

# Международный Кооператив Социально-Экономических и Экологических программ "Новый Мир"



**Академия Организационного Управления проектами и технологиями "Новый Мир"**

<http://amir.mirimc.com/ru/> Email: [infomir35@gmail.com](mailto:infomir35@gmail.com) 8 (909) 769 3727  
141720, Московская Обл., г. Долгопрудный, мкр. Шереметьевский, ул Южная 1/13

## ПЕРЕРАБОТКА БУРЫХ УГЛЕЙ, ЗОЛ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ.

На 2006 год более 90% всей электроэнергии в Украине производили 42 крупные тепловые электростанции, 8 крупных гидроэлектростанций и 5 атомных электростанций.

На производство электроэнергии использовалось около 70% всех топливно-энергетических ресурсов Украины. Работа ТЭС в значительной степени зависит от импорта энергоносителей. На 2006 год ТЭС сократили производство электроэнергии, в сравнении с 1990 г., почти на 60%.

Основная доля энергетического оборудования уже выработала свой физический ресурс и морально устарела. По этой причине ТЭС Украины работают с очень низкой эффективностью и надежностью.

На 2006 год в Украине из 102 энергоблоков на ТЭС работают 42, а на АЭС из 14 блоков работают 7.

Применяемые в мировой практике традиционные технологии получения электрической энергии путем сжигания твердого топлива, несмотря на некоторые преимущества, обладают с точки зрения ресурсосбережения и экономичности несколькими существенными недостатками:

-необходимостью установки дорогостоящих и громоздких систем топливоприготовления, пылеподдачи и газопылеочистки;

-обязательным обустройством мест захоронения твердых и жидких отходов переработки, т.е. организации систем золошлакоудаления и строительства золошлакоотвалов.

Поэтому основной проблемой использования энергетических углей становится освоение новых нетрадиционных экологически чистых высокоэкономичных и безотходных технологий производства электрической и тепловой энергии, лишенных названных недостатков.

На ТЭС Минэнерго Украины ежегодно сжигается около 40 млн. тонн угля. Более половины этого объема представляют угли марок Г и Д, отличающиеся низким качеством (теплота сгорания 4030 ккал/кг, зольность – 34,1%, влажность – 11%, сера – 1,5%). Оставшаяся часть представлена углями марок АШ и Т, средние характеристики которых также низкого качества (теплота сгорания 4524 ккал/кг, зольность – 31,6%, влажность – 9,6%, сера – 1,4%).

Таким образом, средний балласт углей (зольность и влажность) составляет 40-45%.

Одним из важнейших факторов, определяющих конкурентоспособность угля, являются затраты, связанные с его транспортировкой как внутри страны, так и на экспорт. Доля транспортных расходов в цене на уголь достигает 30%. При перевозке угля автомобильный и железнодорожный транспорт ежегодно перемещает по стране более 15 млн. тонн балласта в виде влаги и минеральной части углей.

Вследствие недостаточно высокого качества углей потребитель вынужден в год оплачивать не только перевозку 15 млн. тонн балласта (а это около 150 млн. евро), но и принять и разместить этот объем, затем превратить минеральную часть углей в пылевидное состояние, пропустить ее через топки котлов, раскалив до 1500°C, потратив на это энергию топлива, а затем решать проблемы дорогостоящего улавливания и складирования миллионов тонн шлаков и пыли.

В результате этого приводятся в повышенное реакционно-способное состояние тысячи тонн экологически опасных веществ: фтор, стронций, хлор, марганец, свинец, кобальт, цинк, медь, ванадий, литий, мышьяк, ртуть и др.

Решение этих проблем заключается в реализации следующих направлений:

-переработка бурых углей и горючих сланцев непосредственно на месте их добычи в топливную суспензию;

-перевод котельных установок в энергоблоков ТЭС с пылеугольного на углеаэрозольное топливо;

-развитие “малой энергетики” за счет автономных газотурбинных электростанций на базе газотурбинных двигателей, работающих на очень высоких температурах на базе полученной топливной суспензии;

-замена дутьевых вентиляторов энергоблоков, потребляющих электрическую энергию на дутьевые установки, производящие электрическую энергию в процессе подачи воздуха.

- и наконец, самое главное, использование низкотемпературного пиролиза для получения топливных компонент, т.е., горючего газа, полукокса и жидкого топлива.

Средняя рабочая теплота сгорания Украинских углей колеблется от 1900 до 3200 ккал/кг, выход смол 15-22%, зольность 17-25%, влажность рабочая 52-56%, содержание серы 3,5-4%.

