

УДК 621:502

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Дайнеко В.И., Киссин Д.А., Степанов Н.В.

Рассмотрены энергетические схемы современных отечественных и зарубежных мусоросжигающих заводов с учетом их технико-экономических показателей.

Дан анализ энергосберегающих технологий на этих предприятиях и предложена рациональная энергетическая схема завода, основанная на использовании ГТД.

Наиболее известными способами обезвреживания и уничтожения бытовых отходов являются газификация, пиролиз и термический метод. Самый распространенный среди них – сжигание в специальных котельных агрегатах. Термический метод наиболее простой и эффективный, так как газификация и пиролиз требуют сложного оборудования тщательной подготовки сырья, они энергоемки и дорогостоящи в конечном итоге.

Преимущество данного способа признано всеми развитыми странами не только из-за необходимости снижения неблагоприятного влияния на окружающую среду, но и из экономических соображений, так как бытовые отходы можно использовать в качестве энергетического топлива.

Исследования показали [1], что при одинаковой массе из бытовых отходов можно получать столько же тепловой энергии, сколько из бурого угля среднего качества. Наиболее эффективным, экономически целесообразным является не только вторичное использование получаемого от сгорания мусора тепла, но и одновременное производство электрической и тепловой энергии. Только при этом наиболее эффективно используется первичная энергия топлива. Анализ работы электростанций, вырабатывающих только электроэнергию и теплоэлектростанций или теплоэлектроцентралей, производящих пар и электроэнергию для потребителей, показал, что КПД последних достигает 55...60%.

Отечественные мусоросжигающие заводы в городах Киеве, Харькове, Днепропетровске, Севастополе построены по системе «Дюссельдорф», получившей широкое распространение в Европе в 1955–1960 гг. [2]. Производственная технология заводов основывается на получении пара при сжигании твердых бытовых отходов (ТБО). Особенностью этой системы является наклонные вращающиеся валковые решетки с индивидуальным приводом каждого вала. Это обеспечивает равномерное распределение ТБО по всей решетке и более полное сгорание рабочей

массы в топке котла. Все заводы оснащены котлами изготовления ЧКД «Дукла» (Чехословакия) с производительностью до 45 т/час. Розжиг мусора и поддержание температуры горения в топках котлов обеспечивают встроенные в боковые стенки топки горелки природного газа.

Анализ работы отечественных мусоросжигающих заводов, построенных по системе «Дюссельдорф» [2] показал их очень низкую рентабельность. Поэтому Киевский и Харьковский заводы работают только на 1/4 своей мощности; на Днепропетровском заводе задействован для сжигания мусора один котел из трех, а в Севастополе завод практически остановлен.

Учитывая невысокую рентабельность схемы производства пара при сжигании отходов из-за недостаточности использования вырабатываемого пара и низкого КПД использования топлива, в последние десятилетия в мировой практике переходят к строительству мусоросжигающих заводов по комбинированным схемам совместной выработки тепла и электроэнергии. Это Мангеймский энергетический завод сжигания отходов (Германия), на котором из 1 т отходов производится 1530 кВт тепловой энергии и 300 кВт/ч электрической. Большая часть заводов по сжиганию отходов в Германии вырабатывает пар при температуре порядка 400°C и давлениях 4 МПа. Мангеймский завод поднял параметры пара до температуры 500°C и давления 12 МПа, что позволяет производить электроэнергию с более высоким КПД. Основой совместного производства тепловой и электрической энергии является паротурбинная технология, которая реализуется с помощью паровой турбины с производственным и теплофикационным отбором. Завод оснащен 2-мя мусоросжигающими котлами, задействованными в общей тепловой схеме, которая обеспечивает 65% всей вырабатываемой энергии для внешних потребителей (55% – тепловой и 10% – электрической). Отходы после сжигания, также используются шлак – в качестве материала в строительстве дорог, металлический лом – в производственном секторе, окись гидрохлорида – на гальванических предприятиях.

