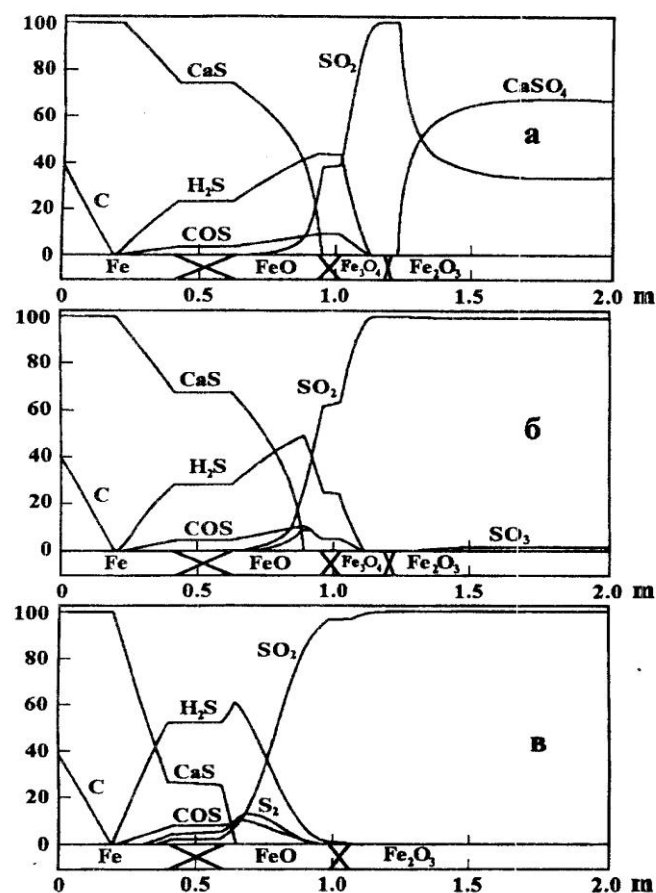


Влияние исходного состава на суммарные
концентрации ПХДД (а) и ПХДФ (б) при 500°C:
1 – C+0,583H + 0,083Cl; 2 - C+0,500H + 0,167Cl;
3 - C+0,417H + 0,250Cl; 4 - C+0,333H + 0,333Cl;
5 - C+0,250H + 0,417Cl; 6 - C+0,167H + 0,500Cl;
7 - C+0,083H + 0,583Cl;

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ И ФОРМИРОВАНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ВЫБРОСОВ

