

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
И ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕРАБОТАННОГО МУСОРА В КАЧЕСТВЕ
ВТОРИЧНОГО ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ**

К.В. Голубкова, Т.Б. Жиргалова

Рассмотрены способы утилизации твердых бытовых отходов. Показано применение переработанного мусора в качестве вторичного энергоносителя.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, энергетика.

Безусловно, составные элементы энергетики отрицательно воздействуют на окружающую нас биосферу – это загрязнение воздуха выбросами с дымовыми газами ТЭС, загрязнение водоемов выбросами со сточными водами станций, уменьшение природных ресурсов, используемых для производства электричества и тепла и т.д. [1–17]. Но есть и положительное воздействие энергетики на окружающую среду – использование энергетического оборудования для утилизации твердых бытовых отходов и применение переработанного мусора в качестве вторичного энергоносителя.

Несмотря на длительную свою историю, человечество пока еще так и не нашло приемлемого способа избавления от твердых отходов: 73 % твердых бытовых отходов в США и 97 % в России собираются муниципальными службами или в отдельных случаях частными компаниями и вывозятся за город на свалки [1]. Свалка отходов или сброс их в море – это простое перекладывание наших проблем на плечи наших потомков. Отходы на официальной свалке принято либо зарывать в землю, либо просто вываливать, а уж потом засыпать землей. При этом могут возникнуть следующие проблемы: загрязнение грунтовых вод, накопление взрывоопасного газа. В связи с этим во многих странах стали принимать более строгие законы, регламентирующие размещение свалок, их конструкцию и эксплуатацию. Основопологающее требование – захороненные отходы не должны вступать в контакт ни с поверхностными или подземными водами, ни с воздухом, поэтому свалки располагают на возвышенностях и местах с глубоким залеганием грунтовых вод.

В настоящее время существует ряд способов хранения и переработки твердых бытовых отходов, а именно: предварительная сортировка, санитарная земляная засыпка, сжигание, биотермическое компостирование, низкотемпературный пиролиз, высокотемпературный пиролиз.

Биотермическое компостирование – этот способ утилизации твердых бытовых отходов основан на естественных, но ускоренных реакциях трансформации мусора при доступе кислорода в виде горячего воздуха при температуре порядка 60 °С. Биомасса ТБО в результате данных реакций в биотермической установке (барабане) превращается в компост. Однако для реализации этой технологической схемы исходный мусор должен быть очищен от крупногабаритных предметов, а также металлов, стекла, керамики, пластмассы, резины. Полученная фракция мусора загружается в биотермические барабаны, где выдерживается в течение 2 суток с целью получения товарного продукта. После этого компостируемый мусор вновь очищается от черных и цветных металлов, доизмельчается и затем складировается для дальнейшего использования в качестве компоста в сельском хозяйстве или биотоплива в топливной энергетике [2].

К сожалению, в мире пока еще бытует мнение, что наиболее эффективным методом избавления от бытового мусора является его сжигание. Сжигание бытового мусора, помимо снижения объема и массы, позволяет получать дополнительные энергетические ресурсы, которые могут быть использованы для централизованного отопления и производства электроэнергии. Сжигание можно разделить на два вида: непосредственное сжигание, при котором получается только тепло и энергия, и пиролиз, при котором образуется жидкое и газообразное топливо.

Способ утилизации бытовых отходов пиролизом известен достаточно мало в нашей стране из-за своей дороговизны. Технология пиролиза за-

ключается в необратимом химическом изменении мусора под действием температуры без доступа кислорода. По степени температурного воздействия на вещество мусора пиролиз как процесс условно разделяется на низкотемпературный (400–900 °С) и высокотемпературный (свыше 900 °С).

Преимущества низкотемпературного пиролиза: небольшая мощность оборудования, легкость хранения и транспортировки получаемых продуктов, при пиролизе не происходит восстановления (выплавки) тяжелых металлов. С помощью пиролиза можно перерабатывать составляющие отходов, неподдающиеся утилизации, такие как автопокрышки, пластмассы, отработанные масла, отстойные вещества. Установки или заводы по переработке твердых бытовых отходов способом пиролиза функционируют в Дании, США, ФРГ, Японии и других странах.

Технологическая схема высокотемпературного пиролиза предполагает получение из биологической составляющей (биомассы) отходов вторичного синтез-газа с целью использования его для получения пара, горячей воды, электроэнергии [4]. Технологическая цепь утилизации состоит из четырех последовательных этапов: отбор из мусора крупногабаритных предметов, цветных и черных металлов с помощью электромагнита и путем индукционного сепарирования; переработка подготовленных отходов в газификаторе для получения синтез-газа и побочных химических соединений: хлора, азота, фтора, а также шквала при расплавлении металлов, стекла, керамики; очистка синтез-газа с целью повышения его экологических свойств и энергоемкости, охлаждение и поступление его в скруббер для очистки щелочным раствором от загрязняющих веществ соединений хлора, фтора, серы, цианидов; сжигание очищенного синтез-газа в котлах-утилизаторах для получения пара, горячей воды или электроэнергии.

