



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫХ  
ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
«МУЖЕСТВО И ГУМАНИЗМ»  
ДЕПАРТАМЕНТ ПО НАУКЕ

115172 Россия г. Москва ул. Народная д. 4 под. 3  
т. 8-980-712-19-57

e-mail:

[podsa@mail333.com](mailto:podsa@mail333.com)

[intermig54@mail.ru](mailto:intermig54@mail.ru)

СДЕЛАНО В РОССИИ



**КИОТСКИЙ ПРОТОКОЛ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПРЕПЯТСТВИЕМ**

**ДЛЯ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО СОРТИРОВКЕ,**

**ПЕРЕРАБОТКЕ И УТИЛИЗАЦИИ ЛЮБЫХ ВИДОВ**

**ОТХОДОВ,**

**ВВИДУ ОТСУТСТВИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ**

**ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ И ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**



# РОСАТОМ ЧЕЛОВЕК ГОДА 2015

специальная номинация

**ПОБЕДА ГОДА**







АВТОРСКИЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПРОЕКТ

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

Многофункциональный Комплекс Инновационной Переработки ТБО и ПО, иловых масс очистных сооружений, пиротехнических изделий, отвалов бурого угля, медицинских и радиоактивных отходов, с утилизацией энергии, компонентов отходящих газов, паров и взвесей тяжёлых металлов.  
(варианты)



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2537333

**ПЕЧЬ ДЛЯ СУХОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ТВЕРДОГО  
ОРГАНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**

Изобретение принадлежит (пат.): Подоблякин Дмитрий Алексеевич (RU),  
Ермолов Николай Антонович (RU), Кузнецов Вадим  
Михайлович (RU), Саврухов Андрей Владимирович (RU)

Автор(ы): см. на обороте

Заявка № 2013138895

Приоритет изобретения 05 июля 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений Российской Федерации 07 ноября 2014 г.

Срок действия патента истекает 05 июля 2033 г.

Для уведомления Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*А.А. Карпов*  
А.А. Карпов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2537949

**ЛИНИЯ СОРТИРОВКИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ**

Изобретение принадлежит (пат.): Подоблякин Дмитрий Алексеевич (RU),  
Ермолов Николай Антонович (RU), Кузнецов Вадим  
Михайлович (RU), Саврухов Андрей Владимирович (RU)

Автор(ы): см. на обороте

Заявка № 2013138896

Приоритет изобретения 05 июля 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений Российской Федерации 14 ноября 2014 г.

Срок действия патента истекает 05 июля 2033 г.

Для уведомления Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*А.А. Карпов*  
А.А. Карпов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2537786

**СПОСОБ СОРТИРОВКИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ**

Изобретение принадлежит (пат.): Подоблякин Дмитрий Алексеевич (RU),  
Ермолов Николай Антонович (RU), Кузнецов Вадим  
Михайлович (RU), Саврухов Андрей Владимирович (RU)

Автор(ы): см. на обороте

Заявка № 2013138894

Приоритет изобретения 05 июля 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений Российской Федерации 12 ноября 2014 г.

Срок действия патента истекает 05 июля 2033 г.

Для уведомления Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*А.А. Карпов*  
А.А. Карпов



## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ АВТОНОМНАЯ система замкнутого цикла одновременной переработки и утилизации иловых масс очистных сооружений и ТБО (без выброса в атмосферу парниковых газов)**

Оборудуется котельная, работающая на газе (мазуте), и располагается на территории, примыкающей к комплексу малоэтажного строительства.

Наша задача:

1. Смонтировать два котла с подачей перегретого пара на 2 турбогенератора мощностью по 6 МВт.

Охлаждение турбогенераторов осуществляется оборотной водой.

Отработанный пар направляется в систему теплоснабжения.

2. Перенаправить отходящие дымовые газы для использования в печи пиролиза и дальнейшей утилизации. В печи пиролиза происходит процесс плазменной переработки.

Температура плазмы 2000 °С

Плазмотроны охлаждаются водой,

Мощность каждого плазмотрона 50 кВт.

Количество плазмотронов в печи пиролиза 2 шт.

Из 1 кг переработанной органической массы образуется 2 м<sup>3</sup> синтез-газа.



Из 1 кг переработанной органической массы получается 2 кВт электроэнергии.  
Дозатор шнековый обеспечивает производительность 100 кг/ч и выполняет функцию шлюзового устройства.

Печь пиролиза монтируется в легком кожухе, в котором поддерживается атмосфера газа  $\text{CO}_2$

Отходящие газы печи пиролиза поступают в дополнительный пароперегреватель,

где их температура снижается с  $2000^\circ\text{C}$  до  $1500^\circ\text{C}$ .

Перегретый пар с пароперегревателя идет на турбины.

Температура перегретого пара от  $500^\circ\text{C}$ .

Затем газы поступают в печь обжига, где отдают теплоту тяжелой фракции и охлаждаются до  $750^\circ\text{C}$ .

Далее газы направляются в сушильные печи, где охлаждаются до  $300^\circ\text{C}$ .

Лёгкая фракция подается ковшовым элеватором в сушильную печь из ванны гидравлической сортировки

Производительность печи 100 кг/ч.



Тяжелая фракция подается шнековым транспортером в сушильную печь из ванны гидравлической сортировки и первичного отстойника

Производительность печи 100 кг/ч.

Данная фракция перерабатывается в строительный композит

Иловые массы подаются илососом в печь сушки из вторичного отстойника.

Производительность печи 100 кг/ч.

Данная фракция перерабатывается в удобрение.

Все печи оборудованы уплотнениями барабанов и подающих устройств для создания в них рабочей газовой среды.

Линия сортировки включает в себя станцию контроля радиоактивности, ленточные конвейеры, шредер и дробилки, подвесные и встроенные металлоотделители, ванну гидравлической сортировки.

В печи пиролиза происходит взаимодействие при высоких температурах  $\text{CO}_2$  (углекислого газа) с органическими (углеродсодержащими) веществами с образованием смеси горючих газов ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ), известной под названием синтез-газа (генераторного газа).



Затем синтез-газ дожигается в котле дожигания до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с примесью  $\text{SO}_2$ , при этом температура возрастает до  $1000^\circ\text{C}$ .

Далее продукты дожигания синтез-газа поступают в газоход с системой пароперегревателей и парогенераторов, после чего направляются в котел-утилизатор, на выходе которого имеют температуру  $200^\circ\text{C}$ .

Охлажденные газы поступают в циклон, где очищаются от крупных пылевых частиц, затем в скруббер Вентури с каплеуловителем, где очищаются от кислых газов ( $\text{SO}_2$ ) и паров тяжелых металлов.

На рукавном фильтре происходит тонкая очистка от взвесей тяжелых металлов (медь, железо, цинк, свинец и др.).

После этого газы ( $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ ) поступают на газовую станцию для сжатия, сжижения и разделения.

Мощность газовой станции 100 кВт при полной нагрузке.

