

This article has been presented in BIOS Forum 2020 event. In Russia, city of St. Petersburg. The event was go organized with AWARE project, by the AWARE project partner Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design. The article is one of the CBC funded AWARE projects contributions for Educational, training program and knowledge building purposes.

CBC KS1913 AWARE project "Against Waste: Activate Research and Education" is Funded by the European Union, the Russian Federation and the Republic of Finland.

The project is being implemented under the South-East Finland-Russia Cross-Border Cooperation Programme. The aim of the project is to increase ecological awareness of residents of Saint-Petersburg and Leningrad Region, university professors, researchers, students, businessmen and representatives of state structures of Saint-Petersburg and Leningrad Region as well as to acquire skills and expand opportunities for sustainable waste management.

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ



Трейман М.Г.

Т.Р. Терешкина, М.Г. Трейман  
СПбГУПТД, ВШТЭ

198095, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ивана  
Черных, д.4

**Аннотация.** В статье представлен зарубежный опыт переработки различных видов отходов на примере Швеции. Приведены хронологические этапы осуществления в стране так называемой «мусорной» реформы. Представлена структура перерабатываемых в Швеции отходов, описан процесс сортировки твердых коммунальных отходов и приведены инновационные технологии, используемые в области переработки отходов.

**Ключевые слова:** сортировка отходов, переработка отходов, вторичные материальные ресурсы, альтернативные источники энергии, утилизация, использование биогаза, инновационные технологии в сфере переработки отходов.

Направление переработки отходов актуально и значимо в современной действительности для многих государств, но в настоящее время в каждой стране используются свои подходы к переработке отходов. Применяемые технологии переработки существенно отличаются друг от друга, но их объединяет единая цель – максимальное извлечение ценных компонентов из отходов и определение возможных способов переработки, позволяющих из вторичного сырья изготовить продукцию. Таким образом, термин «отходы» постепенно трансформируется во «вторичные материальные ресурсы», то есть отходы становятся сырьем и могут преобразовываться с использованием различных технологий в готовую продукцию.

Для преобразования отходов в сырьё необходимо использовать технологии и методы переработки, направленные на максимальное извлечение полезных компонентов, быстрые скорости переработки твердых коммунальных и промышленных отходов и снижение их экологической опасности. В настоящее время многие страны не только разработали

технологии по переработке отходов, но и совершенствуют их, внедряя инновационные разработки. Сфера переработки отходов тесно связана с инновациями.

Наиболее прогрессивным в настоящее время является опыт Швеции, где в общем итоге перерабатывается более 99% отходов, а также принимаются и перерабатываются отходы из Норвегии. Швеция – это государство, занимающее незначительные площади, в связи с чем захоронение отходов на полигонах для него не приемлемо и не выгодно. Так называемая «мусорная реформа» началась в Швеции в 1990-х годах. Изначально был введен налог на вывоз отходов на полигоны, затем в 2002 году было запрещено вывозить на полигоны отходы, которые возможно сжечь, в 2005 году появился запрет о вывозе на полигоны пищевых и органических отходов. Таким образом, правительство Швеции стимулировало граждан, а также предприятия и организации страны к переработке отходов. Процесс вывоза отходов на полигон стал дорогостоящим и невыгодным из-за значительного налогового бремени для предприятий и муниципалитетов, им пришлось искать альтернативные способы их переработки [2].

Первым этапом переработки является сортировка: отходы в Швеции собираются в 6 видов контейнеров. Сортировку твердых коммунальных отходов граждане осуществляют самостоятельно в специализированные цветные контейнеры. Контейнер зеленого цвета используется для органических отходов, синий – для газет и бумаг, оранжевый - для пластиковой упаковки, желтый - для бумажной упаковки, серый – для металлических отходов, белый - для оставшихся, не входящих в предшествующий список, отходов. Сортировка является важным этапом и, в дальнейшем, в зависимости от вида отходов используются различные инновационные методы переработки отходов [1].

Так, для упрощения сбора опасных отходов, в Швеции используются специализированные автоматы по приему мелких отходов. Автоматы располагаются в супермаркетах, на заправках, в аптеках. Автоматы принимают лампочки, батарейки, баллончики из-под спрея, мелкую электронику, клеи, лаки и краски. Использование автоматов упростило процесс сортировки отходов.

Структура перерабатываемых в Швеции отходов по типам представлена на рис. 1.

