

17. Rogovin Mitchell Three Mile Island: A report to the Commissioners and to the Public, Volume I. — Nuclear Regulatory Commission, Special Inquiry Group, 1980, [электронный ресурс], режим доступа: [http://www.threemileisland.org/downloads/354.pdf]
18. J. Samuel Walker, Three Mile Island: A Nuclear Crisis in Historical Perspective (Berkeley: University of California Press, 2004), p. 231.
19. Кирсти Хансен, Руа 6: Школа для всего мира, Бюллетень МАГАТЭ 49-2 март 2008, [электронный ресурс], режим доступа: [http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull492/Russian/49202712831_ru.pdf].

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРЕЗ ОЦЕНКУ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКТОВ

Ю.В. Бородин, к.т.н., доц.
Томский политехнический университет
634050, г. Томск пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-33-84
E-mail: uryborodin@tpu.ru

1. Жизненный цикл полиэтилентерефталата

Анализ потоков энергии, участвующих в производстве/изготовлении продуктов является одним из аспектов оценки жизненного цикла, анализирующим экологические проблемы, связанные с производством продуктов и следующими действиями:

- определение количества энергии и материалов, используемых в процессе производства, количества отходов, выбрасываемых в окружающую среду;
- оценка влияния энергии и выбросов/отходов на ОС;
- оценка возможностей улучшения утилизации конечного продукта.

Оценка, если это возможно, должна рассматривать все действия, относящиеся к производству или изготовлению продуктов. Данная оценка должна состоять из обработки сырых материалов, производства/изготовления продуктов, транспортировки и распространения, использования (в том числе повторного) готовой продукции, переработки и утилизации. На рис.1 представлен упрощенный процесс и производство ПЭТ.

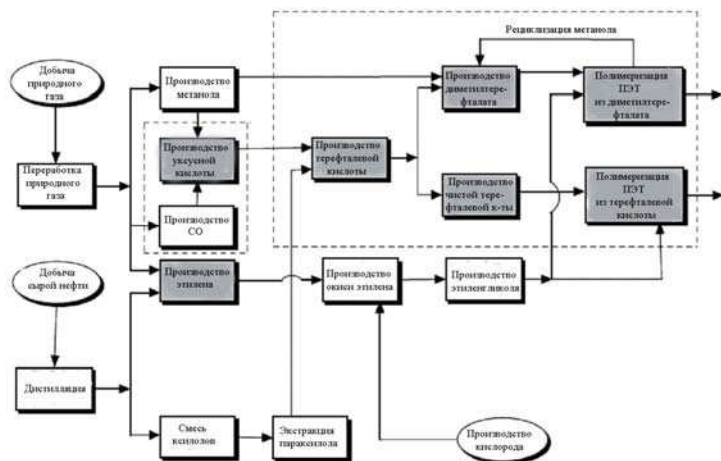


Рис. 2.1 Упрощенный процесс и производство ПЭТ

Стадия производства – выбросы и энергопотребление для производства пэт-бутылки объемом 1 л.

Производство различных видов полимеров имеет абсолютно разное энергопотребление и количество выбросов. В данном разделе будут рассматриваться пэт-бутылки для предоставления точных результатов на стадии производства.

2. Инвентаризационная оценка жизненного цикла

Пластиковая продукция.

В данном разделе представлен общий обзор сложных и разнообразных процессов, связанных с производством ПЭТ-бутылок. Мы также рассматриваем «добавки», которые повышают характеристики пластиковых бутылок или помогают при их производстве. Эти добавки часто воздействуют на окружающую среду сильнее, чем сам полимер. В конце, мы рассмотрим информацию о последствиях производства пластиковых бутылок на окружающую среду и здоровье человека.

Таблица 1

Экологический профиль – производство ПЭТ-бутылки			
Сырье	Нефть и природный газ	Основной продукт	Одна пэт-бутылка весом 1 кг
Энергия	83.8 МДж/кг	Твердые отходы	0.045130 кг/кг
Транспорт	0.2 МДж/кг	Выбросы газов	CO ₂ 2330 г/кг SO _x 25 г/кг NO _x 20.2 г/кг CO 18 г/кг HCs 40 г/кг

Применение ПЭТ-бутылок. В данном разделе рассматривается основной сектор применения бутылок – упаковка. Во время этого этапа не происходит энергозатрат и выбросов газов. Следовательно, не будет использоваться какая-либо информация для определения воздействия ПЭТ-бутылок во время применения в течение жизненного цикла.

