

## **Приложение А14. Планируемые технологические решения для вновь вводимых объектов**

### **Направления развития системы организации и осуществления деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов**

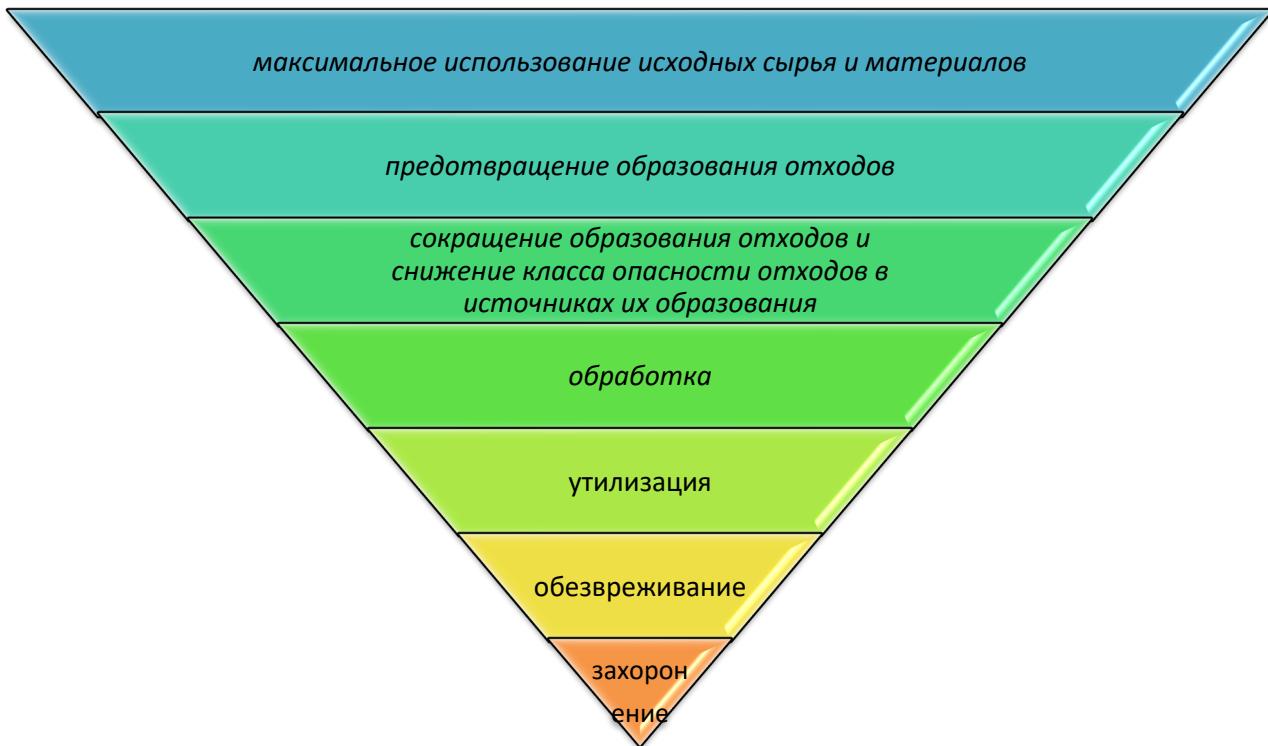
#### **1. Критерии выбора перспективных технологий**

Российское законодательство, в том числе природоохранное, в настоящее время гармонизируется в соответствии с концепцией устойчивого развития. Следовательно, система управления отходами также должна строиться на принципах устойчивого развития.

Однако реализация принципов, заложенных в европейскую концепцию управления отходами, лимитируется уровнем компетенции региональных властей. Так, если рассматривать иерархию управления отходами, то опции «предотвращение» и «снижение» количества образующихся отходов (из иерархии обращения с отходами), «ответственность производителя», «принцип предосторожности» требуют федерального регулирования. Другие опции и принципы имеют отражение в российском законодательстве, поэтому на региональном уровне ими следует руководствоваться при установлении целей управления отходами, принятии технических решений и разработке инструментов, стимулирующих эффективное обращение с отходами.