Украинские сланцы залегают на глубинах от 30 до 370 м, при средней глубине 225м, двумя горизонтами в виде 6 пластов суммарной мощностью от 18 до 42 млн.т каждый.

Средняя теплота сгорания сланцев (на сухое топливо) колеблется от 2100 до 2685 ккал/кг, выход смол 10-14%, зольность 62-68%, влажность рабочая 32-34%, содержание серы 1-2%. В центральной части месторождения, по отдельным пластам, теплота сгорания сланцев достигает 3810 ккал/кг, а выход смол – 24,2%.

Общие прогнозные ресурсы горючих сланцев месторождения составляют до 15,9 млрд. тонн. При выходе смолы 10,5% из сланцев можно получить 1,7 млрд. тонн сланцевой смолы, по физико-химическим характеристикам близкой к сернистой парафинистой нефти.

Переработка угля и горючих сланцев на месте их добычи

Технология переработки основана на широко известном процессе термического разложения (пиролиз без доступа воздуха) отходов с получением полупродуктов: пиролизный уголь (полукокс), жидкая углеводородная смесь (парафины, олефины, нафтены, кислоты, спирты) и горючий газ.

Пиролизный уголь (полукокс), очищенный сепарацией от минеральных частиц, и жидкая углеводородная смесь являются компонентами водотопливной суспензии.

Горючий газ является топливом для пиролизного реактора.

Технология переработки состоит из следующих операций:

- дробление угля;

- термическое разложение (пиролиз без доступа воздуха) отходов;
- измельчение твёрдых компонентов пиролиза;
- сепарация (гравитационная, магнитная, электростатическая и электродинамическая и др.) измельченных твёрдых компонентов с разделением на полукокс и минеральные компоненты;
- конденсация газообразной смеси с разделением на горючий газ, жидкие углеводороды и воду;
- смешивание жидких углеводородов и полукокса с получением топливной суспензии;
- сжигание топливной суспензии в камере сгорания газотурбинной электростанции на базе газотурбинных двигателей **с получением электрической энергии**.

**Технологическое оборудование** завода имеет блочно-модульное исполнение и размещается в быстромонтируемом здании высотой не более 10 м.

Здание оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией с фотохимическим нейтрализатором вредных веществ в вентиляционных газах.

Производственный процесс обеспечивается автономной электроэнергией.

В результате **переработки угля на месте его добычи** получается следующая товарная продукция:

**Топливная суспензия**. Представляет собой темно-коричневую нефтеподобную жидкость коллоидного типа. Средняя удельная теплота сгорания более 8500 ккал/кг.

Сжигается топливная суспензия в обычных газомазутных горелках котельных агрегатов ТЭС и в газотурбинных двигателях газотурбинных электростанций.

**Электрическая энергия** используется для собственных нужд угледобывающего предприятия и для других сторонних потребителей.

Преимущества переработки угля на месте его добычи

Получение на месторождении угля не сырья, но товарного продукта. В среднем из 1 тонны угля получается более 300 кг готового жидкого топлива.

Сокращение в 2,5-5 раз затрат на железнодорожную транспортировку топлива за счет исключения доставки потребителям балласта угля (золы и влаги).

Снижение загрязнения окружающей среды за счет поставки потребителям «чистого» (обеззоленного, обессеренного) топлива. Отсутствие золошлаковых отходов и вредных выбросов в атмосферу у потребителей.

Высокий уровень экологической безопасности производства за счет полного отсутствия вторичных производственных отходов, жидких стоков, дымовых и парниковых газов, вредных веществ в вентиляционных газах.

Модульный принцип построения производства, позволяет, при необходимости, на малых производственных площадях наращивать объемы переработки угля.

Основные технико-экономические показатели производства (варианты)

Производственная мощность	Демонстрационное промышленное	Мощное промышленное производство
---------------------------	-------------------------------	----------------------------------

	производство	
Исходный уголь, тыс. тонн/год:	100	1 000
Топливная суспензия, тыс. тонн/год:	30	300
Производство электрической энергии, Млн .кВт-час. в год	21	215
Мощность электростанции, МВт	2,4	24,6
Производственная площадь, м <sup>2</sup>	600	3 000
Численность работающих, человек.	20	40
Срок эксплуатации, лет	25	25

Производство синтетического жидкого топлива.

Применяемая технология получения **синтетических жидких топлив** из низкосортных **углей** включает три стадии.