$\text{CO}_2$  поступает в криогенное хранилище, откуда направляется на собственные нужды или потребителям.

3. Подвести к горелкам котлоагрегата котельной горючий синтез-газ, получаемый в процессе переработки, как запасное топливо.



Газоходы для высокотемпературных газов и печи оборудованы внутренней футеровкой и наружной теплоизоляцией.

Комплекс инновационной переработки оборудуется распределительной подстанцией, пожарной станцией, газовой станцией для сжижения и разделения газов, а также криогенными хранилищами для  $\text{CO}_2$ , градирней и станцией водоочистки, площадкой для складирования обожженного строительного композита, шлака, металлов, РТИ, КГМ.



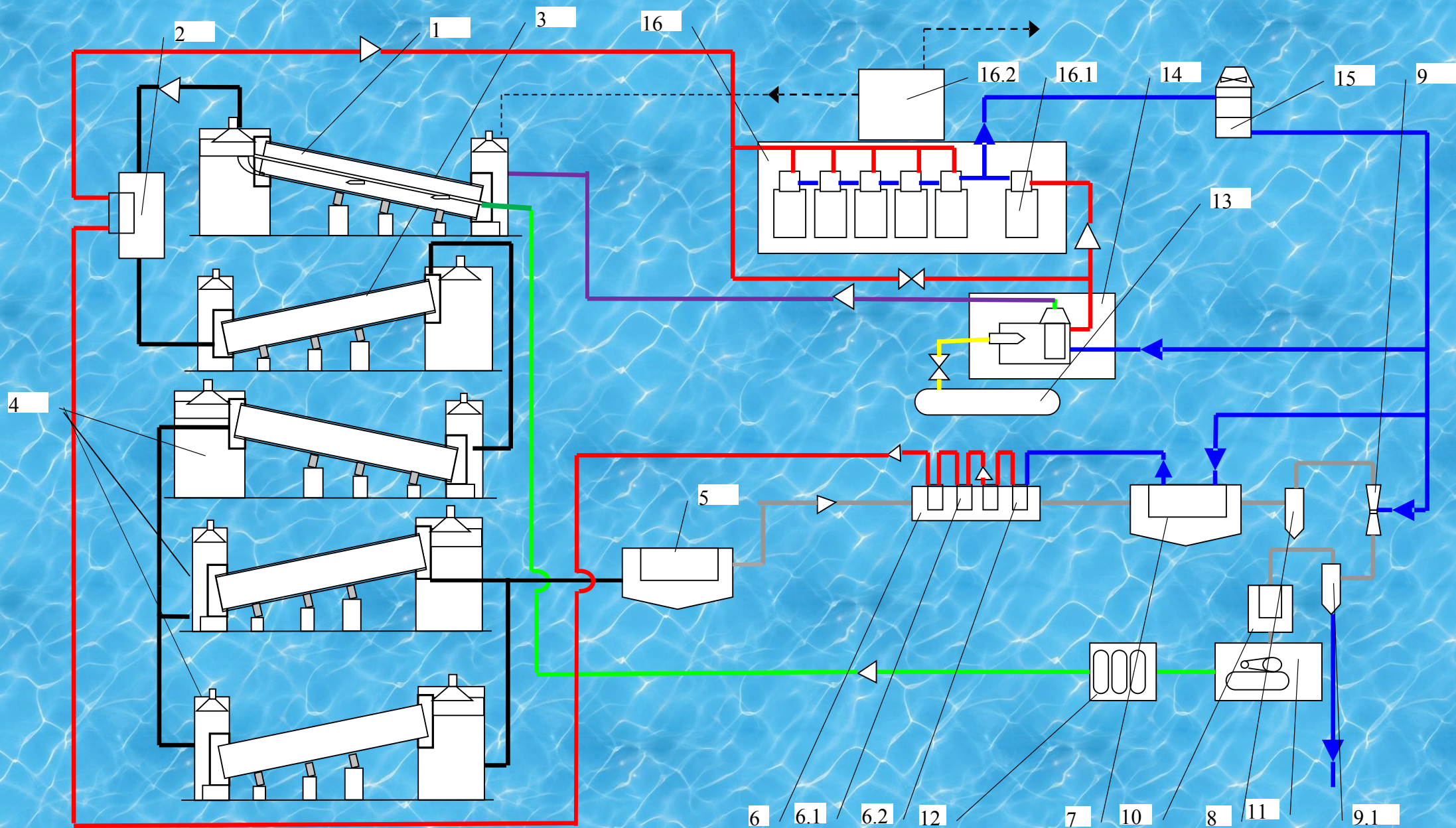




Рис.5 Общая схема технологического процесса: 1-печь пиролиза, 2-дополнительный пароперегреватель, 3-печь обжига-плавления, 4-печь сушки, 5-котел дожигания синтез-газа, 6-газоход, 6.1-пароперегреватели, 6.2-испарители, 7-котел-утилизатор, 8-циклон, 9-скруббер Вентури, 9.1-каплеуловитель скруббера Вентури, 10-фильтр рукавный, 11-установка сжижения и разделения газов, 12-криогенное хранилище CO<sub>2</sub>, 13-емкость с топливом для парового котла, 14-паровой котел, 15-градирня (БИОКС), 16-зал турбогенераторов, 16.1-пусковой турбогенератор, 16.2-распределительная подстанция

- отходящие газы пускового котла
- газ CO<sub>2</sub> (очищенный)
- топливо котла
- пар
- синтез-газ
- вода
- отходящие газы котла дожигания
- электроэнергия



Название оборудования	Количество (шт.;п/м)
Распределительная подстанция	1
Мазутные хранилища	2
Паровой котёл	2
Турбогенератор	2
Печь пиролиза	1
Шнековый дозатор (межпечной)	1
Плазмотрон	2
Внутренняя футеровка	1
Наружная изоляция	1
Шлаколовка	1
Уплотнение барабана печи	1
Печь обжига-плавления	1
Шнековый дозатор (межпечной)	1
Изложницы для металла (кассеты)	30
Внутренняя футеровка	1
Наружная изоляция	1
Шлаколовка	1
Уплотнение барабана печи	1
Печь сушки	3
Наружная изоляция печей	3
Уплотнения барабанов печей	3
Шнековые транспортёры подачи	3
Пароперегреватели	2
Парогенераторы	2
Газоходы	50
Внутренняя футеровка	50

Наружная изоляция	50
Дымососы	4
Вентиляторы	15
Вытяжки и венткамеры	15
Котёл дожига	1
Котёл утилизатор	1
Арматура и трубы	До 200
Испарители	1
Градирня (БИОКС)	1
Циклон	1
Скруббер Вентури с каплеуловителем	1
Рукавный фильтр	1
Система охлаждения	1
Газовая станция	1
Криогенные хранилища	2
Ленточные конвейеры	До 25
Шредер	1
Дробилка	1
Железоотделители	1
Станция контроля радиоактивности	1
Гидросортировочная ванна	1
Шнековый транспортёр выгрузки	1
Ковшовый транспортёр выгрузки	1
Очистной коллектор	1
Первичные отстойники	2
Шнековые транспортёры	2
Илососы	4
Вторичные отстойники	2
Центрифуги	4