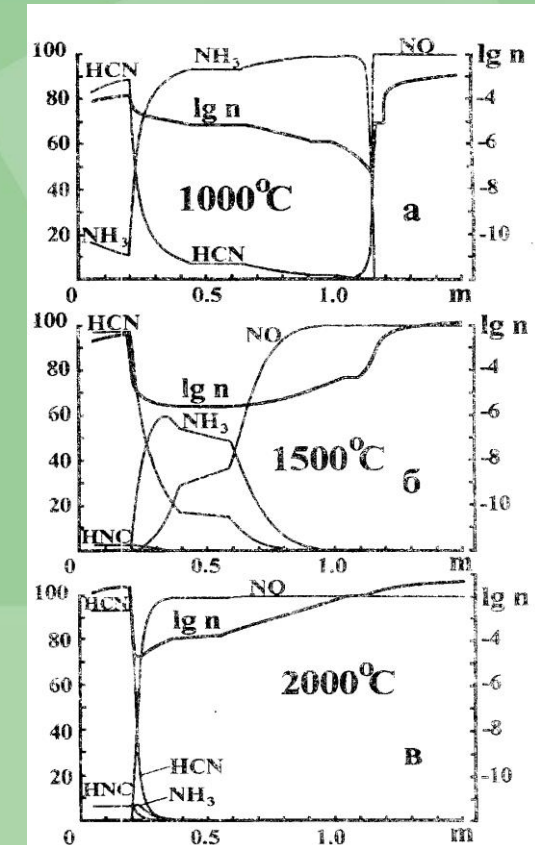
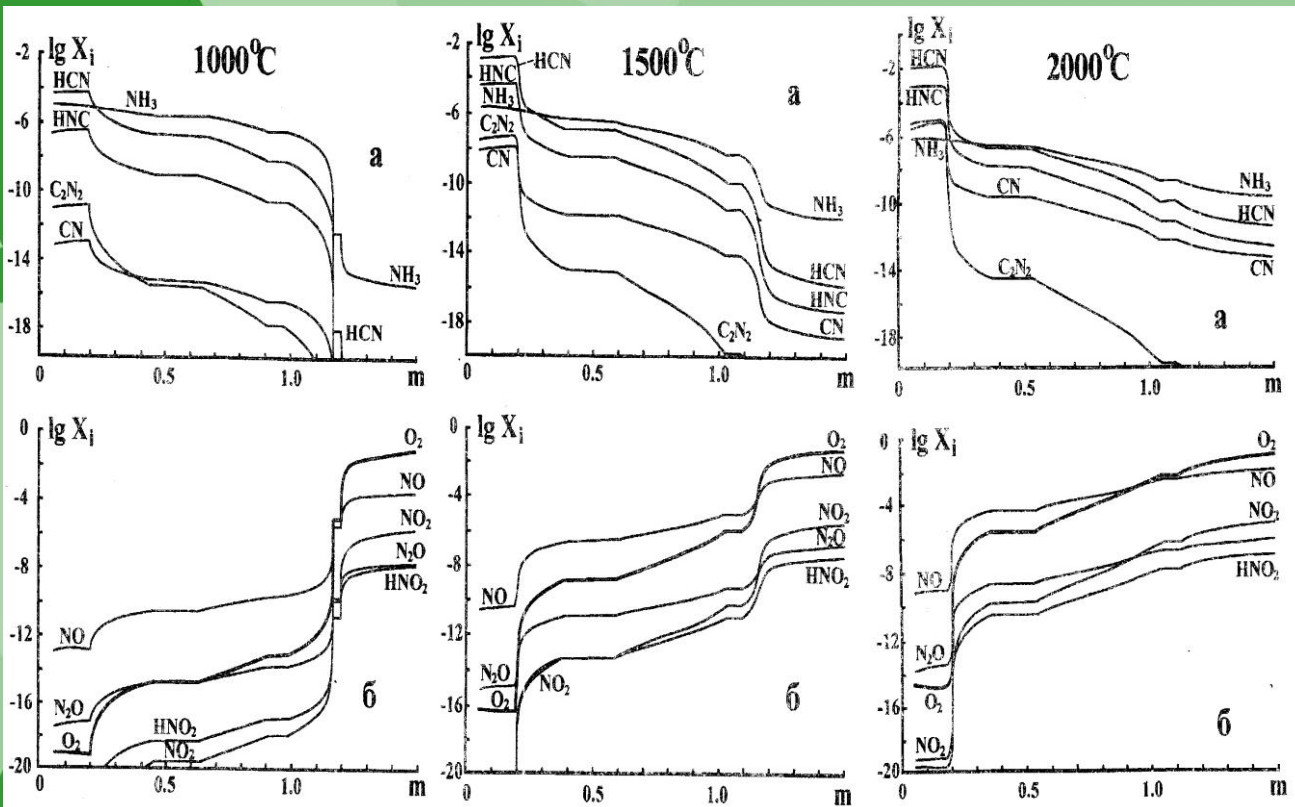


Поведение серосодержащих веществ и соединений железа в зависимости от расхода воздуха для системы $C + 0,2Fe_2O_3 + 0,0038S + 0,004CaO$. Доли серосодержащих веществ и соединений железа (%) при 1000°C (а), 1150°C (б) и 1200°C



Поведение серосодержащих веществ и соединений железа в зависимости от расхода воздуха для системы $C + 0,2Fe_2O_3 + 0,0038S + 0,004CaO + 0,4H_2$. Доли серосодержащих веществ и соединений железа (%) при 1150°C (а), 1200°C (б) и 1400°C

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОРМИРОВАНИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ВЫБРОСОВ



Зависимости равновесного содержания компонентов в системе $\text{C} + 0,2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,4\text{H}_2 + m \cdot (4\text{N}_2 + \text{O}_2)$ при различных температурах:

а – логарифмы мольных долей кислорода и соединений азота;
б – доли свободного углерода и соединений железа (%).

