**УДК 33:66**

**Экономическая эффективность плазмохимического метода переработки промышленных и бытовых отходов**

**В.Ю. Рогов[[1]](#footnote-1), А.В. Зарецкий[[2]](#footnote-2), Ж.И. Лобанова[[3]](#footnote-3), М.А. Макаров[[4]](#footnote-4)**

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

С каждым днем становится все актуальней проблема огромного количества скопившихся отходов. Единственным экологически чистым и экономически эффективным способом утилизации промышленных и бытовых отходов является переработка. В данной статье рассмотрены особенности основных методов переработки отходов, проведен анализ плазмохимического метода, выявлены основные экономические показатели, характеризующие эффективность его применения.

Табл. 2. Библиогр. 4 назв.

*Ключевые слова: энергоноситель; промышленные и бытовые отходы; плазмотрон; технологии; газификация; эффективность; плазмохимическая переработка.*

**COST-EFFECTIVENESS OF PLASMA-CHEMICAL METHOD OF INDUSTRIAL AND DOMESTIC WASTE RECYCLING**

**V. Rogov, A. Zaretsky, Zh. Lobanova, M.Makarov**

National Research Irkutsk State Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

Currently, the problem of huge amount of accumulated waste becomes more and more urgent. The only environmentally friendly and cost-effective way to utilize industrial and domestic waste is recycling. This article considers the features of the main recycling methods, analyses the plasma-chemical method, and identifies the main economic indicators of recycling application efficiency.

Illustrations: 2 figs. Sources: 4 refs.

*Keywords: energy resource, industrial and domestic waste, plasmatron, technology, gasification, efficiency, plasma chemical processing*

В мире сейчас особенно остро стоят две проблемы.

*Первая* заключается в том, что в связи с исчерпанием мировых запасов нефти и природного газа, прогнозируемого в течение нескольких ближайших десятилетий, цена на них растет, на другие энергоносители – тоже. Поэтому сейчас очень актуален спрос на возобновляемые источники энергии, причем экологически чистые: солнечную энергию, энергию приливов, энергию ветра, гидроэнергию.

*Вторая*, и самая серьезная на данный момент, не только у нас, везде в мире, – огромное количество скопившихся отходов: и муниципальных, и канализационных, и биологических, сельского хозяйства, огромное количество древесных отходов, которые потом гниют, и т. д..

Традиционные методы борьбы с данной проблемой рассмотрены в табл. 1..

