

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ: МУСОРОСЖИГАЮЩИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

И. Д. Костюченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. В. Бахмутская

Рассмотрена мусоросжигательная электростанция как инновационная технология производства электроэнергии, ее принцип действия и достоинства. Приведен пример современной мусоросжигательной электростанции и оценка степени ее влияния на здоровье человека.

Ключевые слова: инновационные технологии, мусоросжигающие станции, экология, отходы, безопасность.

К инновационным технологиям производства электроэнергии относятся мусоросжигающие электрические станции.

Мусоросжигательные электростанции являются одним из способов утилизации бытовых отходов. Опыт Европейского сообщества свидетельствует, что таких способов три: сортировка и компостирование; сжигание; захоронение на полигонах. В некоторых странах Европы, таких, как Швеция, Дания, Финляндия, доля сжигания мусора превышает 50 % [3]. Наибольшее количество мусоросжигающих электростанций находятся во Франции (126 станций, 14,7 млн т мусора в год), Германии (99 станций, 25 млн т).

Мусоросжигательный завод – предприятие, использующее технологию утилизации промышленных и твердых бытовых/коммунальных отходов посредством термического разложения (сжигания) в котлах или печах. Побочной функцией мусоросжигательных заводов является выработка тепловой и электроэнергии за счет использования теплоты сгорания.

Современные мусоросжигательные заводы планируется возвести в рамках проекта «Энергия из отходов», реализацией которого занимается «РТ-Инвест» Госкорпорации Ростех. Новая технология позволит без ущерба для экологии навсегда решить проблему мусорных полигонов и свалок [2].

Один из основных принципов, заложенных в основу мусоросжигательного завода нового поколения, – экологичность и безопасность. Мусоросжигающий завод выполняют важную задачу – вовлечение во вторичный оборот отходов, не пригодных к классической переработке. Все это приведет к снижению объемов захоронения отходов, что позволит избежать ущерба, наносимого окружающей среде свалками и полигонами.

На заводы поступают только те отходы, что остались после сортировки и непригодны для вторичного использования. Заезжающие на территорию завода мусоровозы проходят обязательный радиационный контроль, процедуру взвешивания и учета, после чего отходы выгружаются в приемный бункер-накопитель. Здесь отходы могут накапливаться до двух недель, а затем поступают в котел, который рассчитан на 7 тыс. т отходов и представляет собой 7-этажную конструкцию. На заводе их три, и в каждом из них – по две зоны.

В первой – отходы термически обрабатываются при температуре 1260 °С. Такие критические температуры сжигают абсолютно все, даже ядовитые диоксины. В этой зоне экстремального высокотемпературного сжигания исчезают все вредные элементы.

Вторая зона – камера дожига газовых выбросов. Сюда поступают дымовые газы, образующиеся в процессе сжигания. Даже если допустить, что какие-то вредные вещества прошли первую зону, то при вторичном дожиге, где температура превышает 850 °С, они точно будут уничтожены. Кроме того, в камеру дожига впрыскивается специальный раствор карбамида, чтобы полностью убрать органические соединения и обезвредить дымовые газы.

Затем дымовые газы и шлак попадают в реактор. Там происходит обработка активированным углем и аммиаком, добавляются химические элементы для дополнительного обезвреживания.

Из реактора выходят уже очищенные дымовые газы, они попадают в рукавные фильтры, где очень тонкие трубки отбирают любую фракцию, вплоть до микрочастиц, которые просто витают в воздухе. Как уверяют специалисты, если взять замеры воздуха в городе и воздуха после рукавного фильтра, то на заводе он намного чище.

Итак, тонна мусора через 15 мин после поступления в котел превращается в пар. Этот пар направляется в турбогенератор для производства электроэнергии. При этом на собственные нужды завода расходуется всего 5–10 % производимой энергии, остальное поступает в сеть.

Обработка шлака и золы. После сжигания отходы уменьшаются на 90 % в объеме. После термической переработки мусора остаются зола и шлак.

Шлак – это пятый класс опасности отходов, такой же класс опасности имеют несортированные отходы. Он может сразу применяться для отсыпки дорог. Предварительно из шлака отбираются черные и цветные металлы, которые впоследствии направляются на переработку.

Летучая зола составляет примерно 3–5 % от перерабатываемых отходов и относится к более высокому, третьему, классу опасности.

Для решения проблем с золой может быть использована технология Carbon8.

Carbon8 представляет собой химическое обезвреживание золы методом ускоренной карбонизации. Из третьего класса опасности зола обезвреживается до сырья для производства строительных материалов. Зола успешно превращается в различные блоки, бордюры, плитку и даже может заменить цемент. Таким образом, новые технологии предоставляют уникальную возможность – не зарывать под землю ни одного килограмма мусора.