Транспортировка ПЭТ-бутылок. В этом разделе готовые ПЭТ-бутылки будут отправляться потребителям и в конечном счете в центры переработки и места удаления отходов как только завершается их жизненный цикл. Это значит, что после того, как бутылка становится ненужной, ее выбрасывают в мусорные баки. Предполагается, что максимальное расстояние до потребителей, центров переработки и мест удаления отходов составляет 200 км. Энергия, необходимая для транспортировки составила 0,01 МДж / кг / км [1]. Мы не рассматриваем выбросы на этапе транспортировки, потому что они незначительны.

Этап транспортировки – Выбросы и энергопотребление для 1кг ПЭТ-бутылки.

Экологический профиль – Этап транспортировки ПЭТ-бутылки

Транспорт=0.01*200=2МДж/кг

Утилизация ПЭТ-бутылок. Отходы пластиковых бутылок могут быть утилизированы несколькими способами. Переработка – это один из методов улучшения, который рассматривался в данной работе. Утилизация позволяет снизить число отходов и уменьшить риск загрязнения окружающей среды ПЭТ-бутылками.

Переработка ПЭТ-бутылок – Выбросы газов и энергопотребление. Повторное использование – это не самый экологический способ получения пользы от пластиковых бутылок, поэтому альтернативой является переработка их в сырье или утилизация отходов в энергию, чтобы не потерять фактическую ценность продукта. Данные технологические методы переработки отходов пластиковых бутылок развиты в индустриальных странах в больших масштабах – механическая переработка и сжигание с целью получения энергии. Как только переработанный продукт был очищен и разрезан, процесс производства такой же, как и производство ПЭТ-бутылок из сырья. Большинство пластиковых бутылок перерабатываются механическим способом; химическая переработка находится на стадии разработки. Пластиковые бутылки являются основным видом пластика, который собирается и утилизируется из домашних отходов. Во время процесса переработки, требуется энергия и происходят выбросы газов в окружающую среду.

Переработка отходов – Энергопотребление и выбросы газов за 1 кг ПЭТ-бутылки

Таблица 2

Экологический профиль – Переработка отходов			
Сырье	-	Основной продукт	Одна пэт-бутылка весом 1 кг
Энергия	27.07 МДж/кг	Твердые отходы	-
Транспорт	0.2 МДж/кг	Выбросы газов	CO ₂ 163 г/кг SO _x 0 г/кг NO _x 0.081 г/кг CO 0.205 г/кг HCs 0.016 г/кг VOCs 6.95 г/кг

Выброс отходов на полигон – Энергопотребление и выбросы газов за 1 кг ПЭТ-бутылки**Таблица 3**

Экологический профиль – Выброс отходов на полигон			
Энергия	60.007 МДж/кг	Твердые отходы	-
Транспорт	0.2 МДж/кг	Выбросы газов	CO ₂ 94.597 г/кг SO _x 0.848 г/кг NO _x 1.728 г/кг HCs 2080.609 г/кг

Сжигаемые отходы – Энергопотребление и выбросы газов за 1 кг ПЭТ-бутылки**Таблица 4**

Экологический профиль – Сжигаемые отходы			
Энергия	32. МДж/кг	Твердые отходы	-
Транспорт	0.2 МДж/кг	Выбросы газов	CO ₂ 2016 г/кг SO _x 0.609 г/кг NO _x 2.436 г/кг CO 0.609 г/кг

Выводы – Выбросы газов и энергопотребление 1 кг ПЭТ-бутылки. В данном разделе мы добавили выбросы и энергопотребление за время жизненного цикла ПЭТ-бутылки и сделали выводы. Таблица 4 показывает общее энергопотребление в МДж и общие выбросы газов за весь жизненный цикл 1 кг ПЭТ-бутылки при различных методах утилизации отходов.

Таблица 5**Энергопотребление и выбросы газов за весь жизненный цикл 1 кг ПЭТ-бутылки**

	Переработка отходов	Выброс отходов на полигон	Сжигаемые отходы
Общая энергия (МДж)	113.27	144.2	118.7
Общие выбросы (г)	2603.45	4610.98	4452.85

3. Оценка воздействия за весь период жизненного цикла

В данном разделе мы использовали результаты инвентаря жизненного цикла для оценки потенциальных последствий ПЭТ-бутылок, утилизированных различными методами. Лучшим способом сравнения методов утилизации ПЭТ-бутылок с экологической точки зрения было сравнение и анализ затраченной энергии и выбросов газов за весь жизненный цикл ПЭТ-бутылки. Следующим шагом было определение воздействий выбросов газа на глобальное потепление.