## **Основные характеристики комплекса инновационной переработки несортированных отходов:**

- 1. Комплекс располагается непосредственно на полигоне (необходимость в рекультивации отпадает).**
- 2. Переработка несортированного мусора.**
- 3. Конвейерное производство автоматизировано и безостановочно (минимизация рабочей силы).**
- 4. 100% утилизации отходов, включая газовые остатки.**
- 5. Диоксины разлагаются (уменьшение раковых заболеваний).**
- 6. Одна линия способна перерабатывать до 2400 тонн отходов в сутки.**
- 7. Самообеспечение комплекса тепловой и электрической энергией.**
- 8. Получение цветных металлов путём плавления по температурному режиму.**
- 9. Получение чистейших металлов 8 группы из отходов (никель, платина, кобальт, палладий).**

**Преимущество данного проекта- дальнейшая эксплуатация полигона по назначению до полной утилизации существующего запаса бытовых отходов.**





## ЭСКИЗНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПО СОРТИРОВКЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ СЛОЖНОСОСТАВНЫХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (ТБО).

Решение задачи обращения ТБО в последнее время стало важной проблемой муниципальных образований. Простое депонирование бытовых отходов на вновь строящихся полигонах ТБО нельзя в существующих условиях признать удовлетворительным решением по следующим причинам. Как правило, отсутствуют пригодные для полигонов ТБО территории вблизи городов, т.к. они являются зонами отдыха, либо представляют интерес для дачного строительства и т.п. По этой причине полигоны переносятся на значительные расстояния в несколько десятков и даже сотен километров, что ведет к значительному увеличению транспортных расходов и к снижению контроля воздействия таких полигонов на состояние окружающей среды.

В связи с этим актуальной является задача полной или частичной переработки ТБО с выделением из них вторичных ресурсов, что ведет к снижению количества ТБО, направляемого на полигоны, и имеет положительный экономический и экологический эффект.

Одним из способов решения проблемы ТБО для городов с численностью населения до 1 млн. жителей, а также небольших городов является создание линий сортировки мусора (ЛСМ), которые могут быть совмещены с мусороперегрузочными станциями или выполнять функции таковых. Города же численностью более 1 млн. жителей требуют создания специализированных комплексов по сортировке и глубокой переработке ТБО.

Основной проблемой реализации данного метода является низкая развитость сети предприятий по переработке вторичного сырья, что ведет к увеличению срока окупаемости ЛСМ и снижению инвестиционной привлекательности для данного производства.

Тем не менее, ЛСМ имеют существенные преимущества перед другими методами решения проблемы ТБО, такими как сжигание, за счет существенного снижения капитальных затрат на строительство установки по сортировке ТБО, низкого уровня воздействия производства на окружающую среду. В настоящее время ЛСМ применяются самостоятельно, либо в комплексе с другими способами обработки ТБО как за рубежом, так и в некоторых городах РФ.

Однако работающие сейчас ЛСМ используют преимущественно ручной труд, что представляется малоэффективным при реализации комплексных задач.

Целью данного проекта является организация механизированной фракционной сортировки для последующей переработки ТБО. Сортировка ТБО осуществляется механическим и гидромеханическим способом в специальных емкостях (Рис. 3).

Проект предусматривает создание комплекса сортировки твердых отходов для их дальнейшей переработки. Комплекс сортировки ТБО предполагается располагать около действующего полигона хранения/захоронения ТБО. Действующий полигон выполняет роль буферной емкости в процессе сортировки/переработки ТБО и позволяет сделать процесс непрерывным. ТБО доставляются транспортом на полигон, и с полигона забираются на обработку. Площадка полигона ТБО является дополнительным сортировочным приспособлением, позволяющим



отделить крупногабаритный мусор (далее - КГМ), требующий дополнительных операций по переработке. КГМ после сортировки подвергается измельчению в шредерах или отправляется без измельчения на переработку другими предприятиями (металл).

Общая схема комплекса сортировки ТБО представлена на рис. 1. и 2.

Отходы забираются из насыпи устройством забора, поступают на транспортер, где происходит магнитная сепарация стальных изделий.

Транспортер имеет конструкцию, позволяющую увеличивать его длину за счет подключения дополнительных секций. Затем отходы измельчают и подают в бункер подземной установки гидромеханической сортировки.

На установке гидромеханической сортировки происходит отделение отходов от тяжелых металлов, не поддающихся магнитной сепарации, а также отмывка от органического субстрата. Органический субстрат отделяется от обмывочной воды и направляется на биodeградацию, вода возвращается в оборотный цикл. Предполагается создание нескольких параллельных модулей (постов) гидромеханической сортировки и, соответственно, забора отходов из насыпи. Посты гидромеханической сортировки соединены общими транспортерами тяжелых и легких фракций. Схема поста гидромеханической сортировки представлена на рис. 3.

Тяжелая фракция сортировки (цветные металлы, щебень, песок, стекло) оседает на дно ванны, скапливается внизу наклонной плоскости и забирается шнековым подъемником, затем поступает по транспортеру в печь обжига и плавления, где происходит отделение цветных металлов в виде расплава и прокаливание шлака. При подаче тяжелой фракции на общий транспортер и на самом транспортере происходит отделение от избытка воды и подсушивание. Шлак после печи обжига и плавления поступает на дополнительную обработку в печь пиролиза.

Легкая фракция (целлюлоза, пластик, дерево, пищевые отходы) всплывает в ванне, забирается ковшовым подъемником с сетчатыми ковшами, затем направляется по отдельному транспортеру частично на биodeградацию, частично на высокотемпературный пиролиз. Также как и тяжелая, легкая фракция подсушивается на транспортере.

Остатки от биodeградации также поступают на высокотемпературный пиролиз.

На общих транспортерах происходит подсушивание фракций, а также дополнительная магнитная сепарация.

Печь обжига и плавления представляет собой наклонную вращающуюся барабанную печь, нагрев которой производится электричеством.

Предполагаемая температура в печи 1000°C Приемник печи обжига и плавления представляет собой электрическую плавильную печь непрерывного действия. Печь работает в атмосфере углекислого газа или аргона. На входе и выходе печь оборудована шлюзовыми устройствами для безопасной загрузки продукта и выгрузки шлака и металла, а также системами газо- и пылеулавливания.

Печь пиролиза представляет собой также наклонную вращающуюся барабанную печь, футерованную внутри термостойким материалом. Пиролиз осуществляется за счет встречного нагрева перемещающихся по печи отходов в атмосфере углекислого газа плазменными горелками.