**На первой стадии** осуществляется процесс ожижения бурого угля. В размольно - смесительный аппарат загружается бурый уголь и модифицирующие добавки. В процессе размола и гомогенизации компонентов смеси осуществляется модификация бурого угля: изменяется высокомолекулярная структура, состав фрагментов, разрушаются электронные донорно-акцепторные связи, что приводит к деполимеризации бурого угля и превращению его в жидкую углеводородную смесь. По физико-химическим свойствам полученная жидкая углеводородная смесь является близкой к нефти.

**На второй стадии** осуществляется очистка жидкого бурого угля от механических примесей, взвешенных частиц, солей, серы и других компонентов, подлежащих удалению.

**Третья стадия** — углубленная переработка жидкого бурого угля в синтетическое жидкое топливо (**СЖТ**) и его промежуточное накопление (хранение).

Комплекс по добыче бурого угля производству СЖТ и электроэнергии включает в себя:

- восстановление работы имеющихся угольных разрезов (открытый способ) с полной заменой оборудования и механизмов;
- создание производства СЖТ из бурого угля;
- строительства ТЭС в имеющихся угольных разрезах для гарантированного обеспечения собственных нужд и потребностей региона;
- организации и/или приобретение средств доставки (трубный, железнодорожный и автомобильный транспорт) СЖТ для МТЭС в производстве УУКМ и другим конечным потребителям.

**Стоимость инвестиций** в получение синтетических жидких топлив из низкосортных углей составляет € 248 000 тыс.

**ТЭО к Бизнес-плану инвестиционного проекта по Угольному разрезу**

	Угольный разрез	Ед. изм.	Значение
1.	Разведанные запасы угля	тыс.т.	124000

2.	Калорийность	МДж./МВт.ч т	7500/2080
3.	Зольность	в %	5-8
4.	Содержание серы	в %	2,8-4,5
5.	Сумма инвестиции, в т.ч.	в тыс. Евро	248000,00
5.1.	На оборудование	в тыс. Евро	91760,00
5.2.	На сооружения	в тыс. Евро	69440,00
5.3.	На оборотные и товарные запасы	в тыс. Евро	27280,00
5.4.	На транспорт	в тыс. Евро	5704,00
5.5.	На научные исследования	в тыс. Евро	6820,00
5.6.	На иные расходы	в тыс. Евро	25596,00
5.7.	На рекультивацию разреза	в тыс. Евро	21400,00
6.	Ожидаемый объем добычи	в т/сут.	27500,00
7.	Площадь промежуточного склада	в га	106
8.	Штатное расписание	человек	2270
9.	Зарплата без отягощений	в тыс. Евро	681,00
10.	Суммарная уст. мощность по эл.эн	Квт.	192000
11.	Планируемый расход эл.эн. в сутки	Квт./час	2246400
12	Рыночная цена угля на 11.18г.	в Евро	42...56

**ТЭО к Бизнес-плану инвестиционного проекта по синтетическому жидкому топливу (на 1 установку)**

	Установка получения СЖТ	Ед. изм.	Значение
1.	Производительность	т./в сутки	80
2.	Калорийность	МДж/МВт.ч.т	44000/12200
3.	Зольность	в %	0,02
4.	Содержание серы	в %	0,8...1,2
5.	Сумма инвестиции, в т.ч.	в тыс. Евро	16000,00
5.1.	На оборудование	в тыс. Евро	7200,00
5.2.	На сооружения	в тыс. Евро	2720,00
5.3.	На оборотные и товарные запасы	в тыс. Евро	3100,00
5.4.	На транспорт	в тыс. Евро	340,00
5.5.	На научные исследования	в тыс. Евро	470,00
5.6.	На захоронение зольной фракции	в тыс. Евро	550,00
5.7.	На иные расходы	в тыс. Евро	1620,0

6.	Ожидаемый объем добычи	в т/сут.	
7.	Площадь промежуточного склада	в га	17
8.	Штатное расписание	человек	16
10.	Суммарная уст. мощность по эл.эн	Квт.	22
11.	Планируемый расход эл.эн. в сутки	Квт./час	430
12.	Рыночная цена СЖТ на 11.18г.	в Евро/т	380
	Планируемый отпуск СЖТ на сторону	тонн.год	11250

