

Сравнение минимальных значений Ra (рис. 3), с теми, которые соответствуют процессу ГАО с радиальным растеканием струи (РРС), показывают, что при одной и той же величине давления  $p_{вх}$  величина Ra при РСО снижается в среднем на 45–50 % по сравнению с процессом ГАО, при реализации которого струя радиально растекается по очищаемой поверхности.

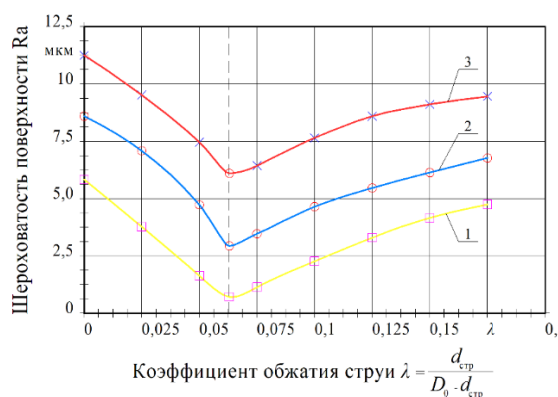


Рисунок 3 – Влияние коэффициента обжатия струи  $\lambda$  на шероховатость поверхности Ra :  $L = 16$  мм; 1 – 3 –  $p_{вх} = 23, 20, 17$  МПа соответственно;  $\kappa_б = 2,5$  %;  $\kappa_{к.с} = 1,5$  %;  $d_c = 1,2$  мм; материал – СтЗсп.

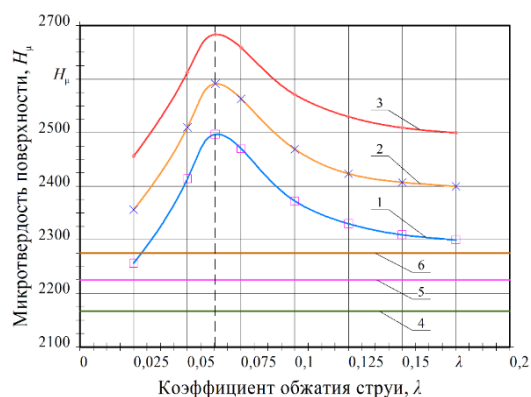


Рисунок 4 – Влияние коэффициента обжатия  $\lambda$  на микротвердость поверхности  $H_\mu$  : 1, 4 –  $L = 30$  мм; 2, 5 –  $L = 16$  мм; 3, 6 –  $L = 8$  мм;  $p_{вх} = 20$  МПа;  $\kappa_б = 2,5$  %;  $d_c = 1,2$  мм; 4, 5, 6 –  $\lambda = 0$ ; материал – СтЗсп.

Сопоставление данных, полученных при РСО и ГАО РРС показывает, что при одном и том же давлении  $p_{вх} = 20$  МПа увеличение микротвердости  $H_\mu$  при РСО (кривые 1–3), по сравнению с ГАО РРС (кривые 4–6), составляет в среднем 7–16 %. Анализ этих результатов показывает, что изменение микротвердости  $H_\mu$  на обработанной поверхности, аналогично характеру изменения силового воздействия при РСО и ГАО РРС на очищаемую поверхность. При этом следует отметить, что в отличие от ГАО с РРС при РСО имеет место диапазон значений  $\lambda = 0,05–0,08$ , в рамках которого величина  $H_\mu$  получает максимальные значения, как по отношению к ГАО РРС, так и по отношению к значениям, которые находятся справа и слева относительно диапазона  $\lambda = 0,05–0,08$ .

УДК 725.4

## МУСОРΟΣЖИГАТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

Жуковец П. Д.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: pole4ka02@tut.by

**Summary.** This article discusses the advantages and disadvantages of incinerators, the reasons why incinerators are popular, and also describes the experience of European countries in creating environmentally friendly incinerators.

В результате увеличения населения происходит естественный процесс урбанизации. В городах с большим числом населения проблема утилизации ТКО/ТБО занимает первенство среди проблем, связанных с экологией. В настоящее время население земли увеличивается более чем на 90 миллионов человек в год.

Люди сжигали мусор на протяжении всей мировой истории, но получать энергию в процессе сжигания научились не так давно. В масштабном формате данная отрасль начала развиваться в то время, когда в период индустриализации появились синтетиче-

ские материалы, которые не имеют возможности разлагаться естественным образом. Первый в мире мусоросжигательный завод появился в Ноттингеме в 1874 году.

Мусоросжигательный завод (МСЗ) – предприятие, использующее метод утилизации промышленных и твердых бытовых/коммунальных отходов посредством термического разложения в котлах или печах.

МСЗ имеют определенные преимущества и недостатки, которые можно подробнее рассмотреть на рис. 1.

#### Преимущества

- Уменьшение количества отходов
- Возможность производства тепловой и электрической энергии
- Предотвращение образования свалок и полигонов

#### Недостатки

- После сжигания в печах старого образца остается 10–30 % от первоначального объема отходов (шлаки), которые, как правило, принадлежат ко второму классу опасности.
- Диоксины и фураны, которые выделяются при сжигании отходов, имеют свойство накапливаться в организме, поражать печень, нервную и иммунную системы.
- В процессе сжигания в воздух попадают также потенциально опасные вещества – ртуть, свинец, мышьяк, хром, кобальт, никель.
- Вследствие сгорания синтетических и полимерных отходов разрушается озоновый слой атмосферы – образуются озоновые дыры.
- Многие отравляющие вещества после сжигания попадают в грунт, а оттуда с водой – в жилища дома.