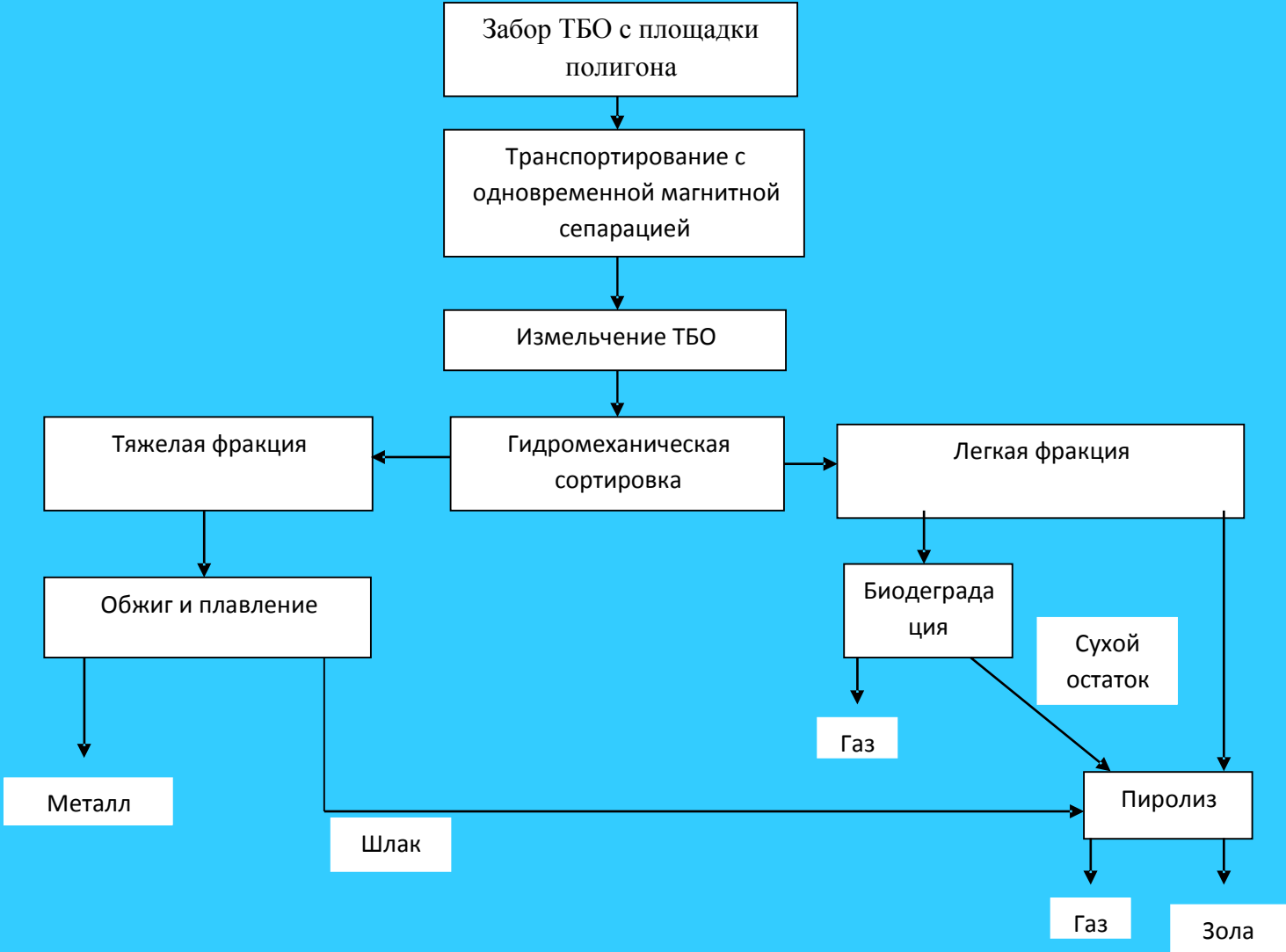
Газообразные и твердые продукты движутся противотоком. Предполагаемая температура в печи 2000°C. На входе и выходе печь оборудована шлюзовыми устройствами для безопасной загрузки продукта и выгрузки минеральных остатков (зола), а также системами газо- и пылеулавливания. Схема печи пиролиза показана на рис. 4.

В процессе пиролиза образуется синтез-газ, который забирается системой отвода газов. Синтез-газ предполагается сжигать в модулях генерации тепловой и электроэнергии.

Углекислый газ от сжигания синтез-газа и переработки отходов улавливается криогенными ловушками. Этот газ используется для преобразования в известняк (мел) отвалов хлористого кальция (отходы производства соды) с последующим использованием полученного мела.

На крышах зданий комплекса предполагается устанавливать ветровые и солнечные генерирующие модули для обеспечения комплекса электроэнергией при ремонте и пусконаладочных работах. В штатном режиме комплекс снабжает себя электроэнергией за счет сжигания синтез-газа.

**Технологическая схема процесса**





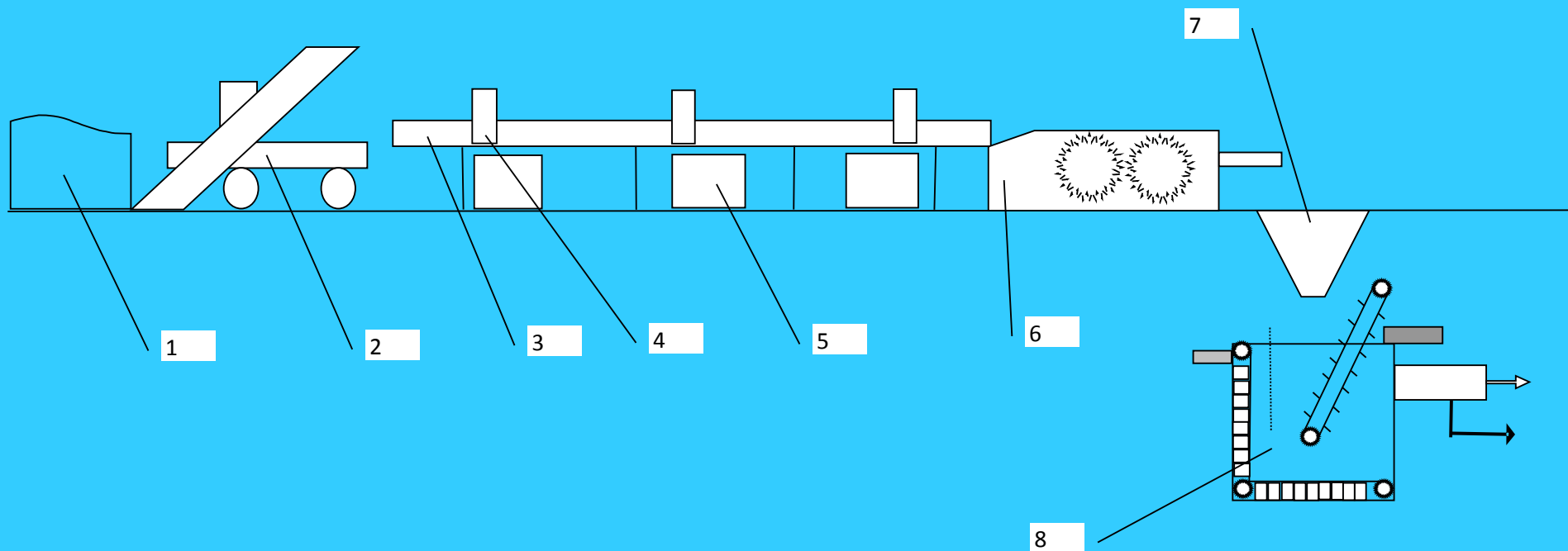


Рис. 1. Общая схема процесса сортировки отходов.