Немецкая фирма «STEAG» одна из самых крупных производителей электроэнергии, и одним из направлений ее деятельности является разработка и эксплуатация тепловых электростанций, работающих по энергосберегающим технологиям с использованием бытовых отходов в качестве топлива. ТЭС Норд в Мюнхене, построенная этой фирмой, в состоянии переработать 850 тыс. тонн отходов в год. На ТЭС установлены 5 основных котлов и 3 паровые турбины, которые объединены в 3 автономных блока. Первый и второй блоки работают на бытовых отходах. Пар из котлов при сжигании отходов в первом и третьем блоках через систему сборных шин подается на две турбины, которые вырабатывают электрическую энергию. Электрическая мощность турбин – 114 МВт и 58

МВт соответственно ТЭС Норд находится в пределах застройки города и обеспечивает тепловой и электрической энергией ряд районов Мюнхена.

Мусоросжигающий завод «ReNova» Гётеборг (Швеция) построен по более современной когенерационной схеме. Технологией производства электрической и тепловой энергии является паротурбинная технология, использующая в качестве топлива мусор, сжигаемый в топках парогенераторов. Турбоэлектрогенераторы этой схеме имеют общую мощность 26 МВт, 6 МВт из которых отбирается на собственные нужды, а 20 МВт – на внешних потребителей, что обеспечивает электроэнергией около 60 тыс. жилых квартир города. Производительность завода – 400 тыс. тонн сжигания отходов в год, производство электроэнергии – 150 тыс. МВт/ч в год, тепловой – 1 млн. МВт, при этом потребление нефти – 120 тыс. тонн в год.

Примером современного подхода к решению проблемы утилизации отходов является комбинат по сжиганию твердых бытовых отходов в Сеуле (Южная Корея), производительность которого – 1600 тонн сжигания отходов в сутки.

Одним из первых проектов в Украине по строительству мусоросжигающих заводов по когенерационной схеме является тепловая электростанция в г. Николаеве, использующая мусор в качестве топлива [2]. Основу его составляет оборудование по переработке и утилизации мусора немецкой фирмы «Lurgi» Франкфурт-на-Майне (Германия). Завод может перерабатывать около 240 тыс. тонн отходов в год, что обеспечивает годовую поставку городу около 140 тыс. МВт/ч.

На основании анализа вышеприведенных данных предлагается технологическая схема мусоросжигающего завода, которая строится по принципу парогазовой установки (рисунок 1).

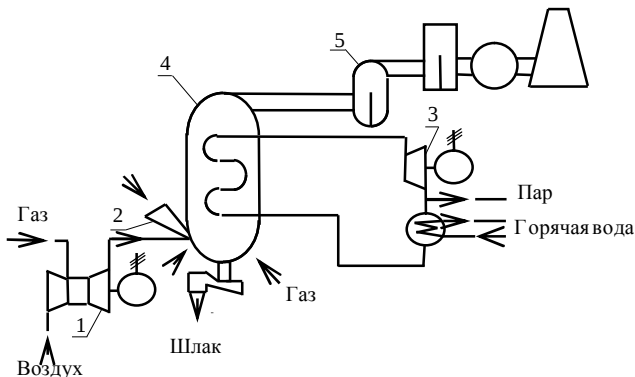


Рисунок 1 – Технологическая схема когенерационной системы утилизации ТБО с использованием ГТД:

1 – газотурбогенератор; 2 – система подачи ТБО; 3 – паротурбогенератор;
4 – котел; 5 – система газоочистки и газовыпуска