Таким образом, принимая во внимание современные тенденции в области обращения с отходами и уровень компетенции региональной власти, можно заключить, что при разработке критериев выбора перспективных технологий по обращению с отходами необходимо основываться на следующих принципах:

- принцип «загрязнитель платит» (ст.23 ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления»);
- принцип ответственности производителя (ст.24.1, ст.24.2, ст.24.5 ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления»);
- принцип экологической безопасности;
- принцип близости (в Российском законодательстве декларирован близкий по значению принцип «эколого-экономической эффективности»).
- принцип приоритетности обращения с отходами в соответствии с п.2 ст.3 ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления».



Данные принципы следует дополнить направлениями реализации принципов в соответствии с требованиями законодательства.

- выбор технологий не должен противоречить принципам эколого-экономической эффективности (или принципам использования наилучших доступных технологий при обращении с отходами);
- технологии по обращению с отходами должны применяться комплексно (с учетом местных условий) для обеспечения максимального эколого-экономического эффекта;
- на всех этапах обращения с отходами должны соблюдаться требования действующего законодательства РФ;
- внедрение технологий обращения с отходами должно подкрепляться комплексом административных, экономических и экологических инструментов;
- максимальное вовлечение заинтересованных сторон в процесс принятия решений по управлению отходами;
- максимальное использование социальных инструментов для информирования и вовлечения населения и иных поставщиков отходов в деятельность по экологически безопасному обращению с отходами;
- построение прозрачной иерархической структуры управления системой санитарной очистки. Обеспечение эффективной координации усилий между участниками системы обращения с отходами с целью принятия грамотных управленческих решений;
- увеличение доли участия частного капитала в системе обращения с отходами;
- внедрение эффективной системы мониторинга и контроля за обращением с отходами;
- обновление и регулирование существующей системы нормативно-правовых актов, направленных на создание новых систем обращения с отходами и поддержки принципов платности любой деятельности, связанной с загрязнением окружающей среды.

С учетом принятых концептуальных подходов построения системы обращения с отходами производства и потребления на территории области и принятой модели развития можно сформулировать основные принципы построения технологической схемы обращения с отходами:

- максимальное использование ресурсного потенциала отходов. Данный принцип предполагает построение системы обращения с отходами, направленной на извлечение максимального количества вторичного сырья за счет внедрения раздельного сбора (накопления), механобиологической и энергетической утилизации отходов перед окончательным захоронением.
- минимизация количества отходов, направляемых на захоронение, с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду объектов размещения отходов может быть достигнута за счет отбора утильных фракций в виде вторичного сырья.
- снижение токсичности отходов, направляемых на захоронение, за счет: извлечения токсичных отходов на стадии накопления и сбора. Основным требованием к захоронению отходов должен стать принцип исключения захоронения отходов, обладающих ресурсным потенциалом.
- укрупнение объектов утилизации отходов и уменьшение общего числа объектов с целью повышения экономической эффективности инвестиций в развитие отрасли, строительства более совершенных объектов и минимизации негативного воздействия.
- внедрение современных технологий переработки отходов потребует значительных инвестиций. С целью снижения нагрузки на бюджеты различных уровней развитие системы обращения с отходами должно быть основано на максимальном вовлечении частных инвесторов в систему обращения с отходами. При этом бюджетные ассигнования в развитие объектов санитарной очистки должны выделяться для решения проблем обращения с «коммерчески непривлекательными» видами и образователями отходов.

## **2. Технико-экономическая характеристика технологий и оборудования по обработке, утилизации, обезвреживанию и размещению ТКО**

### **2.1. Объекты мусоросортировки**

Сортировка отходов позволяет выделить вторичные материальные ресурсы для переработки, сокращает затраты на вывоз отходов на место их захоронения, а также продлевает срок эксплуатации полигона.