***Таблица 1***

|  |  |
| --- | --- |
| *Складирование отходов* | |
| *Достоинства*  1. Не требуются постоянные и крупные капиталовложения.  2. Места, где складируются бытовые или промышленные отходы, могут оставаться неизменными десятилетиями.  3. Единовременный процесс избавления от отходов.  4. Результаты разрушительного влияния свалок на природу не видны сразу. | *Недостатки*  1. Огромные затраты на устранение последствий губительного влияния свалок. Намного больше расходов на строительство заводов по переработке промышленных и бытовых отходов.  2. Число свалок с каждым днем растет, уходят огромные территории под их скопление.  3. Промышленные и бытовые отходы, которые разлагаются на свалках, проникают в почву, заражая её. Загрязнение воздуха ядовитыми испарениями. Остатки отходов, которые попадают в водоемы, негативно сказываются на состоянии воды, а также в целом воздействуют на флору и фауну этих водоемов. Такие последствия оказывают негативное влияние на здоровье человека и, непосредственно, на обменные процессы в природе.  4. В будущем разрушительные последствия скопившихся отходов могут стать необратимыми. |
| *Захоронение отходов* | |
| *Достоинства*  1. Проблема утилизации отходов уходит на второй план. Создается иллюзия – если захоронить промышленные и бытовые отходы, то они исчезнут.  2. Нет потребности в новых территориях.  3. Постоянные и крупные капиталовложения не требуются. | *Недостатки*  1. Промышленные и бытовые отходы, содержащиеся в почве, заражают ее и становятся опасными для растительного и животного мира.  2. На первый взгляд такие скопления мусора незаметны, но почва с поверхности земли заражена и не пригодна для дальнейшего использования в промышленных целях, в сельском хозяйстве. К тому же с поверхности почвы часто происходит испарение токсичных веществ.  3. Расходы на устранение последствий губительного влияния отходов в несколько раз превышают затраты на возведение заводов по переработке промышленных и бытовых отходов. |
| *Сливание отходов в водоёмы* | |
| *Достоинства*  1. Крупные единовременные капиталовложения не требуются.  2. Отходы, слитые в водоемы, распространяются очень быстро по поверхности воды, оседают на дно, растворяются, создавая иллюзию чистоты. | *Недостатки*  1.Высокие расходы на фильтрацию и очистку воды. Колоссальный ущерб рыболовецкой индустрии.  2.Продукты разложения отходов распространяются по поверхности воды, по дну, отравляя акваторию, и делают ее непригодной для жизни. Губительными для животных и человека становятся растворенные в воде отходы, порой даже токсичные.  3. Блокированные места слива промышленных и бытовых отходов внушают спокойствие людям, что приводит к распространению токсичных веществ, которому никто не препятствует. |
| *Сжигание мусора* | |
| *Достоинства*  1. Единовременное избавление от огромного объема отходов.  2. Позволяет справляться с мусором в крупных городах и на больших предприятиях, что очень удобно. | *Недостатки*  1. Тяжелые заболевания, которые провоцируются выбросами ядовитых газов в атмосферу при сжигании.  2. Образование плотных дымовых завес, остаточный пепел. |

Можно сделать вывод, что все известные и широко используемые как в нашей стране, так и в большинстве других стран, методы утилизации отходов имеют много недостатков. На сегодняшний день единственным, относительно экологичным методом утилизации промышленных и бытовых отходов является переработка.

Методов переработки существует огромное множество: пиролиз, газификация, сжигание, окисление кислородом. Но они менее эффективны в сравнении с плазменными методами переработки отходов как по экологической чистоте, так и по затратным характеристикам (табл. 2).

***Таблица 2***

|  |  |
| --- | --- |
| *Метод переработки*  *отходов* | *Стоимость,*  *евро/т* |
| Складирование на полигонах | 110–150 |
| Традиционное сжигание | 100–130 |
| Пиролиз | 80–140 |
| Плазменный метод | 45–80 |

Плазменная переработка бытовых и промышленных отходов – новый экологически чистый процесс конвертирования (газификации) отходов, в том числе опасных и вредных, в ликвидный продукт – высококачественный горючий синтезгаз.

Высокотемпературная плазмотермическая переработка отходов, которая обеспечивает существенное снижение выбросов в атмосферу диоксинов и фуранов (наиболее токсичных продуктов переработки отходов) до санитарно-гигиенически и экологически безопасных уровней, а также радикальное решение проблемы избавления от золошлаковых отходов, образующихся при традиционных способах сжигания бытовых отходов.

В развитых странах в последние годы вводятся в эксплуатацию новые заводы с плазменной переработкой отходов. Все они базируются на близкой идеологической основе – используются мощные воздушные плазмотроны (сотни киловатт–мегаватты) с добавкой водяного пара.

Плазмотрон способен работать в различных газовых средах, таких как воздух, кислород, азот, аргон и другие, что позволяет его применять для различных типов производств: металлургия, химическая промышленность, утилизация всех видов отходов.

Плазменными технологиями переработки отходов в настоящее время занимается достаточно большое число компаний. Они представили в основном опытные конструкторские разработки различной производительности, которые обладают разными недостатками и достоинствами.

Только технологию компании Westinghouse можно считать промышленно реализованной. Именно она построила несколько заводов разной производительности в Японии, основным недостатком которых является применение прямого процесса газификации, в результате которого получается газ, сильно загрязненный смолами, что делает невозможным его использование в современных энергетических циклах.