Рисунок 1 – преимущества и недостатки мусоросжигательных заводов [3]

Технологии сжигания отходов состоит преимущественно из 2 методов:

1. Метод слоевого сжигания на колосниковой решетке.

Горячие воздушные потоки подаются на слой отходов на колосниковой решетке. Температура горения достигает 1000 °С. Утилизировать таким способом можно несортированные отходы. Сегодня в мире функционирует более 1500 установок на базе этой технологии мощностью 250 млн т, которые характеризуются очень высокой энергоэффективностью.

2. Сжигание в кипящем слое.

В топке энергетического котла создается кипящий слой из частиц топлива и негорючих материалов. Эта технология позволяет снизить выделение токсичных веществ, однако ввиду образования большого количества выбросов и шлаков – подходит только для сортированного мусора. Ее используют в разы реже, мощность предприятий – в несколько раз меньше [1].

Технология слоевого сжигания на колосниковой решетке доминирует в странах ЕС. В Швейцарии, Швеции, Австрии, Голландии, Японии на нее приходится около 91 %. Сжигание в кипящем слое практикуют в 6 % случаев. Еще 3 % составляют альтернативные проекты, например, пиролиз. Секрет безопасного сжигания мусора – мощная многоступенчатая система очистки выбросов. В странах постсоветского пространства (РФ, РБ) система очистки состоит из 3–4 ступеней, в то время как в странах ЕС система очистки может состоять из 5–6 ступеней. Таким образом, Евросоюз не собирается отказываться от мусоросжигания и на данный момент имеет несколько успешных проектов.

В центре Вены, по соседству с офисными зданиями, элитной недвижимостью и детским садом, расположен легендарный завод Шпиттлау, где ежегодно утилизируют 250 тыс. т мусора. Из образованной золы здесь производят искусственный песок или

керамику, а тепло, которое выделяется при переработке, отапливает более 60 тыс. городских квартир. Более двух третей завода занимают очистные сооружения, где выхлопной газ проходит многоступенчатую очистку. Наверху здания расположено видное кафе: завод радушно принимает туристов.

Французский завод в Исси-ле-Мулино, утилизирующий 2,3 млн т отходов в год, обеспечивает всему городу централизованное отопление и не представляет никакой опасности для экологии.

Самый мощный завод в мире расположен в Швеции, в 70 км от Стокгольма, в городке Уппсала. Он обеспечивает горячей водой и отоплением город и окрестности, а также 40 % объектов шведской столицы. Разумеется, вопрос о загрязнении атмосферы здесь давно решен, как и на остальных шведских мусороперерабатывающих предприятиях, каковых в стране 32.

Республика Беларусь не отстает от европейских лидеров. Таким образом, к 2023 года под Минском планируется возвести мусоросжигательный завод мощностью 500 тыс. т отходов в год, из которых будут получать электрическую и тепловую энергию [2].

Не смотря на всю экологичность сжигания отходов, на данный момент невозможно отказаться от мусоросжигательных заводов. МСЗ популярны в странах с маленькой территорией, так как у них нет возможности создавать множество полигонов для хранения отходов. Сжигание является отличным способом утилизации отходов, опасных для жизни. В наше время уже существуют технологии, позволяющие создавать МСЗ, не приносящие вреда окружающей среде. Поэтому имеет смысл активное сотрудничество Республики Беларусь со странами Евросоюза для заимствования опыта, который позволит почерпнуть неизвестные ранее технологии, чтобы со временем в направлении восточной Европы появлялось больше экологически дружелюбных объектов.

#### **Список использованных источников**

1. Неправильное сжигание отходов и наша атмосфера: старые методы и новые технологии [Электронный ресурс] / Утилизация медицинских отходов. – Режим доступа: <https://medservise24.ru/blog/medotkhody-i-obrashchenie-s-otkhodami/nepравильное-szhiganie-otkhodov-i-nasha-atmosfera-starye-metody-i-novye-tekhnologii/>. – Дата доступа: 02.11.2021.

2. Мусоросжигательный завод в Минске [Электронный ресурс] / Зялены партал. – Режим доступа: <https://greenbelarus.info/articles/22-01-2019/v-minske-postroyat-musoro-szhigatelnyu-zavod-obyasnyаем-pochemu-eto-plokhaya>. – Дата доступа: 02.11.2021.

3. Преимущества и недостатки мусоросжигания [Электронный ресурс] / Вторичное сырье. – Режим доступа: <https://www.nowaste.ru/opinion/preimushhestva-i-nedostatki-musoroszhiganiya.html>. – Дата доступа: 02.11.2021.

УДК 697.27

#### **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИХРЕВОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА И ТЕПЛООВОГО НАСОСА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Зеленина Ю. С., Иокова И. Л.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: yulia.cupry@yandex.ru*

**Summary.** *When creating an energy supply system for a mobile field hospital operating in a pandemic, a vortex heat generator and flexible heating devices in the heat supply system.*

В настоящее время, в связи с распространением вируса COVID-19, сложная ситуация складывается во всех странах мира. Одна из главных проблем, с которыми сталки-