Состав типового мусоросортировочного комплекса:

- Конвейер цепной подающий из приемка на платформу;
- Конвейер ленточный сортировочный;
- Конвейер цепной подающий отсортированное ТКО в пресс;
- Конвейер ленточный для удаления «хвостов» реверсивный;
- Сортировочная платформа;
- Пресс для вторичного сырья;
- Пресс для отходов;
- Сепаратор магнитный;
- Грохоты или вибрационные сепараторы;
- Система АСУ со шкафами управления.

Описание состава оборудования и технологических процессов типового мусоросортировочного комплекса:

#### 1.1. Подавающий конвейер с приемком

Необходим для подачи ТКО на сортировочную линию.

На промышленную бетонную площадку под навесом твердые коммунальные отходы доставляются мусоровозами. Поступающие отходы разгружают на бетонные полы площадки

приема мусора (ТКО). Крупногабаритные предметы выбираются из ТКО и перевозятся или переносятся на площадку работы с КГМ. Остальные ТКО экскаватором или погрузчиком сдвигаются в приемок подающего конвейера. Цепной подающий конвейер необходим для подъема отходов на сортировочную площадку.

### 1.2. Сортировочная платформа

Конструкционный элемент, необходимый для большей эффективности в плане количественного и качественного сбора полезных фракций из потока ТКО.

### 1.3. Сортировочный конвейер

Конвейер предназначен для работы операторов по сортировке ТКО. Оператор при выделении полезной фракции сбрасывает её в бункер вниз. Вдоль сортировочного конвейера расположены посты (рабочие места) с люками. С каждой стороны конвейера располагается установленное количество постов. Количество человек, обслуживающих линию сортировки, также зависит от количества постов. Часть выделенных компонентов (макулатура, ПЭТФ, пластмасса высокого и низкого давления и т.д.) через люки поступает в накопительные отделения, и попадают в передвижные контейнеры или на бетонное основание. Мусоросортировочный комплекс может комплектоваться сортировочной кабиной для более комфортной работы персонала комплекса. Сортировочный ленточный конвейер установлен на платформе для сортировки и предназначен для транспортировки ТКО и для ручной разборки. В сортировочной кабине с двух сторон сортировочного ленточного конвейера организованы посты ручного отбора вторичного сырья. Из ТКО последовательно отбираются бумага, картон, текстиль, пленка, пластиковые бутылки, цветной металлом, стекло и др. Стекло и цветной металлом сбрасываются через люки в стоящие на полу контейнеры. Бумага, картон, текстиль, пленка и пластиковые бутылки сбрасываются через люки в бункеры или на бетонное основание и по мере наполнения перемещаются к цепному, подающему в пресс, конвейеру. Возможен вариант автоматизированной подачи полезной фракции.

### 1.4. Реверсивный ленточный конвейер

Оставшиеся после выбора ценных компонентов отходы (хвосты сортировки) способом перегрузки поступают на реверсивный конвейер, а затем в открытые контейнеры, либо в пресс компакторы, расположенные под конвейерной лентой с правой и с левой сторон конвейера, либо в специальный горизонтальный пресс. Использование горизонтальных прессов позволяет продлевать срок службы полигона. Подача материала производится в левую или в правую сторону, что обеспечивает безостановочную работу комплекса.

### 1.5. Конвейер для полезной фракции, подающий в пресс

Отсортированные полезные фракции из-под сортировочной платформы при помощи ковшового тракторасыпаются в приемок подающего конвейера. Последний, в свою очередь, осуществляет подачу материала в загрузочное окно пресса для прессования вторсырья.

### 1.6. Пресс для ТКО

Стационарные прессы предназначены для снижения объема вывозимых с сортировки «хвостов».