Использование энергии. Результаты общей энергии показаны в таблице 5 для ПЭТ-бутылок с различными методами утилизации. Энергия, необходимая для переработки 1кг ПЭТ-бутылки относительно меньше, чем энергия, затраченная при двух других методах утилизации. Это происходит, потому что требуется меньше энергии для производства переработанных продуктов, из-за экологической выгоды при условии, что переработанные продукты используются для замены необработанных полимеров. Кроме того, переработка имеет преимущества, так как когда продукт используется повторно, он не производится снова, и, следовательно, только половина отходов остается в почве, чем при использовании первичного полимера. Чем чаще материал перерабатывается, тем меньше остается отходов в почве, и это существенно сокращает нагрузку на окружающую среду. Согласно таблице 5, выброс отходов на полигон требует гораздо больше энергии за весь жизненный цикл ПЭТ-бутылки, возможно, из-за расхода топлива на транспортировку, эксплуатацию и постоянный мониторинг полигона. С другой стороны, еще один способ утилизации отходов ПЭТ-бутылок – сжигание. Сжигание отходов ПЭТ-бутылок происходит в печах, а энергия, получаемая при сжигании равна теплоте сгорания различных компонентов.

Глобальное потепление. Таблица 6 представляет экологические последствия 1 кг ПЭТ-бутылки, переработанной различными методами утилизации. Глобальное потепление - это увеличение температуры из-за выбросов парниковых газов. Единственные выбросы парниковых газов, кото-

рые имеют значение для производства и утилизации ПЭТ-бутылок – углекислый газ и метан. На основе результатов, представленных в Таблице 4.1, можно сделать вывод, что переработка лучше, чем сжигание или выброс на полигоны в отношении энергозатрат и выбросов газов. Выбросы газов, способствующие глобальному потеплению при сжигании ПЭТ-бутылок практически такие же, как и при выбросе на полигоны. Это случается потому что, ископаемый углерод выбрасывается во время сжигания, также как и при выбросе на полигоны.

ПЭТ-бутылки можно сжигать вместе с другими сжигаемыми материалами, что способствует снижению выбросов парниковых газов, предотвращая выброс метана на полигонах. Метан может вызвать глобальное потепление в 30 раз больше, CO_2 [2]. Поэтому предотвращение выброса отходов на полигоны является ключевой мерой по снижению выбросов парниковых газов.

Таблица 6

Экологические последствия при различных методах утилизации ПЭТ-бутылок

Экологические последствия	Переработка отходов	Выброс отходов на полигоны	Сжигание отходов
Глобальное потепление (кг CO_2 -eq)	3,33	47	4,3

Пример расчета значений глобального потепления

Процесс X выбрасывает 2.495 кг CO_2 and 0.040016 кг CH_4

Эквивалентные коэффициенты (Q) - потенциалы глобального потепления (GWP) за период 100 лет:

Q глобального потепления - $\text{CO}_2 = \text{GWP CO}_2 = 1 \text{ г CO}_2$

Q глобального потепления - $\text{CH}_4 = \text{GWP CH}_4 = 21 \text{ г CO}_2 / \text{г CH}_4$.

Потенциальное воздействие метана на глобальное потепление:

Q глобального потепления - $\text{CH}_4 \times \text{г CH}_4 = 21 \text{ г CO}_2 / \text{г CH}_4 \times 40 \text{ г} = 840 \text{ г CO}_2\text{-Eq}$.

Общее воздействие процесса X на глобальное потепление:

Общее глобальное потепление = (2,495 + 840) кг $\text{CO}_2 = 3, 33 \text{ кг CO}_2\text{-Eq}$.

4 Заключение

Пластиковые бутылки могут сделать ценный вклад в устройство нашей жизни, но для начала мы, как общество, должны найти более разумные способы использования этого материала. То как мы производим, используем и утилизируем пластиковые бутылки должно оказывать минимальное влияние на окружающую среду. Вот некоторые из методов, позволяющие снизить влияние на окружающую среду:

1) «Зеленая» пластиковая индустрия

Производство пластиковых материалов является одной из основных отраслей промышленности, обладающей значительным потенциалом в плане серьезного загрязнения окружающей среды. Различные способы производства пластика и его утилизации будут способствовать различным эффектам на окружающую среду. Таким образом, государство должно обеспечить работу промышленности так, чтобы свести к минимуму неблагоприятное воздействие на людей и окружающую среду, а также вносить свой вклад в достижение устойчивого развития.