По сравнению со складированием твердых биологических отходов (ТБО) на полигонах, термическая утилизация позволяет уменьшить объем ТБО в 10 раз:

- полное уничтожение бактерий, вирусов и грибков при сжигании ТБО;
- сжигание ТБО позволяет уловить и обезвредить опасные химические вещества, содержащиеся в ТБО, и предотвратить их попадание в почву и воду по сравнению с захоронением ТБО на полигонах;
- исключается образование парникового газа – метана, которое имеет место при захоронении ТБО на полигонах;
- возможность получения тепловой и электрической энергии: из 1 т несортированных ТБО возможно получить (в зависимости от калорийности ТБО и режима работы энергетического оборудования):
 - 200–860 кВт · ч электрической энергии;
 - 0,6–1,7 Гкал тепловой энергии;
- значительная доля полученной из ТБО энергии является возобновляемой ввиду содержания в ТБО биологически разлагаемых веществ;

• термическая утилизация ТБО на мусоросжигающей электростанции (МСЭ) позволяет получить:

- тепловую и электрическую энергию;
- воду (при конденсации влаги дымовых газов);
- металлы (извлекаемые из донной золы);
- отсыпчный материал для дорожного строительства – донную золу [1].

Концепция мусоросжигающей электростанции по технологии «Babcock&WilcoxVølund» на примере реализованного проекта «Copenhill» (Дания) представлена на рис. 1.



Рис. 1. Реализованный проект «Copenhill»

В теплые летние месяцы на крыше «Copenhill» работает полноценный парк развлечений, который предоставляет посетителям пешеходные тропы, игровые площадки, тренажеры для фитнеса, беговые дорожки, стены для скалолазания и смотровые площадки с захватывающим видом на город. Зимой здесь есть лыжные трассы длиной 500 м, оборудованные подъемниками. Склоны проходят от вершины 90-метрового здания к его основанию с поворотом на 180° на полпути вниз по трассе.

Оценка влияния современных МСЭ на здоровье человека. Научный консультативный совет Федеральной медицинской ассоциации (Scientific Advisory Council of the Federal Medical Association) (Германия) исследовал потенциальные риски для здоровья, вызванные выбросами от мусоросжигательных электростанций, и в 1993 г. сделал заключение: «Проведенная оценка показывает, что работающие в настоящее время мусоросжигательные электростанции, соответствующие техническим стандартам, оказывают очень незначительные риски для здоровья, которые таким образом могут быть классифицированы как пренебрежительно малые риски для населения, проживающего вблизи от мусоросжигательных электростанций».

С тех пор экологические требования к МСЭ ужесточались, а технологии газоочистки и экологические показатели МСЭ постоянно совершенствовались.

Литература

1. Обзор мирового опыта реализации проектов строительства экологически чистых мусоросжигающих электростанций. Перспективы и условия реализации коммерческих проектов

- мусоросжигательных электростанций в Украине. – Режим доступа: <https://vse.energy/docs/OEW-ranov.pdf>. – Дата доступа: 11.03.23.
2. Энергия из отходов: новейшие технологии против мусора. – Режим доступа: https://rostec.ru/news/energiya-iz-otkhodov-zelenye-tekhnologii-protiv-musora/?sphrase_-id=492-6878. – Дата доступа: 11.03.23.
 3. Европейская конфедерация заводов по преобразованию мусора в энергию. Confederation of European Waste-to-Energy Plants. – Режим доступа: <http://www.sewer.eu/>. – Дата доступа: 11.03.23.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В ЗАМКНУТЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

О. А. Кныш

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Шаповалов

Рассмотрены способы интенсификации теплообмена путем модификации двухфазного термосифона. Разработана и запатентована конструкция пародинамического термосифона с организованной циркуляцией теплоносителя. Создана экспериментальная установка для исследования эффективности работы замкнутых двухфазных теплопередающих устройств. Экспериментально исследован процесс теплообмена в замкнутых теплопередающих устройствах, заправленных дистиллированной водой, этиловым спиртом и озонобезопасными хладагентами.

Ключевые слова: термосифон, интенсификация теплообмена, тепломассообмен.

Для успешной работы современного энергетического оборудования важное значение имеет отвод теплоты от отдельных тепловыделяющих элементов и поверхностей [1–3].

Замкнутые двухфазные термосифоны многими авторами [4–6] рассматриваются как достаточно перспективные, высокоэффективные, надежные теплопередающие теплообменные устройства за счет автономности, конструкционной гибкости, простоты изготовления, отсутствия движущихся частей, высокой интенсивности внутренних процессов теплопереноса, отсутствия насосов для перекачки теплоносителя и др. [7]. В связи с этим актуальным является исследование возможности применения термосифонов как основного элемента системы охлаждения приборов, устройств и оборудования [8–9].

Известны различные методы интенсификации теплообмена [10, 11]:

1. Способы интенсификации теплообмена путем модификации теплообменных поверхностей:

- Применение коммерческих интенсифицирующих поверхностей и авторских поверхностей, полученных механической обработкой.

В работе [12] описаны результаты экспериментального исследования пузырькового кипения хладона R123 на интенсифицирующей поверхности – горизонтально ориентированной трубе с трехмерной микроструктурой, произведенной «Wolverine Tube, Inc» (рис. 1).