### 1.7. Пресс для вторичного сырья

Пресс для вторичного сырья позволяет делать брикеты весом до 1 000 кг. Вторичное сырье: картон, пленка, бутылки ПЭТ, мешковина и т.д. брикетируются для последующей загрузки в автотранспорт и продажи. Пресс необходим для прессования вторичного сырья. Автоматический пресс применяется для сырья, образование которого происходит постоянно небольшими количествами, т. е. требуется накопления отходов для прессования его в тюк. Прессование является необходимым условием для возможности перевозки и продажи вторичных материальных ресурсов.

Дополнительные элементы мусоросортировочного комплекса:

#### 1.8. Вибрационный сепаратор или грохот

Используется для фильтрации мелких фракций ТКО: земля, пыль и т.д. Устанавливается перед сортировочным конвейером для повышения эффективности сортировки ТКО. Если прибывающий мусор или отходы содержат много грунта – например, привезённый со свалок, - вибрационный сепаратор или грохот является необходимым для эффективной сортировки ТКО.

#### 1.9. Перфоратор ПЭТ-тары

Используется для прокалывания ПЭТ-тары с целью подготовки её к прессованию. Большинство ПЭТ-тары приходит закрытой, поэтому в ней остаётся воздух, и при прессовании эта тара будет занимать дополнительный объём, что уменьшит плотность спрессованной кипы и, соответственно, её ценность, а также увеличит расходы на транспортирование.

#### 1.10. Разрыватель пакетов

Устройство предназначено для открывания мусорных пакетов, в которых приходит до 2/3 коммунальных отходов, что позволяет произвести сортировку его содержимого.

#### 1.11. Шредер

Используется для измельчения ТКО. Позволяет измельчить фракции ТКО, чтобы в дальнейшем спрессовать их в более плотные кипы. Размер измельчённой фракции может устанавливаться в зависимости от потребностей. Часто устанавливается на участке работы с крупногабаритными отходами.

#### 1.12. Магнитный сепаратор

Используется для автоматического отбора магнитных материалов - стали. В том месте, где устанавливается магнитный сепаратор, секция конвейера обязательно выполняется из немагнитной стали.

#### 1.13. Вихревой сепаратор

Используется для автоматического отбора немагнитных металлов: медь, алюминий и т.д.

#### 1.14. Оптические сепараторы

Используются в автоматических мусоросортировочных комплексах для увеличения процента отбора полезной фракции и уменьшения зависимости сортировочного комплекса от человеческого ресурса.

#### 1.15. Баллистические сепараторы

Используются для автоматического разделения 3D (легкая упаковка, бутылки, жестяные банки, консервные банки) от 2D (бумага, картон и пленка) фракции. При этом материалы мелких фракций, остатки органических продуктов и мелкие неподходящие материалы (камни, песок и т.д.) отсеиваются через отверстия продольных лопастей и собираются в нижней части.

#### 1.16. Сепараторы легкой и тяжелой фракции

Используются для автоматического разделения легкой и тяжелой фракции в мусоросортировочных комплексах.

#### 1.17. Упаковочные машины для ТКО

Используются для придания брикетированным «хвостам» эстетического вида. Также это позволяет использовать «хвосты» для перевозки или переработки в будущем.

#### 1.18. Вертикальные прессы

Используются как альтернатива горизонтальным прессам на маленьких мусоросортировочных комплексах для брикетирования вторичного сырья.

#### 1.19. Пресс-компакторы

Стационарные прессы предназначены для снижения объема вывозимых с сортировки «хвостов». Пресс-компактор спрессовывает материал в присоединяемый закрытый контейнер, который периодически необходимо менять при его заполнении.

