

Всероссийский теплотехнический институт" (ВТИ)

Технологии утилизации ТБО с отбором вторичного сырья и выработкой
тепловой и электрической энергии

*К. т. н. А. Н. Тугов, заведующий Отделением, к. т. н. В. Ф. Москвичев, ведущий
научный сотрудник, Отделение парогенераторов и топочных устройств,
ОАО*

г. Москва

В развитых европейских странах твердые бытовые отходы (ТБО) рассматривают в качестве сырья, которое должно использоваться для замещения органического топлива при выработке тепловой и электрической энергии или для получения вторичного продукта, например, с помощью раздельного сбора отходов и последующей сортировки или путем их переработки на механико-биологических заводах.

Таблица. Теплота сгорания различных видов отходов.

Наименование отходов	Теплота сгорания, ккал/кг
Смешанные отходы, поступающие на переработку	1565,5
Отходы вторсырья	1723,5
Отходы, оставшиеся после отбора вторсырья	1545
Отходы, поступившие на компостирование	1161,3
Отходы «хвосты», направленные на полигон	1727,7

В соответствии с Директивами Европейского союза эти два способа утилизации отходов в настоящее время являются равноценными (например, с точки зрения сокращения негативного воздействия на окружающую среду) и не являются альтернативными, а дополняют друг друга. Анализ стран с развитыми технологиями сбора и переработки ТБО свидетельствует о том, что, как правило, задействованы одновременно оба метода утилизации ТБО, а предпочтение тому или другому методу отдается в зависимости от местных условий, и финансово-экономических возможностей конкретного региона.

К сожалению, у нас в России эти методы часто противопоставляются друг другу, например, или сжигание или сортировка, а, если сортировка, то неотобранная часть ТБО, так называемые "хвосты", вывозят на свалку. Вместе с тем, как показали опыты ОАО "ВТИ" по исследованию теплоты

сгорания отсортированного, подрешетного и надрешетного продукта барабанных сит с отверстиями диаметром 250 мм на Московском спец - заводе (МСЗ) № 4, часто "хвосты" имеют теплоту сгорания выше, чем исходные ТБО (см. таблицу). Это практически высококалорийное топливо и вывозить его на свалку противоречит всем нормативам, принятым в цивилизованном мире. Тем не менее, в качестве примера такого абсурдного решения приведем проектируемое в г. Сочи предприятие, на котором из отходов путем ручной сортировки будут выделяться утильные фракции (макулатура, пластик, текстиль, металл) и органика для компостирования, а "хвосты" отправляться на полигон ТБО для захоронения [1].

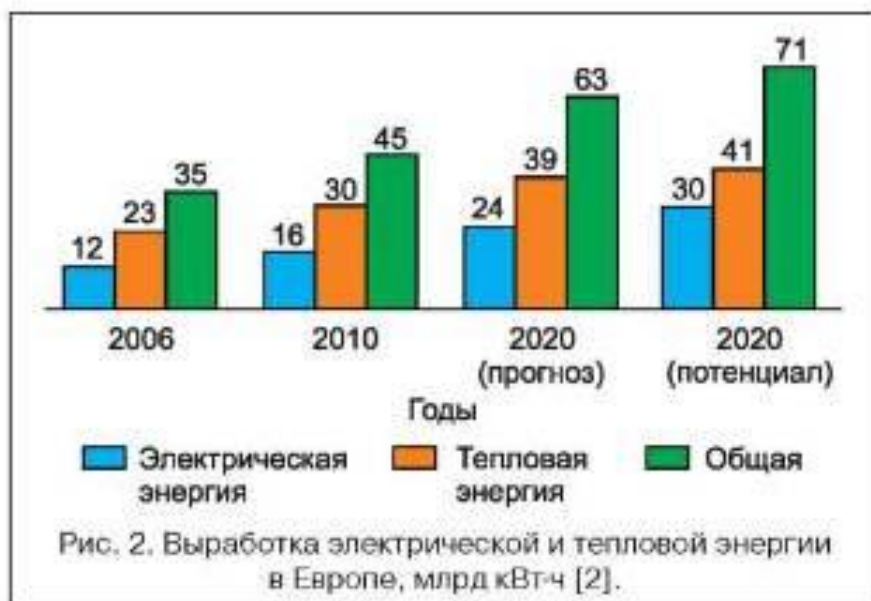
Удивительно, что это предприятие реализуется в рамках программы по созданию современной системы сбора, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов, соответствующей современным мировым принципам в области управления отходами, приуроченной к планируемому в г. Сочи зимним Олимпийским играм 2014 г. Следует отметить, что полигонное захоронение ТБО, даже если это "хвосты", не является с точки зрения Директив Европейского союза современным методом переработки отходов, как указывается в [1]. Особенно если учесть, что на полигон в данном случае отправляются не "хвосты", а высококалорийное топливо. Даже смешанные твердые бытовые отходы представляют собой топливо, которое по теплоте сгорания сопоставимо с торфом и некоторыми марками бурых углей.