1-насыпь отходов на площадке полигона 2- приспособление забора отходов 3- транспортер 4-устройство магнитной сепарации 5-емкость для стальных отходов 6 модуль измельчения 7-загрузочный бункер 8-устройство для гидромеханической сортировки отходов

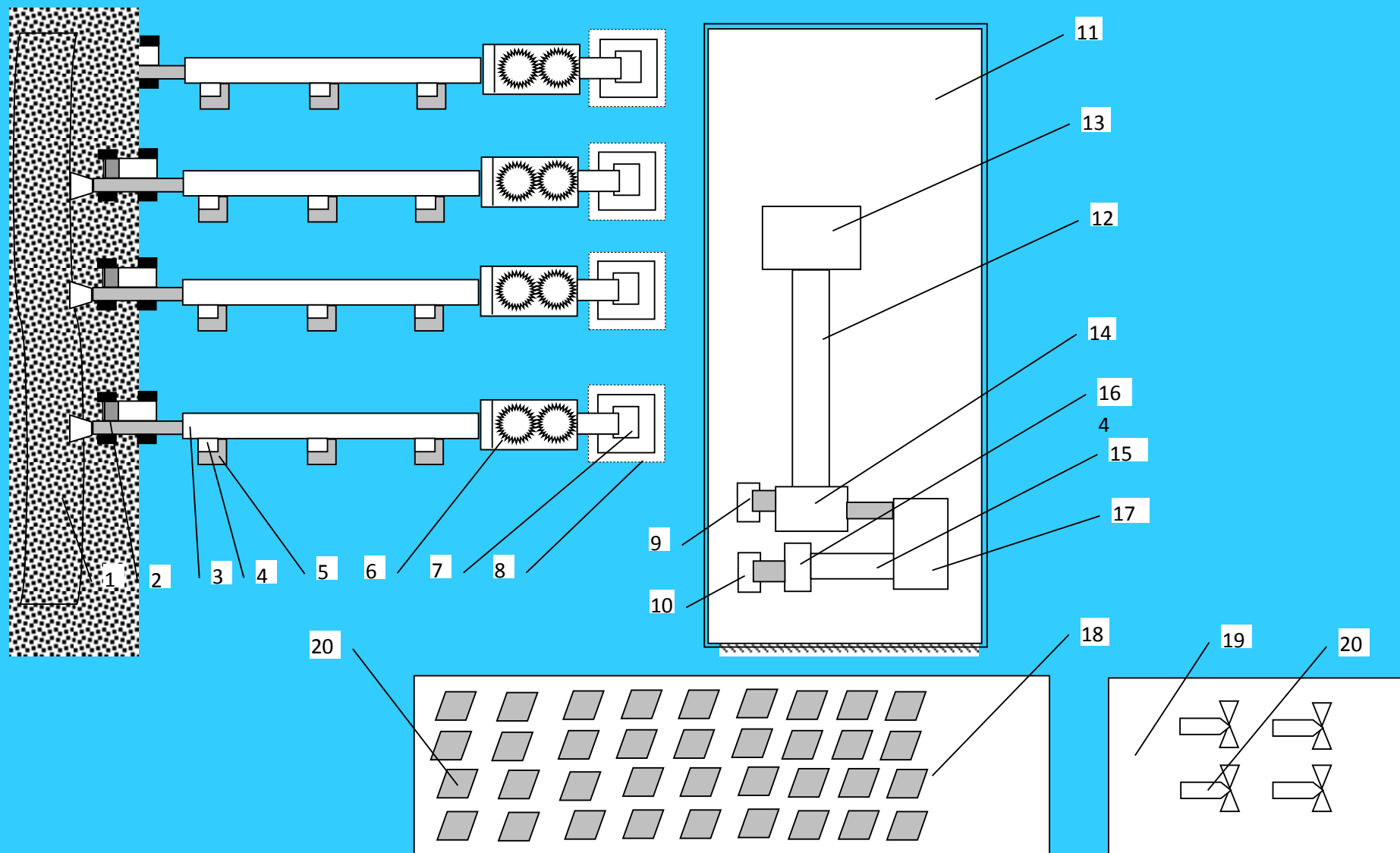


Рис.2. Схема сортировочно-перерабатывающего комплекса вид сверху. 1-насыпь отходов на площадке полигона 2- приспособление забора отходов 3- транспортер 4-устройство магнитной сепарации 5-емкость для стальных отходов 6-модуль измельчения 7-загрузочный бункер 8- подземный пост гидромеханической сортировки, 9-выход транспортера легкой фракции, 10-выход транспортера тяжелой фракции, 11-цех переработки. 12-печь пиролиза, 13-устройство выгрузки золы из печи пиролиза, 14-загрузочное устройство печи пиролиза, 15-печь обжига и плавнения, 16-загрузочное устройство печи обжига и плавнения, 17-устройство для приема металла из печи обжига и плавнения, 18-комплекс биодеструкции, 19-комплекс улавливания, разделения и утилизации газов, 20-солнечный генерирующий модуль, 21-ветровой генерирующий модуль.



Спецификация вторичного сырья, полученного путем переработки отходов нашим способом:

- 1.Резина
- 2.Черный металл
- 3.Цветной металл
4. Драгоценный металл
- 5.Строительные компоненты для ЖБИ
- 6.Синтез-газ
- 7.Почвенный субстрат
- 8.Электроэнергия
- 9.Тепловая энергия
- 10.Углекислый газ
- 11.Известняк

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ТБО и ПО**  
**Действующего мусорного полигона**  
**экологически безопасное производство ( без выброса в атмосферу парниковых газов)**

Оборудуется котельная, работающая на мазуте и располагается на территории, примыкающей к полигону ТБО.

Наша задача:

1. Смонтировать два котла с подачей перегретого пара на 2 турбогенератора мощностью по 6 МВт.  
Охлаждение турбогенераторов осуществляется обратной водой.  
Отработанный пар направляется в систему теплоснабжения.
2. Перенаправить отходящие дымовые газы для использования в печи пиролиза и дальнейшей утилизации. В печи пиролиза происходит процесс плазменной переработки.  
Температура плазмы 2000 °С  
Плазмотроны охлаждаются водой  
Мощность каждого плазмотрона 1 МВт.  
Количество плазмотронов в печи пиролиза 8 шт.  
Из 1 кг переработанной органической массы образуется 2 м<sup>3</sup> синтез-газа.  
Из 1 кг переработанной органической массы получается 2 кВт электроэнергии.  
Дозатор шнековый обеспечивает производительность 50 т/ч и выполняет функцию шлюзового устройства.  
Печь пиролиза монтируется в легком кожухе, в котором поддерживается атмосфера газа СО<sub>2</sub>  
Отходящие газы печи пиролиза поступают в дополнительный пароперегреватель, где их температура снижается с 2000°С до 1500°С.  
Перегретый пар с пароперегревателя идет на турбины.  
Температура перегретого пара от 500°С.  
Затем газы поступают в печь обжига, где отдают теплоту тяжелой фракции и охлаждаются до 750°С.