**ТЭО к Бизнес-плану инвестиционного проекта по теплоэлектростанции (на 1 установку)**

	Теплоэлектростанции (МТЕС)	Ед. изм.	Значение
1.	Необходимая мощность (от 3 до 15 МВт)	тыс.т.	15
2.	Расход СЖТ на производство 1 кВт. эл.эн	Кг.	0,08
3.	Интеграция в коммунальную инфраструктуру для сброса тепла	Км.	6
4.	Планируемый отпуск эл.эн на сторону	Квт./час	15
5.	Сумма инвестиции, в т.ч.	в тыс. Евро	24000,00
5.1.	На оборудование	в тыс. Евро	17000,00
5.2.	На сооружения	в тыс. Евро	3300,00
5.3.	На оборотные и товарные запасы	в тыс. Евро	2100,00
5.4.	На транспорт	в тыс. Евро	650,00
5.5.	На научные исследования	в тыс. Евро	420,00
5.6.	На <b>иные расходы</b>	в тыс. Евро	540,00
5.7.		в тыс. Евро	
6.	Ожидаемый объем добычи	в т/сут.	
7.	Площадь промежуточного склада	в га	9
8.	Штатное расписание	человек	38
9.	Зарплата без отягощений	в тыс.Евро.м	11400,00
10	Рыночная цена эл.эн на 11.18г.	в Евро/кВ.час	0,07

Вторая часть. Производство и ввод в эксплуатацию малых (от 3 до 6 МВт) теплоэлектростанций (МТЕС) модульного типа использующие в качестве энергоносителя синтетическое жидкое топливо, полученное из низкосортных углей. Такая МТЭС выпускается в

контейнерном исполнении и не требует выделение земельного участка, что значительно упрощает согласование, сертификацию и ввод в эксплуатацию. Реактор МТЭС может газифицировать большинство энергоносителей, а применение сверх высоких частот и плазменного дезинтегратора позволяет получить из жидкого топлива синтезгаз. Фактически реактор МТЭС может принимать любое углеродсодержащее топливо, в том числе и ТБО. После охлаждения и очистки синтезгаз поступает на газотурбинный электрогенератор и к внешним потребителям. Полученная электроэнергия поступает на собственные нужды и внешним потребителям.

**Третья часть.** Проектно-конструкторское подразделение (ПКП). Для привязки, разработки локальных технико-экономических обоснований (ТЭО), разработки технических заданий и проектно-сметной документации, сертификации, изготовлению, выполнению строительно-монтажных работ и вводу в эксплуатацию необходимо создать ПКП. Привлечение передовых научно-технических кадров имеющих, признанные достижения, позволит выполнить необходимые разработки качественно и в минимальные сроки. В затраты войдут только зарплата и оплата научных экспериментов, что даст максимально возможную экономию.

## ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Характеристики продукции,

получаемой по технологиям переработки ТБО методом низкотемпературного пиролиза.

Выход продуктов пиролиза из 1 тонны (средневзвешенного состава) ТБО (при влажности не более 15% ±5%):

- жидкое топливо - 350 кг.
- полукокс (углерод) - 175 кг.
- горючий газ - 175 кг.

Состав горючего газа:

- водород H<sub>2</sub> - 30%.
- углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> - 50%.
- кислород O<sub>2</sub> - 10%.
- азот N<sub>2</sub> - 10%.

Средняя рабочая калорийность – 3900 ккал/м<sup>3</sup>.

Паровоздушная газификация полукокса (углерода) с получением водяного газа.

Химические реакции процесса:

- 1)  $2C + O_2 = 2CO + 59 \text{ тыс.ккал}$
- 2)  $C + H_2 = CO - 28,5 \text{ тыс.ккал}$
- 3)  $C + O_2 = CO_2 + 98 \text{ тыс.ккал}$
- 4)  $CO_2 + C = 2CO - 38,5 \text{ тыс.ккал}$

Состав водяного газа:

- водород H<sub>2</sub> - 50%
- окись углерода CO - 38%
- углекислый газ CO<sub>2</sub> - 7%
- азот N<sub>2</sub> - 5%

Средняя рабочая калорийность – 2900 ккал/м<sup>3</sup>.

Выход водяного газа - 250 м<sup>3</sup> из 1 тонны ТБО.

Общий выход горючего газа - 425 м<sup>3</sup> из 1 тонны ТБО.

Основные технико-экономические показатели:

Мощность производственного комплекса (наиболее рациональная), (14 пиролизных машин)

По ТБО, м<sup>3</sup>/год : \_\_\_\_\_ 250 000

тонн/год: \_\_\_\_\_ 105 000

**Производственная мощность одного реактора по ТБО, м<sup>3</sup>/год: \_\_\_\_\_ 18 000**

тонн/год: \_\_\_\_\_ 7 400

Товарная продукция с одного реактора:

Жидкое топливо, тыс.тонн/год: \_\_\_\_\_ 2,5

С учётом газогенератора горючий газ, млн. м<sup>3</sup>/год: \_\_\_\_\_ 3,0

Без учёта газогенератора потребляется на собственные нужды для поддержания техпроцесса.

