

УДК 621.311

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СМЕШАННЫХ ТКО  
ANALYSIS OF EXISTING TECHNOLOGIES FOR  
THE ENERGY USE OF MSW

А.М. Галкин, В.И. Кондратенко

Научный руководитель – В.В. Сталович, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г.Минск

A. Halkin, V. Kondratenko

Supervisor – V. Stalovich, Senior Lecturer

BelarusianNationalTechnicalUniversity, Minsk

*Аннотация:* В данной научной работе будет рассмотрено использование ТКО и продуктов его переработки в качестве энергетического ресурса. Даны документы, регулирующие сбор и использование ТКО, показывающие перспективы его переработки и использования в Республике Беларусь. Показаны различные варианты использования ТКО.

*Abstract:* This scientific paper will consider the use of MSW and products of their processing as an energy resource. The documents regulating the collection and use of MSW are given, showing the prospects of its processing and use in the Republic of Belarus. Various options of MSW utilization are shown.

*Ключевые слова:* ТКО, отходы, переработка, энергетика.

*Keywords:* MSW, waste, recycling, energy.

### Введение

Одним из последствий жизнедеятельности человека является производство огромного количества ТКО - твёрдых коммунальных отходов. В их число входят органические фракции, бумага, картон, полимеры, древесина, садовые отходы, черные и цветные металлы, стекло, кожа, резина и т.д. Из-за роста численности населения и расширения городов проблема утилизации ТКО становится всё более актуальной. Самым простым и наиболее дешёвым решением данной проблемы является использование мусорных полигонов, однако, данное решение является неэкологичным, неэстетичным, а также упускается возможность переработки вторичных материальных ресурсов.

В Республике Беларусь за последние годы был принят ряд нормативных документов, в том числе комплексы мер и концепции по обращению с отходами, а именно:

- Комплекс мер по выполнению поручений Главы государства по обращению с отходами утвержденного Заместителем Премьер-министра Республики Беларусь Сиваком А.А. от 11.03.2021 г. № 04/203-94/96. В нём указаны мероприятия по повышению эффективности действующей системы обращения с ТКО и внедрению новых технологий и методов по сбору и использованию ТКО.
- Концепция создания объектов по сортировке и использованию твёрдых коммунальных отходов и полигонов для их захоронения, утверждённая

постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2019 г. №715. Цель данной концепции – создание сети экологически безопасных и экономически эффективных объектов по переработке и использованию ТКО[3].

- Концепция создания мощностей по производству альтернативного топлива из твердых коммунальных отходов и его использования утверждённая постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.08.2016 г. № 664. Цель концепции – внедрение технологии и оборудования по производству RDF-топлива и его последующее применение.
- Национальная стратегия по обращению с твёрдыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь утверждённая постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.07.2017 №567. Её цель – минимизировать вредное воздействие ТКО на здоровье человека и окружающую среду.
- Закон Республики Беларусь об обращении с отходами. В нём отражены государственное регулирование и управление, контроль и надзор в области обращения с отходами, классификация отходов и обращение с ними.

На сегодняшний день также действует Указ Президента Республики Беларусь о некоторых вопросах обращения с отходами потребления от 11.07.2012 №313 изданный в целях сокращения объемов захоронения отходов потребления и повышения уровня вовлечения в хозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов. Его дополняют постановление Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь 21.09.2015 №26 и постановление Совета Министров Республики Беларусь 31.07.2021 №708[2].

На основании анализа действующих нормативных документов можно уверенно говорить о том, что вопросам обращения с ТКО и их использованию уделяется особое внимание, в том числе на уровне Главы государства. Республика Беларусь уже в плотную подошла к реализации комплекса мер по использованию ТКО, в частности к их энергетическому использованию.

### **Основная часть**

Рассмотрим наиболее распространенные варианты технологий по энергетическому использованию смешанных ТКО, а также их основные достоинства и недостатки.

Прямое сжигание ТКО может осуществляться различными способами (сжиганием на колосниковой решетке, сжиганием в печах вихревого кипящего слоя, сжиганием в печах шлакового расплава и др.).