Далее газы направляются в сушильные печи, где охлаждаются до 300°С.

Лёгкая фракция подается ковшовым элеватором в сушильную печь из ванны гидравлической сортировки

Производительность печи 50 т/ч.

Тяжелая фракция подается шнековым транспортером в сушильную печь из ванны гидравлической сортировки

Производительность печи 50 т/ч.

Данная фракция перерабатывается в строительный композит



Все печи оборудованы уплотнениями барабанов и подающих устройств для создания в них рабочей газовой среды.

Пролоходческий комбайн для вскрытия полигона имеет взрывобезопасное исполнение и оборудован системой отвода свалочного газа с одновременным разбавлением углекислым газом  $\text{CO}_2$  до пожаро- и взрыво- безопасного состояния.

Данный газ по системе газопроводов поступает в котел дожигания общей системы газоходов.

Производительность пролоходческого комбайна 200 т/ч.

Линия сортировки включает в себя станцию контроля радиоактивности, ленточные конвейеры, шредер и дробилки, подвесные и встроенные металлоотделители, ванну гидравлической сортировки.

В печи пиролиза происходит взаимодействие при высоких температурах  $\text{CO}_2$  (углекислого газа) с органическими (углеродсодержащими) веществами с образованием смеси горючих газов ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ), известной под названием синтез-газа (генераторного газа).

Затем синтез-газ дожигается в котле дожигания до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с примесью  $\text{SO}_2$ , при этом температура возрастает до  $1000^\circ\text{C}$ .

Далее продукты дожигания синтез-газа поступают в газоход с системой пароперегревателей и парогенераторов, после чего направляются в котел-утилизатор, на выходе которого имеют температуру  $200^\circ\text{C}$ .

Охлажденные газы поступают в циклон, где очищаются от крупных пылевых частиц, затем в скруббер Вентури с каплеуловителем, где очищаются от кислых газов ( $\text{SO}_2$ ) и паров тяжелых металлов.

На рукавном фильтре происходит тонкая очистка от взвесей тяжелых металлов (медь, железо, цинк, свинец и др.).

После этого газы ( $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ ) поступают на газовую станцию для сжатия, сжижения и разделения.

Мощность газовой станции 25 МВт при полной нагрузке.

$\text{CO}_2$  поступает в криогенное хранилище, откуда направляется на собственные нужды или потребителям.

1. Подвести к горелкам котлоагрегата котельной горючий синтез-газ, получаемый в процессе переработки иловых масс, как запасное топливо.

Газоходы для высокотемпературных газов и печи оборудованы внутренней футеровкой и наружной теплоизоляцией.

Комплекс инновационной переработки оборудуется распределительной подстанцией, пожарной станцией, газовой станцией для сжижения и разделения газов, а также криогенными хранилищами для  $\text{CO}_2$  и азота, градирней и станцией водоочистки, площадкой для складирования обожженного строительного композита, шлака, металлов, РТИ, КГМ.







Твердые бытовые отходы (ТБО) являются основным сырьем. И делятся по составу и плотности на два типа:

1. ТБО не сортированные и не уплотненные с городских свалок.
2. ТБО не сортированные, но уплотненные, смешанные грунтом с территории существующих полигонов.

Мусоровозы попадают на территорию завода через контрольно-пропускной пункт (коридор «въезд»), проходя проверку документов, контрольное взвешивание и первичный контроль радиоактивности.

### **Детекторы радиоактивности:**



### **Технические характеристики: (скорость проноса)**

металлических предметов	от 0.3 до 5 м/с
радиоактивных предметов	от 0 до 1 м/с
напряжение питания, 50 Гц	от 187 до 242 В
потребляемая мощность	не более 60 Вт
габаритные размеры	600 х 1000 х 2250 мм
масса	150 кг

**С зоны разгрузки все автомобили проезжают через моечное отделение, выходной контроль и выезжают через контрольно-пропускной пункт (коридора «выезда»).**

**Вода с моечного отделения поступает на очистные сооружения обеззараживается и возвращается в резервуар оборотной воды.**

**Использование ТБО первого и второго типов на переработку забирается с площадки разгрузки рабочей карты. При этом отделяется крупногабаритный мусор (КГМ), покрышки при помощи экскаватора с мультизахватом. КГМ, покрышки после сортировки подвергаются измельчению в шредерах.**

**Металл отправляется без измельчения на переработку другими предприятиями.**

**Разгрузочная площадка полигона является частью комплекса утилизации отходов и выполняет роль первичного сортировочного модуля. Подача ТБО на ленточные конвейеры осуществляется: с площадки разгрузки – лаповыми погрузчиками КО-206А, СнП-16/17 производительность до 180— 200 м<sup>3</sup> в час, из массива рабочей карты.**

**ТБО второго типа получают из существующих могильников бытовых отходов по средствам использования проходческих комбайнов КПЮ-50 производительностью до 180— 200 м<sup>3</sup> в час**





**ТБО второго типа получают из существующих могильников бытовых отходов по средствам использования проходческих комбайнов КПЮ-50 производительностью до 180—200 м<sup>3</sup> в час**

### **Проходческий комбайн КПЮ-50**



**Габаритные размеры, м:**  
длина           12,9  
ширина по питателю   4,0  
высота по корпусу    1,75  
**Мощность, кВт    250**  
**Напряжение электропитания, В 1140/660**  
**Масса снаряжённого комбайна,   58 т**

**ТБО второго типа (бытовые отходы смешанные с грунтом) перемещается самосвалами через весовую и пункт радиационного контроля в зону разгрузки на рабочую карту.**

**В последствии, ТБО перемещается по средствам ленточных конвейерах «GRIMME TC 80-13» производительностью до 180—200 м<sup>3</sup> в час через магнитные сепараторы для отделения стальных включений.**

**Отделение металлических включений из ТБО происходит по средствам использования мини-конвейеров со встроенными шкивными железоотделителями Серия КСМБ производительностью до 180—200 м<sup>3</sup> в час.**

## Ленточный конвейер



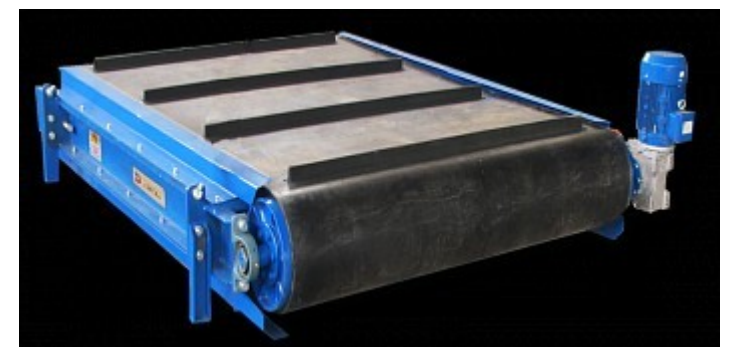
Длина ленточного конвейера может быть увеличена за счет подключения дополнительных секций. Конструкция модулей ленточного конвейера предусматривает возможность их перемещения и подключения к источнику электроэнергии.