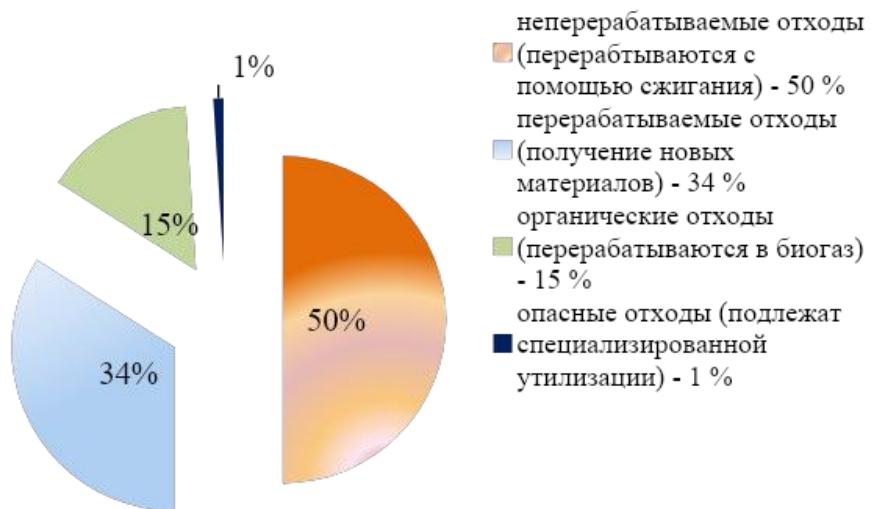


Рис 1. Структура отходов Швеции, % [4]

Половина отходов страны перерабатываются с использованием технологий сжигания. В настоящее время в Швеции функционируют 60 мусоросжигающих заводов, один завод в Линчепинге в совокупности в год перерабатывает более 600 млн. тонн отходов. В данном случае отходы выступают альтернативным источником для получения энергии.

Мусоросжигающие заводы используют инновационную технологию «WasteToEnergy», в которой задействованы специализированные плазменные печи, позволяющие осуществлять процесс сжигания отходов и получать наибольшее количество энергии. В год один завод производит 17 ТВтч энергии, выработанная энергия используется на отопительные нужды. Отходы являются эффективным топливом, что позволяет сократить затраты в стране на топливно-энергетические ресурсы, в частности на уголь [3].

34% составляют перерабатываемые отходы. Перерабатываемые отходы могут повторно использоваться в производственном процессе, например, к таким отходам относятся пустые стеклянные бутылки. Часть отходов используется в производствах в качестве вторичного сырья, например, измельченная резина от утилизированных автомобилей входит в состав ковриков для автомобилей, которые достаточно востребованы в стране.

Органические отходы(15%) перерабатывается в биогаз. Биогаз является продуктом метанового брожения бактерий. Биогаз – это эффективное топливо для автомобилей. Например, в Линчепинге весь муниципальный транспорт использует биогаз в качестве топлива. Также биогаз является экологически чистым источником энергии,то есть биогаз позволяет переработать отходы в производственный ресурс, а образующуюся энергию в дальнейшем использовать в промышленных целях.

Самая сложная с точки зрения обращения группа, для которой необходима специальная утилизация - опасные отходы (1%). Для каждого типа таких отходов создана специальная технология утилизации, которая позволяет переработать их в полном объеме и существенно снизить ущерб, наносимый окружающей природной среде.

Дальнейшее совершенствование переработки отходов осуществляется с использованием цифровых технологий. В частности, продолжают роботизировать процесс сортировки отходов. Так с помощью роботов-сортировщиков проводят дополнительную сортировку отходов, проверяя правильность сортировки отходов населением, что позволит еще более качественно подходить к процессам переработки. Робот по своим свойствам может анализировать качественный состав отходов, определять и классифицировать отходы разных групп, а также проводить дополнительную сортировку, ориентируясь на такие индикаторы как цвета контейнеров и состав отхода. Использование роботов-сортировщиков позволит сократить время и трудозатраты при работе со вторичным сырьем.

Таким образом, Швеция является страной с позитивными результатами внедрения принципов устойчивого развития и «зеленой» экономики, поскольку отходы перерабатываются в полном объеме и являются вторичным материальным ресурсом, а также позволяют вырабатывать альтернативную энергию за счет применения экологических инноваций во всех сферах деятельности.

### **Библиографический список:**

1. Картавый А.Н. Переработка твердых промышленных и коммунальных отходов. Техника и технологии: учебное пособие/ ФГБОУ ВПО Московский гос. машиностроительный ун-т (МАМИ). – Москва: Университет машиностроения, 2013. – 295 с.
2. Картушина Ю.Н., Желтобрюхов В.Ф. Методы переработки твердых отходов: монография / Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград: ВолгГТУ, 2016. – 96 с.
3. Салова Т.Ю., Громова Н.Ю., Громова Е.А. Термические методы переработки органических отходов. Источники возобновляемой энергии: монография /СПб.:СПбГАУ, 2016. – 226 с.
4. Соколов Л. И., Кибардина С.М., Фламме С., Хазенкамп П. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов: монография / Изд-во: Инфра-Инженерия, 2019. – 176 с.

## **FOREIGN EXPERIENCE OF WASTE PROCESSING**

T.R. Tereshkina\*, M.G.Treiman

SPbSUITDHSTE

198095, Russia, St. Petersburg, Ivan Chernykh St., 4

E-mail: \*ttp\_big@mail.ru

**Abstract.** *The article presents the foreign experience of processing various types of waste on the example of Sweden. The chronological stages of the implementation of the so-called "garbage" reform in the country are given. The structure of waste processed in Sweden is presented, the process of sorting municipal solid waste is described, and innovative technologies used in the field of waste processing are presented.*

**Keywords:** *waste sorting, waste processing, secondary material resources, alternative energy sources, utilization, use of biogas, innovative technologies in the field of waste processing.*