За счет утилизации отходов только в Европе уже сейчас ежегодно вырабатывается более 28 млрд кВтч электроэнергии и примерно 69 млрд кВтч тепловой энергии (рис.1). Это позволяет экономить до 38 млн т/год органического топлива и предотвращать выбросы парниковых газов (в пересчете на CO₂) до 37 млн т в год [2].



Оптимальный выбор типа производимой энергии из ТБО зависит от региональных условий по потреблению тепловой и электрической энергии, мощности предприятия, существующих тарифов на покупку энергии и т.д. и существенно влияет на стоимость и экономичность эксплуатации завода в целом. В общем плане можно отметить, что, например, в 2001 г около 70% предприятий, сжигающих ТБО, производили тепловую энергию и 30% вырабатывали электроэнергию

В последнее время неуклонно наблюдается общий рост выработки энергии из отходов, который прогнозируется и в дальнейшем, при этом доля выработки электроэнергии несколько повышается (рис.2). Ориентировочные расчеты для ТБО с теплотой сгорания, например, 10 МДж/кг показывают, что общие удельные расходы на строительство завода с увеличением его мощности от 100 до 300 тыс. т ТБО в год, уменьшаются примерно на 25-35% [4].



За рубежом выручка от продажи вырабатываемой энергии, в первую очередь, зависит от типа и качества продаваемой энергии. Так, например, в Австрии электроэнергия покупается по цене 45 евро/МВт. ч при гарантированном обеспечении ею потребителя, и 25 евро/МВт. ч, если поставка электроэнергии зависит от режима работы поставщика. Тарифы на отпуск тепловой энергии составляют 10 и 6 евро/МВт. ч (11,6 и 7 евро/Гкал) соответственно [4].

Гарантированный отпуск тепловой и электрической энергии от предприятия, сжигающего ТБО (и тем самым повышение цены за ее реализацию), может быть обеспечен, например, при совместной работе с городской ТЭЦ.

Ниже приводится оценка целесообразности получения тепловой и электрической энергии для московских предприятий, перерабатывающих ТБО, выполненная авторами статьи для следующих условий:

- продолжительность работы в году - 7500 ч;
- средняя теплота сгорания ТБО - 7540 кДж/кг (1800 ккал/кг);
- возврат инвестиций - по 6% в течение 15 лет.

Кроме того, принималось во внимание следующее:

- коэффициент использования тепла топлива при сжигании ТБО с получением тепловой энергии (например, в виде пара) в основном зависит от КПД котла, который, как показали испытания, выполненные на московских заводах [5], составляет примерно 75%;

- коэффициент дальнейшего преобразования тепловой энергии (в виде пара) в электрическую зависит, прежде всего, от начальных параметров пара и типа турбины и составляет примерно 20%. Этот коэффициент для установок, сжигающих ТБО, значительно ниже по сравнению с ТЭЦ на органических видах топлива. Это определяется, прежде всего, содержанием коррозионно-активных веществ в дымовых газах, которые вызывают усиленную коррозию металла труб пароперегревателя при температуре стенки труб поверхностей нагрева более 450 °С;

- в г. Москве в 2010 г. цена, по которой сетевые компании покупали энергоносители у производителей, находилась в широких пределах. Так, на покупку электроэнергии тариф колебался от 0,62 (например, для МСЗ № 4) до 2,6 руб. /кВт. ч (для некоторых московских экспериментальных ТЭЦ). Средняя отпускная цена электроэнергии для промышленного потребителя была примерно такой же - 2,6 руб. /кВт. ч. (Для справки: если руководствоваться зарубежным опытом, то стоимость энергии от возобновляемых источников энергии должна составлять не менее 70% отпускной цены потребителю, т.е. для МСЗ № 4 она должна составлять около 1,8 руб. /кВт. ч). При существующих же ценах доходы от продажи электроэнергии на МСЗ № 4 в 2010 г. составляли чуть больше 250 руб. с каждой тонны переработанных отходов. Тариф на покупку тепловой энергии был примерно 350-500 руб. /Гкал (430-515 руб. /МВт. ч). В этом случае в пересчете на 1 т отходов с теплотой сгорания 1800 ккал/кг удельная выручка составила около 500 руб. с каждой переработанной тонны ТБО.