### **2.2. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов**

Полигон – это комплекс природоохранных сооружений, предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения отходов, предотвращающих попадание вредных веществ в окружающую среду, загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующих распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Массив отходов полигона ограничен системами инженерных сооружений: верхним окончательным покрытием и противофильтрационным экраном для управления эмиссией полигона – сокращения неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

Основными факторами риска причинения вреда окружающей среде полигонами ТКО являются:

- выброс свалочных газов в атмосферный воздух;
- выброс токсичных веществ в случаях возгорания отходов;
- загрязнение гидрогеологической среды токсичным фильтратом;
- загрязнение поверхностных вод объектов поверхностным стоком и разгрузкой загрязненного подземного стока;
- засорение и загрязнение легкими фракциями ТКО прилегающих территорий.

Свалочный газ образуется в ходе биохимических процессов разложения органических составляющих отходов в теле полигона. Возникающие газы и пары образуют влажную газовую смесь переменного состава. Основными составляющими этой смеси являются метан CH<sub>4</sub>, диоксид углерода CO<sub>2</sub>.

Из-за своих основных составляющих, а также наличия других опасных компонентов, эмиссия свалочного газа может оказывать вредное влияние на окружающую среду в виде:

- опасности взрыва, горения, задымления;
- помехи рекультивации полигона;
- распространения соответствующего запаха;
- выделения токсичных или опасных для здоровья составляющих;
- выбросов парниковых газов.

Исходя из этого, газы должны быть собраны и утилизированы.

Возникновение свалочного газа происходит в пяти фазах, сокращение образования – в четырех. Перечень фаз приведён в таблице.

Таблица. Фазы образования свалочного газа

Фаза	Название	Процесс
I	Оксидирование (аэробная фаза)	Образование свалочного газа
II	Кислое брожение	
III	Нестабильное брожение метана	
IV	Стабильная метановая фаза	
V	Метаногенная долгосрочная фаза	
VI	Фаза поступления воздуха	Уменьшение образования
VII	Фаза оксидирования метана	
VIII	Фаза двуокиси углерода	
IX	Воздушная фаза	

В связи с длительностью процесса биохимической деградации ТКО происходит местное наложение различных фаз. До строительства системы сбора и обработки свалочного газа необходимо провести тщательные и комплексные исследования, включающие полный анализ состава свалочного газа.

Отвод газа с полигона в первую очередь должен вестись за счет откачки из вертикальных скважин (колодцев), что дает возможность отвода газа с больших площадей различных участков полигона. В связи с проседанием и оседанием тела полигона вследствие уплотнения и массового уменьшения объема в ходе биологических процессов разложения, функциональная работа горизонтального дренажа подвергается большому риску, и такой дренаж следует использовать в исключительных случаях. Каждый вертикальный колодец с помощью задвижки регулируется отдельно и связан откачивающей трубой с собирающей траверсой регулирующей газовой станции. Газ из скважин поступает в собирающий газопровод, а из него в виде смешанного газа подается к факельному блоку или на блочную ТЭС.

Сборные коллекторы располагают согласно требованиям производственной безопасности в закрытых регулирующих газовых станциях (в первую очередь, защита от мороза в зимнее время). Откачка и утилизация свалочного газа происходит через станцию откачки с помощью интегрированного высокотемпературного факела.

В мировой практике используются различные технологии сбора и использования свалочных газов. В последнее время широкое распространение получили станции активной дегазации и использование гибких труб из пластика.

Несмотря на то, что извлечение свалочного газа связано с уменьшением объема размещенных отходов и экономией эксплуатационного ресурса полигонов ТКО, инвестиционная привлекательность применения технологий утилизации свалочных газов находится в прямой зависимости от обеспеченности традиционными ископаемыми источниками энергии.

Основными факторами, влияющими на загрязнение подземных водоносных горизонтов в результате размещения отходов на полигонах ТКО, являются:

- состав и свойства размещаемых отходов, в связи с чем при реализации территориальной схемы необходимо обеспечить реализацию раздельного накопления и сбора ТКО, особенно в части извлечения опасных отходов;
- свойства грунтов, подстилающих технологические карты для размещения ТКО и определяющие их способность выполнять функции физического и геохимического барьера;
- наличие подстилающего гидрозащитного экрана из синтетической геомембраны, системы сбора и очистки фильтрата.