Производственная площадь, м<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_ 260

Численность рабочих операторов, человек в смену, не менее: \_\_\_\_\_ 3.

Срок проектирования установки по техзаданию заказчика не более 4-х месяцев.

Срок изготовления установки реактора не более 6 месяцев.

Пусконаладка, испытания на территории заказчика 4 месяца при отсутствии СМР и наличии сортированных ТБО или пункта сортировки.

Технология переработки отходов.

Блок – схема перерабатывающего комплекса приведена ниже.

Автопогрузчик 11 и бульдозер 10 загружает сборный конвейер 19 отходами. Далее 5 операторов отбирают крупногабаритные отходы.

После этого поступает в накопительный бункер 20 который загружает тигли 17. Через систему подачи тиглей 12 тигли подаются в корпуса пиролизных реакторов 15.

В рабочем пространстве корпуса одновременно находятся десять контейнеров-тиглей, которые каждые 15-20 минут продвигаются на один корпус тигля вперед. Общее время нахождения контейнеров-тиглей в пиролизном реакторе 2,5-3 часа.

За это время, отходы находящиеся в контейнерах-тиглях, подвергаются термическому разложению -пиролиз при температуре 450-500 гр.С. без доступа кислорода (воздуха).

На выходе из пиролизного реактора контейнер – тигли 18 , поступают на систему выгрузки 21, где охлаждаются на атмосферном воздухе в течении 30-40 минут , затем разгружаются от твердых продуктов пиролиза на конвейера 16.

Пустые контейнер-тигли 18 подаются на загрузку под накопительный бункер 20.

Управление системой подачи и сбора тиглей осуществляется с пультов управления 22 оператором.

Далее продукты переработки перегружаются на конвейера отбора чёрного металла 1 и цветного металла 2.

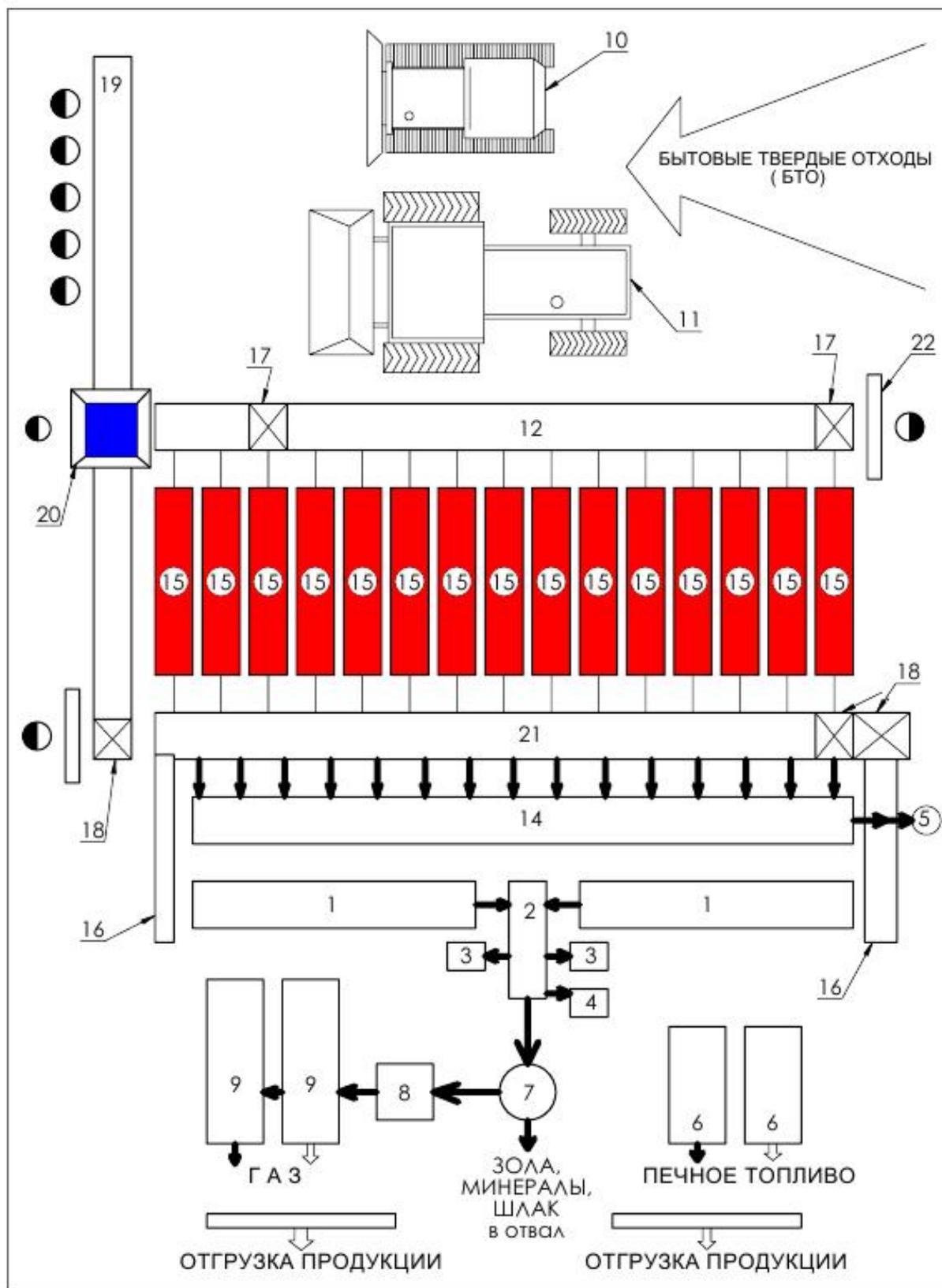
Отделенные металлы распределяются в бункеры накопители 3 и 4.