Сжигание на колосниковой решетке осуществляется в топочном устройстве специального котлоагрегата, конструкция которого рассчитана различные свойства мусора. На движущейся решетке отходы сжигаются при температуре примерно 900-1000 °С. ТКО сгорают в присутствии воздуха, подаваемого из нижней части печи. Зола и негорючие отходы сбрасываются с конца решетки и выгружаются поле сжигания (рисунок 1)[5]. Часть золы уходит с дымовыми

газами и оседает на фильтрах. Согласно данным предшествующих лет общемировой практики, такой тип сжигания составляет больше 70 процентов от всех распространенных видов энергетического использования ТКО.

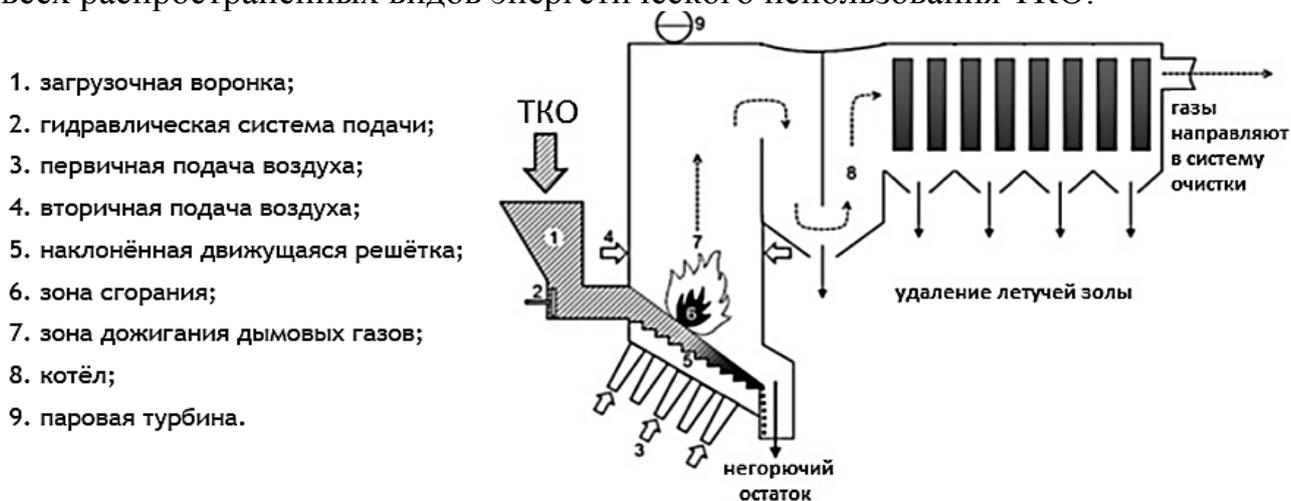


Рисунок 1 – Устройство котла по сжиганию ТКО

Основные достоинства прямого сжигания следующие:

- производительность (уменьшение начальных ТКО на 95-96 %, в зависимости от состава отходов и степени извлечения из них полезных материалов);
- уменьшение объемов отходов, которые образуются в особых отраслях промышленности (медицинские и другие опасные отходы), подлежащих специальному захоронению;
- получаемый шлак может быть переработан для выделения металлических остатков. Этот же остаток может перерабатываться и быть использован в создании безопасных стройматериалов);
- пехнический прогресс в этой области достигнул значительных результатов, вследствие чего отходящие газы имеют экологически допустимое качество.

Основным недостатком прямого сжигания является то, что уходящие газы содержат в себе большое количество высокотоксичных соединений, в связи с чем температура сжигания должна поддерживаться на уровне больше 850 °С, а с увеличением отходов хлорсодержащих материалов, не менее 1150 °С, что увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты.

Газификация – процесс распада органических углеродистых материалов при высокой температуре, образуя при этом топливный газ или по-другому синтез-газ.

Виды газификации:

- пиролиз(600-800 °С);
- газификация с воздушным дутьем (800-1800 °С);
- плазменная газификация (2000-2800 °С).

Пиролиз и плазменная газификация не применяются в больших масштабах по причинам, связанным с низкой экологичностью и эффективностью данных

методов. Поэтому наиболее распространенным методом является газификация с воздушным дутьем.