В России представлены следующие разработки: плазмохимический реактор для уничтожения токсичных отходов (Ассоциация «СибАкадемИнновация»); разработки ЗАО Проектно-инжиниринговой компании «Атомпроминновации»; опытно-промышленные плазменные установки «Плутон», «Плазмохимический реактор» для переработки смешанных твердых отходов (ГУП МосНПО «Радон»). Существующие плазмогенераторы используются для конкретных типов отходов и давно морально устарели.

Огромный потенциал несет в себе разработка Института электрофизики и электроэнергетики РАН, научный руководитель академик Ф.Г. Рутберг. Технология, разработанная с учетом мирового обозрения и опыта, лишена основных недостатков при обобщении основных достоинств. Установка, перерабатывающая 1500 кг/ч отходов, расходуя 1170–3705 кВт·ч электроэнергии (0,78–2,47 кВт·ч на 1 кг), способна получить с 1 кг отходов 1,31–1,25 кВт·ч электрической и 3,76–6,7 МДж тепловой энергии. Проект завода по переработке твердых промышленных и бытовых отходов был представлен на экспертизу в фонд «Сколково». В результате положительного заключения было предложено построить первый промышленный образец на территории Сколково.

Один человек, в среднем, производит около полутонны мусора в год. Если население Сколково составит 20-25 тысяч человек, как сейчас планируется, то такой завод (производительность полторы тонны в час) решит полностью проблему утилизации промышленных и бытовых отходов.

Ежегодно в России образуется 40 млн т бытовых отходов. Использование данной разработки позволит, во-первых, переработать и обеспечить теплом и электричеством около

11 млн квартир, а также сократить (а при широкомасштабном внедрении полностью исключить) количество отходов, размещаемых в настоящее время в окружающей среде (на свалках и полигонах), и через 10 лет заместить существенную долю энергетических мощностей (до 15-20 %). А ведь еще недавно предсказывали, что возобновляемые источники не могут давать больше 5–6 %. Для сравнения: сейчас атомная энергетика занимает долю – 5 %.

**Библиографический список**

1. Петров С.В., Маринский Г.С., Коржик В.Н., Мазунин В.М. Применение пароплазменного процесса для пиролиза органических, в том числе медицинских и других опасных отходов // Современная электрометаллургия. – 2006. – №2. – C. 44 – 50.

2. Описание процессов переработки отходов ИЭЭ РАН [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://plasmahit.ru

3. Плазменная газификация (высокотемпературный пиролиз): уничтожение биологических отходов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://tbc-inv.ru/tech

4. Куцылло К. В институте электрофизики и электроэнергетики мусор сгорает на Земле при солнечной температуре // Коммерсантъ Наука. – 2011. – № 4. – С. 1–4.

1. Рогов Виктор Юрьевич, д.э.н, профессор кафедры УПП, е-mail: rogovvu@mail.ru

   Rogov Victor, Doctor of Economics, Professor of Enterprises Management Department, е-mail: rogovvu@mail.ru [↑](#footnote-ref-1)
2. Зарецкий Александр Владимирович, студент гр. УПИ-09-1, e-mail: sanya-zareckii@mail.ru

   Zaretsky Alexander, a third-year student, e-mail: sanya-zareckii@mail.ru [↑](#footnote-ref-2)
3. Лобанова Жанна Игоревна, студентка гр. МЭ-08-1, e-mail: Igor-hause@rambler.ru

   Lobanova Zhanna, a fourth-year student, e-mail: Igor-hause@rambler.ru [↑](#footnote-ref-3)
4. МакаровМаксимАлександрович, студентгр. УПИ-09-1, e-mail: mahsudd@mail.com

   Martynyuk Alexey, a third-year student, e-mail: mahsudd@mail.com [↑](#footnote-ref-4)