Применительно к размещению ТКО наилучшими доступными технологиями, рекомендуемыми для применения, следует считать технологии захоронения предварительно сортированных ТКО на полигонах, имеющих гидроизолирующий экран, систему сбора и очистки токсичного фильтрата, систему сбора и использования свалочных газов, участок компостирования, оборудование по размещению на полигоне с высокой степенью уплотнения катками-компакторами.

### **2.3. Технологии утилизации твердых коммунальных отходов**

Отсортированные вторичные материальные ресурсы могут перерабатываться на площадках, создаваемых на базе планируемых к строительству объектов (полигон ТКО + объект сортировки).

#### **2.3.1. Переработка пластмасс**

Учитывая высокую долю пластика в ТКО и его высокую устойчивость к биодеградации, необходимо оборудовать мощности для переработки пластмасс. Методы переработки пластмасс:

- формование из полимеров, находящихся в вязко-текучем состоянии – литье под давлением, экструзия, прессование, спекание и др.;
- формование из полимеров, находящихся в высокоэластическом состоянии, обычно с использованием листов или пленочных заготовок (вакуумформование, пневмоформование, горячая штамповка и др.);
- формование из полимеров, находящихся в твердом (кристаллическом или стеклообразном) состоянии, основанное на способности таких полимеров проявлять высокую эластичность (штамповка при комнатной температуре, прокатка и др.);
- формование с использованием растворов и дисперсий полимеров (получение пленок методом полива, формование изделий окунанием формы, ротационное формование пластизолей).

Предварительная подготовка отходов пластика к дальнейшему использованию осуществляется методами холодного и горячего гранулирования.

#### **2.3.2. Объекты биотермической переработки ТКО (компостирование)**

Компостирование отходов может осуществляться несколькими способами, которые отличаются:

- уровнем механизации (площадки компостирования, биотермические барабаны, тоннели и т. п.);
- условиями и сроками проведения процесса (от нескольких недель до 2-х лет);
- качеством компста (предварительная очистка от балластных компонентов или грохочение готового компста).

Методы биотермической переработки:

*1. Аэробное компостирование на площадках (с механическим перемешиванием или с использованием принудительной аэрации)*

Процесс осуществляется в штабелях на обвалованных асфальтобетонных или бетонных площадках с использованием средств механизации. Из предварительно обработанных ТКО формируются штабеля, в которых происходят процессы аэробного биотермического компостирования. Высота штабелей зависит от метода аэрации материала и при использовании принудительной аэрации может превышать 2,5 м. Ширина штабеля поверху не менее 2 м, длина – 10–50 м, угол заложения откосов равен 45°. Между штабелями оставляют проезды шириной 3–6 м.

В свою очередь, в категории «аэробное компостирование на площадках» по способу аэрации субстрата выделяются следующие подкатегории:

- компстные ряды (бурты), перемешиваемые механически (для обеспечения доступа кислорода);

Плюсы:

- издержки минимальны по сравнению с другими технологиями. Ориентировочная стоимость изготовления 1 тонны компста составляет 1200-3000 рублей;

- в случае внепланового увеличения поступившего сырья, ряды могут быть увеличены.

Минусы:

- невозможность переработки большого количества пищевых отходов (богатых азотом), требуется большое количество материала, богатого углеродом (например, листва, ветки);

- могут образовываться анаэробные участки в рядах из-за сложности прохода кислорода, что ведет к проблемам с запахом от базы компостирования и выделению метана в атмосферу;

- проблемы с запахом от компостной базы, в случае нарушения технологии;

- атмосферные осадки приводят к вымыванию ценных веществ из материала, загрязняют компост и нарушают процесс разложения вещества.