Характеристики выбросов соединений азота (логарифм общего числа молей и доли соединений в общем выбросе в системе $\text{C} + 0,2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,4\text{H}_2 + m \cdot (4\text{N}_2 + \text{O}_2)$ при 1000°C (а), 1500°C (б) и 2000°C

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ
ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ С ВЫДЕЛЕНИЕМ
НЕРАЗЛАГАЕМОЙ МАССЫ;
ПЕРЕРАБОТКА ВО ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ,
КОМПОСТИРОВАНИЕ**

В этом разделе представлена разработка АО
«Механобр - техника»

МЕХАНОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ: АЭРОБНОЕ КОМПОСТИРОВАНИЕ



При переработке
раздельно собранных
пищевых и растительных отходов может
быть получен
товарный компост



ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ПОЧВОГРУНТА ИЗ КОМПОСТА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СМЕШАННЫХ ТКО. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ТЕХНОЛОГИЯ НПК «МЕХАНОБР-ТЕХНИКА»



Министерство здравоохранения
Российской Федерации
Федеральное учреждение
ЦГСЭН в г. Санкт-Петербурге

Код формы № ОКНД
Код учреждения № ОКНУ
Министерство здравоохранения
Российской Федерации
Управление профилактики
Министерства здравоохранения
Российской Федерации
от 07.10.2004 г. № 541

ГОСУДАРСТВЕННАЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГЛАВНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ САНИТАРНЫЙ ВРАЧ
по Санкт-Петербургу
(наименование должности - Москва)

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

№ 78.01.03.039 Т.009540.10.04 ОТ 08.10.2004 г.

Настоящим санитарно-эпидемиологическим заключением удостоверяется, что требования, установленные в проектной документации (перечислить рассмотренные документы, указать наименование и адрес организации-разработчика):
ТУ 0391-002-33134170-2004. Почвогрунты торфяные "Малахит" для цветов, газонов и древесно-кустарниковых хвойных пород
ООО "Научно-технологический центр "НИКА", 192288, г. Санкт-Петербург, ул. Гашека, 30/5, офис 557, аб. ящик 380 (Российская Федерация)

СООТВЕТСТВУЮТ (НЕ СООТВЕТСТВУЮТ) государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (ненужное зачеркнуть, указать полное наименование санитарных правил)

СанПиН 2.1.7.1287-03 "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы", СП "Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно допустимых количеств химических веществ в почве" №6229-91; ГН 2.1.7.020-94 "Ориентировочно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в почвах"; МУ 2.1.7.730-99 "Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест".

Основанием для признания представленных документов соответствующими (не соответствующими) государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам являются (перечислить рассмотренные документы):
ОАО ВНИИТП Испытательная лаборатория торфа и продуктов его переработки (протокол № 253 от 30.09.2004г.)

Главный государственный санитарный врач
(заместитель главного государственного санитарного врача)

Курочкин Валерий Михайлович

Формат А4. Бланк. Срок хранения 5 лет. № 531059



МЕХАНОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ: АНАЭРОБНОЕ СБРАЖИВАНИЕ (С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОГАЗА)



Сырье – выделенная
биоразлагаемая часть ТКО
(пищевые и растительные
отходы - не менее 90%)

БИОГАЗ
50-75% метана

Осушение, обогащение

БИОГАЗ
95% метана



**Твердый остаток – на
компостирование**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРА ПМ НА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДАХ

Площадь реактора, м ²	2,5	5	10
Расход ТКО, т/час	14,7	29,4	58,8
Расход кислорода, тыс. м ³ /час	1,7	3,5	7,0
Расход природного газа, тыс. м ³ /час	0,5	1,0	2,0
Расход воздуха, тыс. м ³ /час	1,3	2,5	5,0
Выход шлака (сырье для строительного материала), т/час	6,4	12,7	25,4
Объем отходящих газов, м ³ /час	21600	43200	86400
Выработка электроэнергии МВт/ч	9	18	37
Стоимость строительства и ввода в эксплуатацию	15 млн долларов США	24 млн долларов США	31 млн долларов США

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Технологии	Топливо	Товарная продукция	Отходы производства	Удельные капвложения, US\$/кВт
Lurgi	Только уголь	Генераторный газ	Зола, пыль	1300-1500
Wiinkler	Только уголь	Генераторный газ	Зола, пыль	1200-1400
Коноко	Только уголь	Пар Генераторный газ	Зола, пыль	1400-1600
Koppers-Totzek (Shell)	Только уголь	Пар Генераторный газ	Зола, пыль	1200-1400
Simens	Только уголь	Пар Генераторный газ	Шлак, пыль	1200-1500
Hitachi Zosen	Только ТКО	Пар	Зола, пыль	6400
ПМ	Уголь Торф Техногенные отходы ТКО	Электричество Пар Генераторный газ Шлаковое литье Концентрат цветных металлов	НЕТ	700-1000