Таким образом, видно, что при сжигании ТБО среднего состава при существующих тарифах удельная выручка от реализации тепловой энергии намного выше, чем от продажи электрической энергии. Казалось бы,

очевидно, что более экономичными являются предприятия, сжигающие ТБО, и отпускающие только тепловую энергию. Но это не всегда так. Во-первых, необходимо иметь гарантированного потребителя тепловой энергии. Во-вторых, при сравнительных оценках следует учитывать затраты на приобретение электроэнергии для собственных нужд (кстати, по рыночным ценам).

Собственные нужды на предприятиях, сжигающих ТБО, значительно выше, чем для обычных ТЭС, и составляют 20-30% общего количества электроэнергии, которое теоретически можно было бы выработать, преобразуя энергопотенциал отходов. Чем выше годовая производительность предприятия по сжигаемым отходам, тем меньше удельные собственные нужды. Следует также подчеркнуть, что затраты электроэнергии на собственные нужды для предприятий, отпускающих только тепловую энергию, не намного меньше, чем для аналогичного, генерирующего электроэнергию (разница составляет около 10%).

При существующих тарифах на покупку электроэнергии ее производство на предприятиях, сжигающих ТБО, будет заведомо убыточным. Однако если тарифы будут повышены до разумных пределов, то для предприятий с производительностью 200 тыс. т ТБО в год и более выработка и продажа электроэнергии становится намного выгодней производства тепловой энергии, т.е. по сути предприятия для термической переработки становятся электростанциями на ТБО.

Специалистами ОАО "ВТИ" по заданию Правительства Москвы разработаны технические предложения по созданию отечественных типовых комплексов для энергетической утилизации ТБО. При их разработке принимался во внимание тот факт, что, как показывают расчеты и зарубежный опыт, наиболее эффективным с позиции энергетического использования отходов является предприятие с годовым отпуском электрической энергии 100 тыс. МВт. ч и более (с установленной

электрической мощностью более 15 МВт). Такое предприятие можно с полным основанием считать ТЭС на ТБО.

В настоящее время разработаны основные принципиальные технические решения, позволяющие уже сейчас создать полномасштабный опытно-промышленный образец современной отечественной ТЭС на ТБО с установленной электрической мощностью 24 МВт (360-420 тыс. т ТБО в год), которая представляет собой современное предприятие с завершенным технологическим процессом термической переработки отходов и традиционным паросиловым циклом для выработки электроэнергии. Единичная производительность каждой из двух технологических линий по сжигаемым отходам составляет примерно 180 тыс. т ТБО в год.

На ТЭС применена тепловая схема с поперечными связями и конденсационной турбиной с регулируемым промежуточным отбором пара на теплофикацию. Данная схема имеет наиболее гибкий характер по утилизации пара. В зависимости от времени года и запроса потребителей энергии, ТЭС позволяет ежечасно вырабатывать от 10 до 25 МВт. ч электрической и от 0,57 до 1,9 Гкал тепловой энергии.

Результаты расчета материального и теплового баланса ТЭС на ТБО, выполненного для различных отходов с различными характеристиками во всем диапазоне нагрузок, обосновывают проектные технико-экономические и экологические показатели электростанции.

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что отдельный сбор, механическая или ручная сортировка ТБО не являются альтернативным методом их термической переработки. Наоборот, они способствуют подготовке более качественного топлива из ТБО, тем самым практически устраняя полигонное захоронение отходов. Термическая переработка смешанных ТБО является вынужденным решением и определяется местными условиями их сбора.

Потенциальные возможности России в использовании ТБО как источника сырья и альтернативного вида топлива огромны. Имеется возможность построить до 34 ТЭС на ТБО для обеспечения теплом и электроэнергией 22 городов России, однако для эффективной работы таких ТЭС необходимо принятие законов, делающих производство на ней тепла и электроэнергии более привлекательным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никогосов Х.Н., Лифшиц А.Б. и др. Сочи: комплексное решение проблемы переработки отходов // Твердые бытовые отходы. 2008. № 10.
2. Интернет-сайт Конфедерации европейских предприятий по переработке отходов для получения энергии (www.sewer.eu).
3. Статус мусоросжигательных заводов в Европе (Ассоциация возобновляемых и восстанавливаемых ресурсов в Европе - ASSURRE) // Управление отходами в мире. Ноябрь-декабрь 2001.
4. Stubenvoll J., Bohmer S., Szednyj I. Stand der Technik bei Abfallverbrennungsanlagen. Studie im Auftrag des Bundesministerium fur Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, September 2002, 164 s.
5. Тугов А.Н., Литун Д.С., Эскин Н.Б. и др. Комплекс работ по освоению и наладке процессов термической переработки твердых бытовых отходов // Электрические станции. 2001. № 7.С. 19-26.