На ленточных конвейерах «GRIMME TC 80-13» производительностью до 180— 200 м<sup>3</sup> в час происходит магнитная сепарация стальных включений на железо отделителях:

Мини-конвейеры со встроенными шкивными железо отделителями Серия КСМБ производительностью до 180— 200 м<sup>3</sup> в час.

## Подвесные железо отделители (автомат) Серия СМПА:

Серия	Скорость движения ЛК, до м/с.	Вес извлекаемого металла, до кг.	Высота установки ЖО, до мм.	Фракция сепарируемого материала, до мм.
С автоматической очисткой				
СМПА-ТМ	3	50	450	350





## Цех сортировки ТБО (Линия сортировки ТБО)



Перемещаясь по транспортерным лентам ТБО проходит радиационный контроль с помощью дозиметров серии ИМД 21 СБ.

При обнаружении радиоактивных предметов происходит отделение таких предметов и складирование в специальные контейнеры на специально оборудованной площадке. В последствии такие отходы передаются специализированной организации (НПО «Радон») для утилизации.



**С ленточных транспортеров ТБО поступают в дробилку «шредер»**



Показатели	Дроб. Шред.
Размеры валков, мм:	
диаметр	1500
длина	1200
Производительность, т/ч, не менее	225
Размер загружаемого материала, мм, не более	600×600×900
Размер исходного материала, мм, не более	100
Мощность электродвигателей, кВт, не более	150
Размеры, мм:	
длина	5210
ширина	6200
высота	2100
Масса дробилки без электродвигателей, т, не более	37,0

**В дробилке происходит измельчение ТБО до размеров частиц не более 50 мм. После дробилки ТБО поступают в бункер-накопитель, затем в ванну гидромеханической сортировки.**



## Ванна гидромеханической сортировки.



В бункере происходит разделение на 3 фракции:

1. легкую (органика),
2. тяжелую (камень, песок, стекло, металлы).
3. смывы (отфильтрованные из технологической воды).

## Технические характеристики Ванны гидром.сорт.:

Элеватор ковшовый обезвоживающий	ЭО10С
Максимальная производительность, т/ч, при скорости движения ковшей:	
0,17 м/с	220
0,25 м/с	324
Ковш:	
ширина, мм	1000
шаг, мм	400
вместимость, м3	0,1
Длина транспортирования (расстояние между осями приводного вала и обводного устройства), м	25
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	55
Масса, кг	40000

Легкая фракция, всплывшая в ванне гидромеханической сортировки, забирается обезвоживающим элеватором ЭО10С, с которого поступает на транспортер легкой фракции.

### **Вертикальный шнековый элеватор:**



Тяжелая фракция, оседающая в ванне на дно и собирающаяся в приемке на дне ванны, забирается оттуда вертикальным шнековым элеватором, с которого поступает на транспортер тяжелой фракции.

Вода в ванне циркулирует через внешний контур, где подвергается очистке на фильтре непрерывного действия. Смывы могут быть направлены на биodeградацию или вместе с легкой фракцией на пиролиз. Часть отходов подвергается биodeградации с получением горючего газа и почвенного субстрата.

Смешению фракций в ванне препятствует разделительная сетка. Частичное удаление избыточной воды происходит также на транспортерах легкой и тяжелой фракций. Легкая и тяжелая фракции по отдельным транспортерам производительностью до 180— 200 м<sup>3</sup> в час.

### **Элеватор ковшовый**



Лёгкая фракция из объема ванны гидравлической сортировки забирается ковшовым элеватором



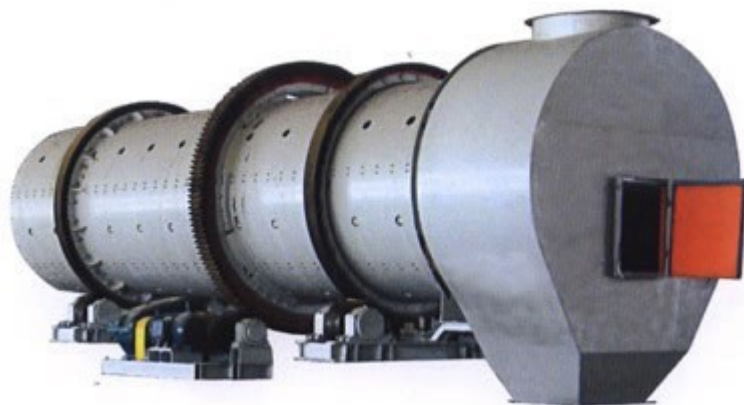
## **Очистные сооружения (БИОКС):**

**Вода, используемая для гидравлической сортировки ТБО, проходит через очистные сооружения.**



**Очистные сооружения применяются  
для недопущения загрязнения  
окружающей среды, используемая вода  
оборотного цикла.**

## Печи обжига и плавления, пиролиза, сушки ТБО:



В печи обжига-плавления из тяжелой фракции при температурах от 400 до 1100°C отделяются металлы, разделенные на фракции по температурам плавления, и отправляются на дальнейшую переработку, а плавеный шлак – используется также на производство стройматериалов. Производительность печи по тяжелой фракции до 50 т/ч.

В печи пиролиза легкая фракция под воздействием рабочей среды (углекислого газа) при температуре 2000 °C превращается в генераторный газ и расплавленный Зольный остаток.

Производительность печи пиролиза 50 т/ч.

В печах сушки диапазон температур от 150 до 600 °C





**Для запуска Комплекса необходим котел – парогенератор, работающий на газе и/или мазуте, выдающий перегретый пар, который поступает на пусковой турбогенератор мощностью 8 МВт.**



**Технические характеристики  
(котла парогенератора):**

Тип генератор а	Мощность		Напряжени е, кВ	Коэф-т мощности	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, т
	МВА	МВт					
ТПС-8- 2У3	10	8	6,3; 10,5	0,8	3000	97,5	23,5
ТПС-12- 2У3	15	12	6,3; 10,5	0,8	3000	97,7	28,2

Пусковой турбогенератор ТПС-8-2УЗ находится в общем зале турбогенераторов энергоблока.

Также в общем зале находятся 6 турбогенераторов ТПС-12-2УЗ.

Мощность, необходимая для запуска комплекса ТБО, составляет 6 МВт.

Для получения данной мощности необходимо газа-0,5 м<sup>3</sup>/с, мазута- 0,5кг/с.