- аэрируемые компстные ряды (бурты) (подача кислорода через трубы внутри ряда);

Плюсы:

- позволяет перерабатывать большие объемы пищевых отходов, чем первый вид компостирования;

Минусы:

- дороже, чем первый тип компостирования. Ориентировочная стоимость изготовления 1 тонны компста составляет 2000-4500 рублей.

- аэрируемые ряды (бурты) с синтетическим накрытием (для поддержания необходимого уровня влажности и стабилизации температуры).

Плюсы:

- отсутствие проблем с контролем запаха с компостной базы;

- сравнительно простой контроль за уровнем влажности.

Минусы:

- дороже, чем первый и второй типы рядкового компостирования. Ориентировочная стоимость изготовления 1 тонны компоста составляет 4000-5000 рублей.

## 2. Аэробное компостирование в закрытых реакторах.

Материал загружается постепенно в реактор, внутри которого осуществляется перемешивание материала и постоянная подача кислорода. При этом идет строгий контроль за уровнем влажности и кислорода. В случае необходимости материал увлажняется.

Применяется в условиях ограниченности земельных ресурсов. Аэрация (снабжение кислородом) осуществляется с помощью подачи горячего воздуха. Отсеки обычно имеют размеры 2м в основании и 8м в высоту.

Плюсы:

- сравнительно быстрый процесс компостирования;
- не требует большой территории;
- возможность перерабатывать большее количество пищевых отходов, чем при рядковом компостировании;
- отсутствие проблем с контролем запаха;
- хорошая аэрация процесса (не допускается образование анаэробных участков).

Минусы:

- дороже, чем рядковое компостирование. Ориентировочная стоимость изготовления 1 тонны компоста составляет 6000-7000 рублей.

По окончании активной стадии любого из приведенных видов компостирования, начинается стадия вызревания, которая длится 3-6 недель. Далее материал просеивается для удаления посторонних элементов (пластик, стекло и т.д.).

Применяют две принципиальные схемы аэробного компостирования: с предварительным дроблением ТКО и без предварительного дробления. В первом случае для измельчения ТКО используют специальные дробилки, во втором — измельчение (менее эффективное) происходит за счет многократного перелопачивания компостируемого материала. Неизмельченные фракции отделяют на контрольном грохоте. Установки компостирования, оснащенные дробилками для предварительного измельчения ТКО, обеспечивают больший выход компоста и дают меньше отходов производства.

## 3.Анаэробное компостирование (в условиях отсутствия (или минимального присутствия) кислорода).

Получаемый продукт: сухой дигестат, жидкая фракция, биогаз (состоящий из метана на 60-70%), углекислого газа (30-40%) и других элементов в минимальном количестве. При отделении метана от других элементов, он может быть использован для генерации электроэнергии, тепла или продан как топливо для автомобилей.

Анаэробный дигестат (сухая часть вещества, прошедшего переработку) производится с помощью отжима субстанции. Жидкая фракция может быть использована для стабилизации влажности следующих циклов переработки или как жидкое удобрение. Сухой дигестат может быть использован далее для создания компоста (необходим этап любого аэробного компостирования).

Плюсы:

- производство биогаза из отходов;
- минимизация утечки метана в атмосферу;
- хорошо справляется с патогенными веществами;
- нет необходимости в большой территории (для реактора достаточно 12-24 м<sup>2</sup>), без учета территории для пост-компостирования дигестата.

**Минусы:**

- дорого по сравнению с другими вариантами создания компоста (7000-11000 руб/тн);
- не гибкая система в отношении изменения объема материала;
- требуется очень строгий контроль запаха.

При биотермической переработке (компостировании) ТКО достигаются следующие цели:

- значительное уменьшение объема ТКО;
- снижение класса опасности и стоимости захоронения;
- получаемый компост используется в благоустройстве, для рекультивации нарушенных земель и карт полигона ТКО;
- очищенный от примесей компост является органоминеральным удобрением.