2) Потенциальное воздействие от выщелачивания веществ из ПЭТ продуктов на здоровье и окружающую среду

Использование пластиковых бутылок для напитков и упаковки увеличивает риск попадания в продукты вредных веществ из пластика. При оценке риска были выявлены некоторые, но не все химические вещества, используемые в пластике. Есть предположения, что количество выбросов в процессе производства и утилизации пластика значительно больше, чем в процессе эксплуатации, когда люди наиболее близко взаимодействуют с продукцией из пластика. Необходимо принять меры в отношении этого информационного пробела.

3) Уменьшение образования отходов

В процессе жизнедеятельности людей образуется все большее количество отходов. Также как и с другими материалами, еще очень многое предстоит сделать, чтобы сократить количество отходов пластика, которое мы производим. Низкая стоимость пластика способствовала сдвигу в сторону «одноразовой» культуры, которая теперь способствует постоянному росту отходов.

4) Практика переработки отходов должна стать привычкой

Отношение общества к переработке отходов должно быть улучшено. Общественность должна быть хорошо проинформирована о важности переработки. Борьба с загрязнением окружающей среды будет проходить более эффективно если большого количества людей есть те, кто обладает «твердым убеждением в личной ответственности и влиятельности также как и в силе самоопределения». Человечество могло бы перерабатывать намного больше, если бы оно лучше понимало экологические преимущества переработки как способа утилизации.

5) Плата за отходы

Хотя подобная практика еще не достаточно распространена в большинстве стран, некоторые центры утилизации в России уже реализуют эту концепцию, как способ поощрения людей к переработке отходов. Такая концепция главным образом направлена на тех, кто не перерабатывает отходы и поддерживает тех, кто перерабатывает. Плата за отходы, отправляемые в центры переработки, может сделать переработку более популярной среди населения.

6) Внедрение более пригодных для переработки продуктов

Замена пластиковых бутылок для напитков на переработанные или биоразлагаемые в первое время может побудить большее количество людей к переработке. Обозначение на перерабатываемых продуктах международного логотипа, указывающего на возможность повторной переработки, позволит информировать потребителя о том, можно ли отправить данный продукт на повторную переработку или нет. Когда потребитель будет видеть, что данный продукт может быть переработан, он будет автоматически классифицировать его как продукт вторичной переработки и не складывать его вместе с не подходящими для переработки отходами. Таким образом, есть надежда, что общество будет более информировано о том, какие продукты на рынке могут быть вторично переработаны.

Литература.

1. Ncube A., Borodin Y. V. Life Cycle Assessment Of Polyethylene Terephthalate Bottle // 7th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2012): Proceedings: in 2 vol., Tomsk, September 18-21, 2012. - Tomsk: TPU Press, 2012 - Vol.1 - p. 64-69.
2. McDougall, F. R., White, P. R., Franke, M. and Hindle, P. (2001). Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory (2nd Edition). Blackwell Science Inc., USA. pp.1.
3. ISO 14040 (2006). Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
4. ISO 14041 (1998). Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ.
5. ISO 14042 (1999). Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

О.Б. Вайшля, к.б.н., доц., Н.Н. Осипов, инженер - исследователь, А.А. Беленко, аспирант
Национальный исследовательский Томский государственный университет,*

**ЗАО «Владисарт» г. Москва*

634050 г. Томск пр. Ленина, 36, тел. (3822)-529-543, факс (3822)-529-853

E-mail: plantaplus@list.ru

Функциональные наноструктуры привлекают все больший интерес ученых благодаря уникальным свойствам и возможности их широкого применения. Значительные успехи были достигнуты в изучении наночастиц на основе металлов и их оксидов, углеродных нанотрубок и нановолокон. С тех пор, как в 1952 г. Л.В. Радужкевич и В.И. Лукьянович впервые синтезировали, а С. Иидзима в 1991 г. переоткрыл «углеродные нанотрубки» (УНТ), полимерные мембраны, модифицированные УНТ, стали электропроводными; фильтрующие элементы приобрели высокую избирательность за счет мембраны с УНТ в качестве селективного слоя; композитные материалы стали сверхлегкими и сверхпрочными; жилеты повысили пуленепробиваемость; появились наноаккумуляторы водорода, высокоэффективные наносорбенты, наномодификаторы конструкционных материалов, наноконтейнеры для доставки лекарственных препаратов и т.д.

Поскольку УНТ применяются в промышленных масштабах в силу простой природной углеродной структуры, именно они в первую очередь должны изучаться с точки зрения экологической безопасности [1, 2]. Большинство публикаций посвящено животным и человеку, растения же изуче-