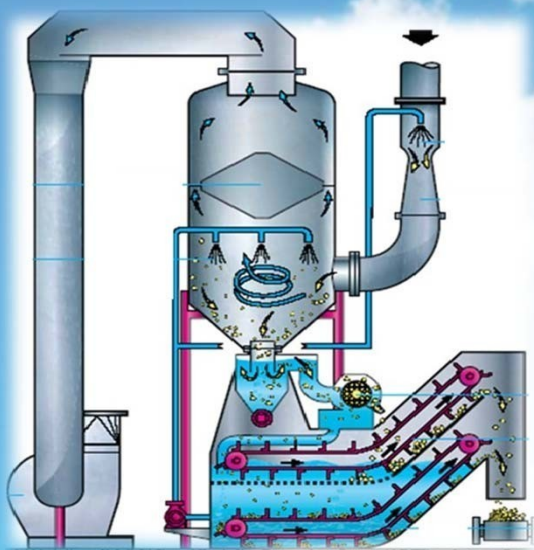
После запуска комплекса (линии сортировки и печей пиролиза и обжига-плавления) отходящие горячие газы поступают в газоход с пароперегревателями и испарителями, затем в котлы-утилизаторы П-86-1 для получения тепловой энергии как энергии перегретого пара. Перегретый пар поступает в энергоблок с турбогенераторами, в том числе пусковым турбогенератором. Вода химически очищенная поступает противотоком (сначала в котел-утилизатор, затем в систему испарителей и пароперегревателей

**Технические характеристики (котла парогенератора):**

Тип генератора	Мощность		Напряжение, кВ	Коэф-т мощности	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, т
	МВА	МВт					
ТПС-8-2УЗ	10	8	6,3; 10,5	0,8	3000	97,5	23,5
ТПС-12-2УЗ	15	12	6,3; 10,5	0,8	3000	97,7	28,2



### Скруббер Вентури:



Далее газ очищается от грубых механических примесей ( $\geq 20$  мкм) на батарейном циклоне.

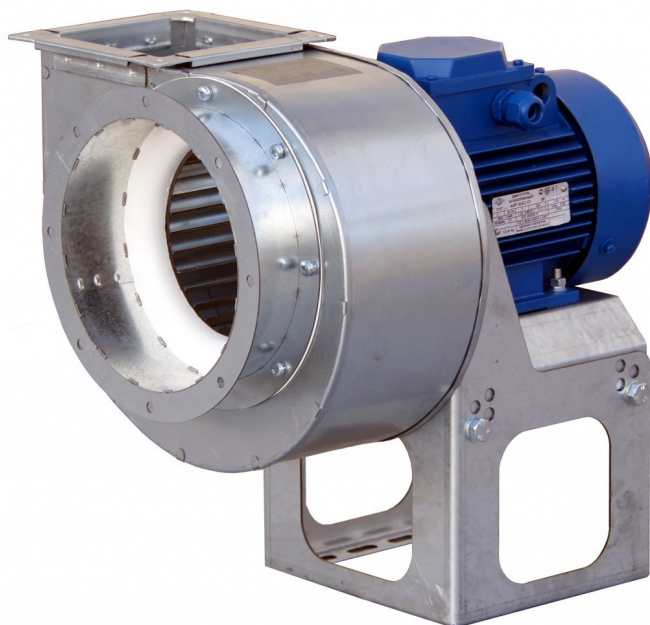
Подготовленная химически очищенная вода используется для очистки газа и подается в скруббер Вентури.



От кислых газов – на скруббере Вентури с каплеуловителем происходит дальнейшая очистка газов. Уловленные кислые газы ( $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$  и др.) в виде водного раствора отправляются на дальнейшую переработку для выделения технических кислот. Тонкая очистка газа от механических примесей ( $\leq 10$  мкм) осуществляется на рукавном фильтре ФРО



Перемещение отходящих газов осуществляется с помощью дымососов серии ДН.



**Технические характеристики:  
(дымососов)**

Тип	Мощность эл.дв., кВт	Частота вращ., об/мин	Марка эл. дв.	Производительность, тыс. м3/час	Полное давление, Па	Масса (*без эл.дв.), кг
ДН-			ДАЗО-13-			
24x2- 0,62 ГМ	630	740	70—1	381	3910	15700*

## Углекислотная станция

После рукавного фильтра и дымососа газы поступают на газовую станцию, где осуществляется их сжатие, сжижение и криогенное разделение CO и CO<sub>2</sub> на ректификационной колонне.





## Газохранилища

Разделенные газы накапливаются в криохранилищах для дальнейшего использования. СО - на сжигание в котлах-парогенераторах или на переработку (в ГСМ), СО<sub>2</sub> – на собственные нужды (в печах, тепличном хозяйстве) и для заправки баллонов.



**Технические характеристики:  
(газоохранилища)**

Тип резервуара	Вместимость, м3	Рабочее давление МПа	Тип изоляции	Масса порожнего резервуара, кг
РЦВ-63/16	66,3	1,6	ЭВИ	23000

## Система водоснабжения (оборотная) :



Система состоит из внешнего водозабора, системы водоподготовки, очистки отработанной воды, системы конденсации отработанного пара и водо-охладителей. Охлаждение воды до рабочей температуры осуществляется в градирнях.

Параметры	Ед.изм.	БМГ-800
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	44
Диапазон гидравлических нагрузок	м <sup>3</sup> /час	320-1000
Гидравлическая нагрузка расчетная	м <sup>3</sup> /час	Индивидуальный расчет по исходным данным от «Заказчика»
Тепловая нагрузка, не менее	Мкал/час	По расчету
Температурная зона охлаждения	°С	По расчету
Максимальная температура воды на входе, не более	°С	65
Капельный унос воды, не более	%	0,003
Давление воды на входе, не менее	м.вод.ст.	7
Диаметр трубопроводов на входе	мм	Расчетный по гидравлической нагрузке
Диаметр трубопровода на выходе из бассейна	мм	Расчетный по гидравлической нагрузке
Количество форсунок	шт.	По расчету
Объем водосборной ванны рабочий	-	-
Объем водосборных щитов	л	-
Количество вентиляторов	шт.	1
Диаметр вентилятора	мм	4980
Количество лопастей	шт.	4÷6
Мощность электродвигателя(по расчету)	кВт	22÷55
Напряжение/частота питания	В/Гц	380/50
Степень защиты электрооборудования, не ниже		IP54
Уровень шума на расстоянии 10 м, не более	ДБ	80
Габаритные размеры (длина, ширина, высота)	мм	6740x6740x7260
Масса рабочая	кг	21980
Устройство мягкого пуска, 2х скоростной режим, контроль, сушка изоляции	шт	Опционально
Частотный преобразователь(регулирование температуры, антиобледенение)	шт	Опционально
Устройство реверса(антиобледенение)	шт	Опционально
Термопреобразователь	шт	Опционально

**Отработанный пар после турбогенераторов используется для обогрева тепличного комплекса обогрев бытовых и технических помещений.**