Остывшие твердые продукты пиролиза (полукокс, минеральные компоненты) подаются ленточным конвейером в газогенератор для получения из полукокса (углерода) горючего газа, содержащего водород  $H_2$  и окись углерода  $CO$ .

Пиролизная парогазовая смесь углеводородов поступает из корпусов пиролизных реакторов 15 в систему теплообменников 14 на охлаждение и конденсацию с получением жидкого и газового топлива.

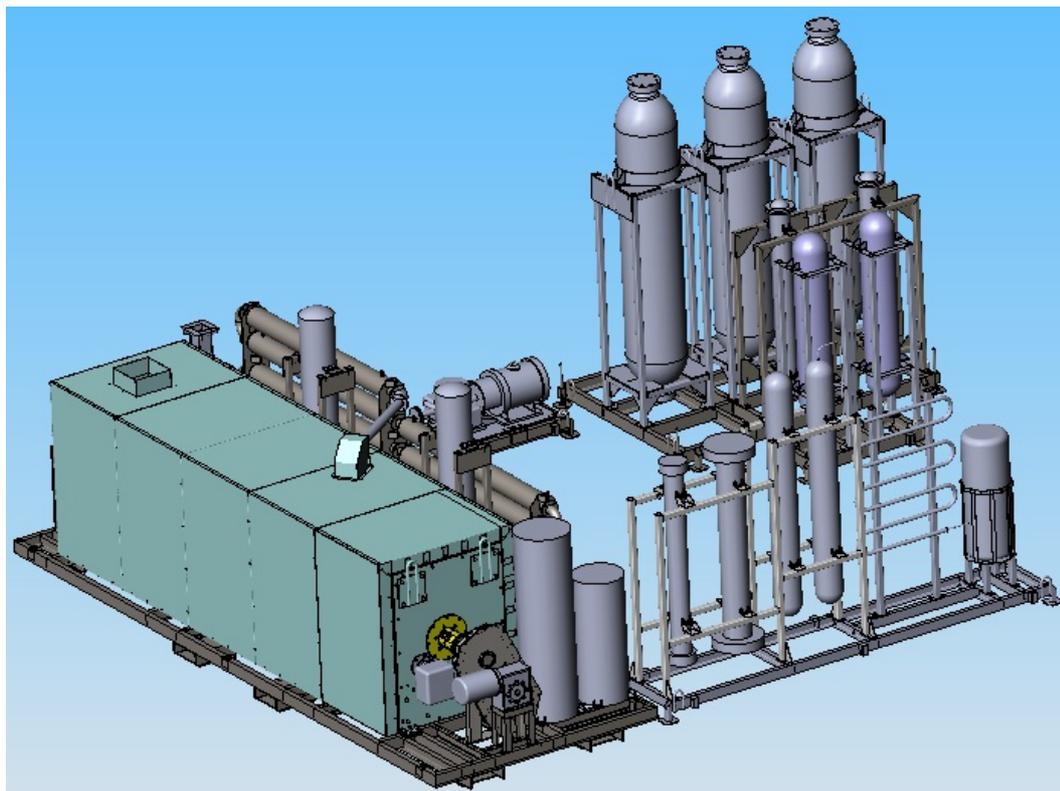
Полученное жидкое топливо перекачивается насосом 5 и поступает в накопительные топливные емкости 6, а газ из теплообменников 14 и газогенератора 7 сжижается компрессором 8 и поступает в емкости 9.