Эта схема позволяет повысить КПД по сравнению с паротурбинными установками и уменьшить стоимость 1 кВт условной мощности за счет использования в цикле вторичного тепла выхлопных газов газотурбинного двигателя (ГТД), которые сбрасываются в топку котла (не выбрасываются в атмосферу). Такая энергосберегающая технология существенно повышает эффективность использования топлива в цикле. Кроме того, предлагаемая схема позволяет осуществлять когенерацию системы независимо от времени года и наличия потребителей тепла в зоне расположения завода. В настоящее время удаленность от потребителей тепла является одной из основных причин, по которым наши тепловые электростанции не используют когенерационные схемы. Только 5% из них внедрили такие энергосберегающие технологии, что, безусловно, существенно сказывается на их эффективности. Тепло выхлопных газов ГТД используется не только для подсушки ТБО, но и одновременно является окислителем в топке котла (дожиг СО и углеводов при температуре 1100°...1150°С). Такие возможности заложены в самом принципе работы ГТД [3], где, при достаточно больших удельных расходах воздуха (от 5 до 100 кг/с) коэффициент избытка воздуха составляет от 4 до 5. Это означает, что от 3/4 до 4/5 частей выхлопных газов ГТД содержит горячий неокисленный воздух, который является идеальным компонентом топлива мусоросжигающих котлов.

Основные технико-экономические показатели мусоросжигающих заводов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели	Завод «Энергия» г. Киев	МПЗ г. Харьков	ТЭС г. Николае в	ТЭС Норд г. Мюнхен (Германия)	Завод «Ренова» Гётеборг (Швеция)	ОАО «Рассвет» г. Запорожье
Количество перерабатываем ых ТБО (т/сутки)	60	45	660	1800	1100	500
Установленная электрическая мощность (МВт)	—	—	18	172	26	36
Годовое производство электроэнергии (тыс.МВт/ч)	—	—	140	1376	150	260
Общая стоимость строительства завода (тыс. у.е.)	15000	15000	—	—	—	25400

Анализ работы современных отечественных и зарубежных мусоросжигающих заводов показал, что на сегодняшний день внедрение когенерационных энергосберегающих технологий является одним из перспективных путей повышения эффективности использования топлива, особенно в условиях экономической приоритетности энергоносителей. Одновременное производство электрической и тепловой энергии является наиболее выгодным и целесообразным. Использование ГТД в цикле в определенной мере усложняет схему и повышает первоначальную стоимость проекта, однако, как показали исследования [4], все дополнительные расходы окупаются в пределах 1-1,5 лет, а затем это приносит прибыль, экономит топливо и повышает культуру производства. В связи с этим создание мусоросжигательных заводов, энергетических комплексов с использованием газотурбинных, парогазовых и комбинированных технологий дает возможность существенно повысить их эффективность. Они позволяют поднять КПД использования теплоты до 90%, в то время как чисто паротурбинные – не выше 80%, обеспечивают регулируемую подачу тепловой энергии в соответствии с требованиями сезонного графика потребления тепловой энергии. Эффективность использования теплоты топлива и доля выработанной электрической энергии в этом случае полностью определяются термодинамическими характеристиками ГТД и тепловыми нагрузками котла. Следовательно, стратегическим

направлением при проектировании и реконструкции мусороперерабатывающих заводов в Украине является строительство мусоросжигающих комплексов на базе когенерационных схем по парогазовому циклу, с использованием как паротурбинных, так и газотурбинных энергосберегающих технологий. Внедрение ГТД в технологический процесс таких предприятий повысит эффективность и культуру производства.

Библиографический список

1. Пономаренко П.А. Некоторые проблемы энергетики / П.А. Пономаренко В.Н. Ганзенко, Т.П. Базилевич // Вестн. СевГТУ: Сб. науч. тр. — Севастополь, 1999. — Вып. 16. — С. 81–83.

2. Тетиор А.Н. Экологические аспекты управления проектами строительства / А.Н. Тетиор // Вестн. СевГТУ: Сб. науч. тр. — Севастополь, 1996. — Вып. 3. — С. 100–104.

3. Дайнеко В.И. Повышение эффективности эксплуатации газотурбинных двигателей на переходных и концевых режимах / В.И. Дайнеко // Вестн. СевГТУ: Сб. науч. тр. — Севастополь, 1997. — Вып. 6. — С. 95–98.

4. Котляр И.В. Судовые газотурбинные установки / И.В. Котляр — Л.: Судостроение, 1967. — 283 с.

Поступила в редакцию 19.03.2001 г.