В настоящее время топливо из бытовых отходов получают в измельченном состоянии, в виде гранул и брикетов. Предпочтение отдается гранулированному топливу, так как сжигание измельченного топлива сопровождается большим пылевыносом. Кроме того, при сжигании гранулированного топлива намного выше КПД котла. Мусоросжигание обеспечивает минимальное содержание в шлаке и золе разлагающихся веществ, однако оно является источником выбросов в атмосферу. Надо отметить, что технология ТБО развивалась в период, когда не были еще ужесточены нормы выброса газовой составляющей. Однако сейчас стоимость газоочистки на мусоросжигательных заводах резко возросла. Даже на самых современных установках не происходит полного сгорания отходов, и образуются очень мелкие частицы, состоящие из пепла, пыли, сажи и различные газообразные продукты, такие как хлористый водород, фториды, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды. Чтобы не допустить загрязнения атмосферы, современные заводы такого рода оборудуются специальными очистительными устройствами – электрофильтрами, установками влажной газоочистки.

Все мусоросжигательные предприятия являются убыточными. В этой связи разрабатываются новые способы переработки бытовых отходов [6]. Принципиально новый для России мусоросжигательный завод производительностью 300 тыс. тонн ТБО в год был построен в Москве в 2002 году. Завод состоит из отделений подготовки и сортировки ТБО, сжигания не утилизируемой части ТБО, очистки дымовых газов от вредных примесей, переработки золы и шлака, энергоблока и других вспомогательных отделений. Следует отметить, что низкие параметры пара, применяемые на отечественных мусоросжигательных заводах ($G=15-35$ т/ч, $p=16$ ата, $t=240$ °С), существенно снижают удельные показатели по выработке электроэнергии по сравнению с паросиловыми электростанциями ($G=640$ т/ч, $p=140$ ата, $t=540$ °С). Применение аналогичных мощностей и параметров пара на мусоросжигательных заводах ограничено свойствами сырья: кусковым топливом, низкой температурой плавления золы и коррозионными свойствами дымовых газов, получаемых при сжигании [7].

Биогаз, получаемый на полигонах ТБО, является также одним из перспективных источников энергии ввиду масштабов и стабильности образования, расположения и низкой стоимости добычи. При разложении бытовых отходов выделяется биогаз, содержащий до 60 % метана, что позволяет выделить следующие основные направления использования отходов: в качестве топлива для получения горячей воды или пара на покрытие технологических нужд очистных сооружений или сельскохозяйственных производств; в качестве топлива для получения теплого воздуха или горячих газов на сушку сельхозпродукции или обогрев сельскохозяйственных зданий; в качестве горючего для двигателей транспортных средств; для получения электроэнергии; для подпитки сетей природного газа.

На полигонах ТБО образующийся биогаз собирается с помощью систем горизонтальных или вертикальных труб. Эти трубы диаметром 10–15 см по всей длине имеют щели и отверстия, через которые проникает газ. Горизонтальные трубы закладываются, как правило, на ранних этапах создания полигона ТБО, а вертикальные могут закладываться заранее (что намного дешевле) либо буриться после. Трубы обязательно обсыпается дренажным материалом (щебенка). Биогаз через систему вертикальных и горизонтальных труб, расположенных в толще ТБО, поступает в газопровод, а затем в газосборный пункт, которых может быть несколько. После главного газосборного пункта газ идет на системы очистки, затем на компрессорные устройства, для создания давления, необходимого для дальнейшего транспорта газа по трубопроводам к месту его потребления. На вновь создаваемых полигонах или новых участках полигонов можно с наращиванием высоты отходов откачивать газ снизу или монтировать систему сбора газа с горизонтальными или слегка наклонными газопроводами, которая по мере заполнения полигона дополняется газовыми скважинами. На существую-

щих участках полигонов, как правило, практикуется бурение скважин [6]. Во избежание расходов на бурение при эксплуатации полигона газовые скважины можно соорудать в процессе заполнения полигона.

Во Франции добывается около 40 млн. м³/год биогаза. На одной из свалок вблизи Парижа была построена БиоТЭС, использующая биогаз, эмиссия которого составляет 1500 м³/сут.

Твердые бытовые отходы – это богатый источник вторичных ресурсов (в том числе черных, цветных, редких и рассеянных металлов), а также «бесплатный» энергоноситель, так как бытовой мусор – возобновляемое углеродсодержащее энергетическое сырье для топливной энергетики.

На основе рассмотренного материала было выделено три основных направления энергетической утилизации твердых бытовых отходов: высокотемпературная газификация, совмещенная компоновка ТЭС для сжигания природного топлива и твердых бытовых отходов, захоронение с получением биогаза.