Продукты переработки газогенератора 7 – шлак и минеральный остаток, отгружается на захоронение, рекультивацию или строительные материалы. Отгрузка потребителям товарной продукции осуществляется из емкостей 6 жидкое топливо (печное) и сжиженный газ из емкостей 9.



ПЛОЩАДКА 50м x 80м = 4000 кв/м

Мини завод по переработке органического сырья.



**Описание проекта:** Скопившиеся за многие годы городские отходы перерабатываются в товарную продукцию непосредственно на месте их хранения. Освободившиеся в результате переработки земельные площади рекультивируются и возвращаются в землепользование. Цель работы предприятия является переработка скопившихся на полигоне (свалке) горючих бытовых отходов в товарную продукцию – жидкое топливо калорийностью не менее 2900 ккал/кг для замены газового или мазутного топлива тепловых энергетических станций и котельных; лом черных и различных цветных металлов. Производство утилизации ТБО планируется расположить на самом полигоне, либо в непосредственной близости от него, долгосрочно арендуя площадь для его организации.

**Технологическое оборудование** – малогабаритное, имеет блочно-модульное исполнение. Размещается на открытой (с навесом – крышей в необходимых местах) площадке.

Производственный комплекс представляет собой модуль заданной мощности, что позволяет существенно снизить капитальные затраты и дает возможность наращивать мощность производства за счет увеличения количества модулей, осуществлять техническое обслуживание и ремонт оборудования без полной остановки производства. В случае необходимости оборудование легко демонтируется и перевозится в любое место.

Технология производства.

**Технология замкнутого цикла** основана на применении процесса низкотемпературного быстрого пиролиза в печах, без доступа кислорода. Производство экологически безопасное, установка переработки ТБО не нарушает ПДК загрязнителей. Другими словами, технологический процесс обеспечивает соответствие выбросов загрязнителей с дымовыми газами согласно директиве 2000/76/ЕС Европейского Парламента и Европейского Союза [DIRECTIVE 2000/76/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL OF 4 December 2000 on the incineration of waste (OJ L 332, 28.12.2000, p. 91) Corrigendum OJ L 145, 31.5.2001, p. 52 (2000/76/EC

В зависимости от конечной цели переработки существует несколько типов установок.

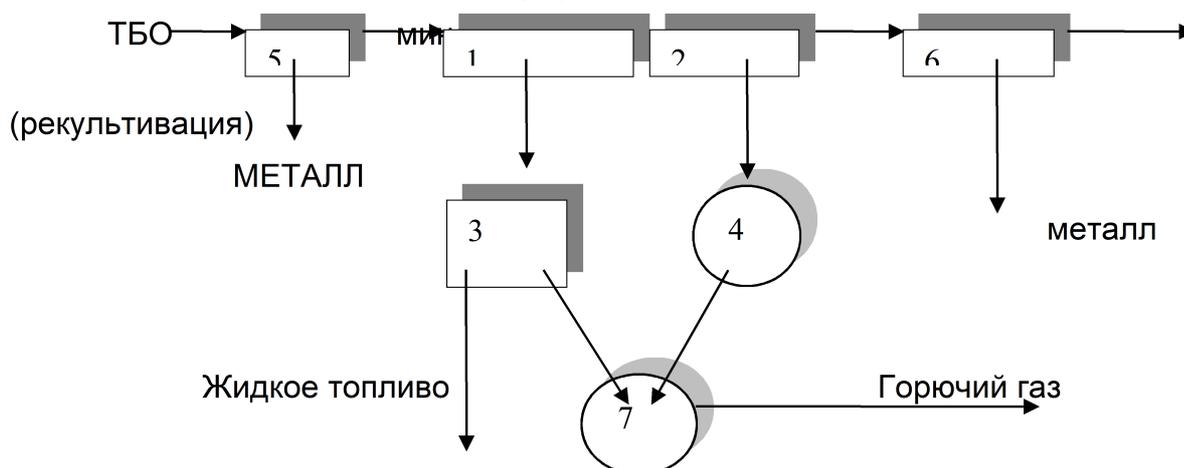
а) утилизация горючих отходов с получением электроэнергии. Применяется электрогенератор.