Типовые установки газификация с воздушным дутьем работают при температурах около 800-1000 °С, используя в качестве реагента воздух, водород, кислород и пар. Наиболее эффективна работа установки на RDF-топливе (подготовленное топливо пониженной влажности и повышенной однородностью). Получаемый синтез-газ в процессе газификации может использоваться в дальнейшем для получения как тепловой, так и электрической энергии, путем его сжигания в котлах.

Основные достоинства газификации ТКО те же, что и при их прямом сжигания, однако получаемые синтез-газ будет иметь большую калорийность, чем сами отходы. Также возможно сжигать хлорсодержащие отходы (достигается температура сжигания, уничтожающая все соединения хлора).

Основными недостатками газификации ТКО является:

- необходимость в повышенном объеме реакционной зоны, что ведет к удорожанию самой установки;
- процесс газификации является экологически опасным из-за возможного окисления токсичных соединений, что требует дорогостоящих процессов очистки;
- затрудненная транспортировка синтез-газа и необходимость его применения по месту получения.

Сортировка ТКО с извлечением вторичных материальных ресурсов и производством RDF-топлива из остатков («хвостов»)

RDF-топливо – топливо, состоящее из отсортированных отходов. При изготовлении RDF-топлива, заранее из отходов извлекаются вторичные материальные ресурсы (бумага, картон, полимеры, черные и цветные металлы, стекло, строительные материалы и т.д.), а также органические отходы. Все, что остается, используется в качестве сырья для топлива. После прессовки в брикеты получается само топливо.

После сортировки отходов, для получения топлива с более высокой калорийностью, необходимо уменьшить его уровень влажности, что достигается путем сушки (как вариант, биосушки), что в итоге улучшает качество переработки отходов и улучшает их теплотворную способность.

Следует отметить, что наиболее эффективным является сжигание RDF-топлива при высоких температурах (более 1100 °С), так как при высоких температурах этот вид топлива наиболее экологичен и способен гореть.

В современных условиях, RDF-топливо выгодно использовать в качестве основного или дополнительного топлива в печах цементных заводов, так как рабочая температура в них поддерживается на уровне 1500 °С. Тем более в этих печах и зола автоматически переходит в состав шлака или цемента. Расходы на топливо и электроэнергию на таких предприятиях около 40% затрат на изготовление самого цемента, поэтому целесообразно использовать альтернативный вид топлива, получаемое из отходов.

Что касается распространения использования альтернативного вида топлива, то ведущими странами в этой области являются Бельгия, Нидерланды, Финляндия.

Из недостатков использования RDF-топлива в качестве основного, следует отметить, что при нарушении технологии сжигания будет нанесен огромный вред экологии. Поэтому контроль от самого начала его производства, а именно сортировки отходов, и до самого конца должен быть строжайшим[4].

### **Заключение**

Энергетическое использование ТКО (как переработанного, так и нет) в конечном счёте является экологически выгодным решением, а при правильном выборе технологии и экономически выгодны. Энергетическое использование ТКО достаточно распространено в мире в том или ином виде, что позволяет выбрать наиболее предпочтительный вариант для Республики Беларусь с учётом всех преимуществ и недостатков существующих технологий. Принятые документы по развитию рационального обращения с отходами и их использования влекут за собой смещение экономики страны в сторону циркулярной экономики[1].

### **Литература**

1. Михаленко. Циркулярная экономика как модель будущего [Текст] / Михаленко, Климова, Маньковский // Банкаўскі вестнік. – 2020. - № 12. – С. 42-51.
2. Указ Президента Республики Беларусь о некоторых вопросах обращения с отходами потребления от 11.07.2012 №313 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.mjkk.gov.by/vtorichnye-mat-resursy/item/476-ukaz-313>
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2019 г. №715 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/C21900715\\_1572037200.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/C21900715_1572037200.pdf)
4. Сам себе бензовар: чем опасно топливо из мусора? [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://этна-регионы.рф/problems/rdf-toplivo-2.html>
5. Сталинский, Д.В. Стратегия рациональной утилизации ТКО [Текст] / Д. В. Сталинский, А. З. Рыжавский, А. С. Рудюк, А. В. Зимогляд // Твёрдые бытовые отходы. – 2017. - № 8. – С. 44-47.