Высокотемпературная газификация позволяет экономически выгодно, экологически чисто и технически относительно просто перерабатывать твердые бытовые отходы без их предварительной подготовки – сортировки, сушки и т.д. Такой способ утилизации дает возможность получить: вторичную энергию в виде горячей воды или перегретого водяного пара с подачей их потребителю, а также вторичную продукцию в виде гранулированного шлака и металла.

Совмещенная (интегральная) компоновка ТЭС для сжигания природного топлива и твердых бытовых отходов позволит эффективно использовать сжигание бытовых отходов в 2–3 раза. При использовании такого метода утилизации ТБО стоимость основного топлива, используемого на ТЭС, может быть полностью покрыта средствами от приема ТБО.

Количество биогаза, генерируемого на свалках, колеблется от 10 до 1200 м³/ч. Мощность установок для производства электроэнергии из биогаза составляет от десятка кВт до нескольких тыс. кВт, что позволяет обеспечивать энергией от нескольких домов до небольшого поселка. Нередко биогаз используется в качестве топлива в энергетических установках с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Себестоимость полученной энергии на установках с ДВС примерно в 2–2,5 раза ниже тарифов на электроэнергию для населения.

Библиографический список

1. Мариненко, Е.Е. Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве: Учеб. пособие для вузов / Е.Е. Мариненко. – Волгоград: ВолгГАСА, 2010. – 100 с.

2. Малофеев, В.М. Биотехнология и охрана окружающей среды: Учеб. пособие для вузов / В.М. Малофеев. – М.: Издательство Арктос, 2008. – 188 с.
3. Мусоросжигательные заводы: за и против. – URL: <http://www.i-mash.ru/materials/opinions/29960-musoroszhigatelnye-zavody-za-i-protiv.html>.
4. Экспертиза: каким должен быть «зеленый» мусоросжигательный завод. – URL: <http://ecoleaks.info/musoroszhigatelnyiy-zavod-mozhet-byit-zelenyim>.
5. Твёрдые бытовые отходы. – URL: <http://www.naturekeepers.ru/направление-стиль-жизни-и-окружающая-среда/подпрограмма-ресурсосбережение/твёрдые-бытовые-отходы-тбо>.
6. Вторичное использование твердых бытовых отходов. – URL: http://glavmusor.ru/articles/Vtorichnoe_ispolzovanie_tverdyx_bytovyx_otxodov.
7. Энергетическое использование биогаза полигонов твердых бытовых отходов. – URL: <http://baltfriends.ru/node/66>.
8. Джундубаев, А.К. Выбор основных параметров гидротранспортной системы топливоснабжения перспективной Каракечинской ГРЭС / А.К. Джундубаев, Ш.Б. Дикамбаев, Ш.У. Мавлянбеков // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Междунар. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 102–105.
9. Джундубаев, А.К. Выбор рациональной системы транспортирования каракечинского бурого угля к промплощадке перспективной Кавакской ТЭС / А.К. Джундубаев, Ш.Б. Дикамбаев, Ш.У. Мавлянбеков // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Междунар. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 106–110.
10. Промышленное сжигание непроектного Каракечинского бурого угля / К.В. Осинцев, В.В. Осинцев, А.К. Джундубаев, В.И. Богаткин // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Междунар. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 252–255.
11. Использование водоугольных суспензий в энергетике / К.В. Осинцев, В.В. Осинцев, А.К. Джундубаев, В.И. Богаткин // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Междунар. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 242–247.
12. Осинцев, К.В. Low-temperature combustion technology / К.В. Осинцев // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Междунар. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 16–20.
13. Айтиалиева, Л.Н. Повышение энергетической эффективности – как одно из решений энергосбережения в топливно-энергетическом комплексе Астраханской области / Л.Н. Айтиалиева // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Междунар. научно-технической конф. студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 32–35.

14. Говорова, К.П. Выявление энергосберегающего потенциала и разработка мероприятий по повышению энергоэффективности Свердловской ТЭЦ / К.П. Говорова, Е.Д. Матюшенко, А.А. Поморцева // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международ. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 82–84.

15. Зимовец, И.А. Две проблемы повышения эффективности старых угольных котлов при сжигании природного газа / И.А. Зимовец, Г.Ф. Гарифуллина, В.Н. Потапов // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международ. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 126–129.

16. Жиргалова, Т.Б. Реконструкция системы сжигания топлива котла № 8 ЧТЭЦ-2 / Т.Б. Жиргалова, Л.Е. Лымбина // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международ. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 146.

17. Жиргалова, Т.Б. Энергосбережение за счет утилизации дымовых газов / Т.Б. Жиргалова, Л.Е. Лымбина, П.В. Обласова // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международ. научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 139–140.