б) утилизация горючих отходов с получением жидкого топлива. Применяются конденсационные аппараты и ректификаторы.

**Преимущество** предлагаемой технологии:

- применение комплекса позволяет перерабатывать отходы практически любого органического состава;
- высокая удельная производительность;
- замкнутый цикл обеспечивает переработку образующихся газов, в атмосферу выбрасывается только водяной пар;
- обеспечение полного разрушения и обеззараживания вредных химических соединений;
- автономность, безостановочная работа 24 часа в сутки;

**Блок - схема мини завода по переработке ТБО:**



**Состав оборудования:**

1. Пиролизный шнековый реактор.
2. Газогенератор водяного газа.
3. Конденсационный блок (состоит из четырёх теплообменников).

4. Циклон очистки водяного газа.

5. Дробильный блок:

- измельчитель с магнитным сепаратором,
- измельчитель с флотационным сепаратором.
- конвейер ленточный.

6. Магнитный сепаратор серии СМв

7. Компрессор для сжижения горючего газа.

8. Топливные емкости 50 м<sup>3</sup>, (на схеме не указаны),

ТБО поступает в дробильный блок, в котором после первичного и вторичного дробления сырьё измельчается до фракции не более 20 мм. После отделения металлов, подготовленное сырьё поступает в пиролизный реактор.

При термической деструкции в реакторе получается на выходе пиролизный газ, который направляется в конденсационный блок, состоящий из теплообменников. Для получения максимального количества горючего газа, остаточную твердую фракцию (полукокс), из пиролизной камеры, направляется в газогенератор, в результате чего получается горючий водяной газ.

Через циклон очистки газ очищается и поступает на компрессор, который целесообразно установить для сжижения горючего газа.

Магнитный сепаратор служит для окончательного отделения металлов от минеральной части. Из магнитного сепаратора выходит минеральный остаток и направляется на рекультивацию.

Блок, набор четырех ёмкостей по 50 м<sup>3</sup>. Количество – по производственной необходимости. Рекомендуемый минимум: две единицы - для жидкого топлива и две единицы - для газообразного.

Характеристика продукции,

получаемой по технологиям переработки ТБО методом пиролиза.

Выход продуктов пиролиза из 1 тонны ТБО (при влажности 15% ±5%):

- жидкое топливо - 350 кг.
- полукокс (углерод) - 175 кг.
- горючий газ - 175 кг.

Состав горючего газа:

- водород H<sub>2</sub> - 30%.
- углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> - 50%.
- кислород O<sub>2</sub> - 10%.
- азот N<sub>2</sub> - 10%.

Средняя рабочая калорийность – 3900 ккал/м<sup>3</sup>.

Паровоздушная газификация полукокса (углерода) с получением водяного газа.

Химические реакции процесса:

- 1)  $2C + O_2 = 2CO + 59 \text{ тыс.ккал}$
- 2)  $C + H_2 = CO - 28,5 \text{ тыс.ккал}$
- 3)  $C + O_2 = CO_2 + 98 \text{ тыс.ккал}$
- 4)  $CO_2 + C = 2CO - 38,5 \text{ тыс.ккал}$

Состав водяного газа:

- водород  $H_2$  - 50%
- окись углерода  $CO$  - 38%
- углекислый газ  $CO_2$  - 7%
- азот  $N_2$  - 5%

Средняя рабочая калорийность – 2900 ккал/м<sup>3</sup>.

Выход водяного газа - 250 м<sup>3</sup> из 1 тонны ТБО.

Общий выход горючего газа - 425 м<sup>3</sup> из 1 тонны ТБО.

Заключение:

Быстрый пиролиз — это термическая деструкция (разрушение) измельченных до миллиметра и подсушенных частиц органических отходов, с получением новых веществ (Пример: из частиц торфа выделяется водород, метан и т.д.) Входя в реактор, без доступа кислорода, при очень высокой скорости нагрева, в доли секунды, органические частицы просто взрываются, с выделением тепла и новых веществ. Это и есть нанотехнологии, когда происходит модификация атомов внутри молекулы, с получением новых веществ. Из бытовых и промышленных отходов органического характера миннизавод производит газовую составляющую — синтез — газ, жидкую составляющую: — синтетическую нефть, и твердую составляющую: — высокоуглеродистый материал — аналог кокса, активированного угля.

Минизавод при необходимости может дополняться современным блоком когенерации, на базе двигателя с внешним подводом тепла роторно-лопастного типа, который перерабатывает полученный синтезгаз в тепло и электроэнергию.