

Почему это исследование было выбрано в качестве примера?

Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) – сложная задача, отнимающая много времени. Следовательно, в рамках Практикума детальное описание ее структуры невозможно. Чтобы проиллюстрировать применение этой оценки на практике, мы рассмотрим один пример. Для этой цели мы выбрали проект «Сравнение ОЖЦ для насыпного упаковочного материала, полученного из крахмала или из полистирола», поддержанный Германской Экологической федерацией (Würdinger et al., 2002). Наряду с самой демонстрацией подхода, особенный интерес представляют результаты выбранного исследования, поскольку они показывают, что в этом случае использование возобновляемого сырья само по себе не дает экологических преимуществ.

История исследования

«Биоразлагаемые материалы на основе возобновляемого сырья на протяжении долгого времени обсуждали, разрабатывали и пропагандировали как решение многих экологических проблем. Тем не менее, широкого их внедрения в промышленность пока не произошло. Это часто объясняют отсутствием четких критериев при оценке с точки зрения экологии. Существующая неопределенность, в свою очередь, влияет на поведение покупателей, разработку продукта или удаление отходов. До сих пор результаты исследований, которые позволяют достоверно оценить риск для окружающей среды вследствие использования таких материалов, в литературе отсутствуют» (Würdinger et al., 2002). Настоящее исследование предпринято потому, что существует мнение о необходимости первоочередного применения пластмасс, полученных из возобновляемого сырья. Для исследования были выбраны два типа насыпного упаковочного материала: один из них получен на основе возобновляемого сырья (крахмал), другой из пенополистирола, который получается в результате сжигания ископаемых видов сырья.



Рис. 1: насыпной упаковочный материал

Цели и границы исследования

Цель

С помощью данного практического примера мы попробуем изучить, будет ли применение пластмасс на основе возобновляемого сырья экологически обоснованным или нет. В качестве примеров были выбраны следующие насыпные упаковочные материалы:

- 1- упаковочный материал на основе пенополистирола
- 2- упаковочный материал на основе крахмала (возобновляемое сырье)
- 3- упаковочный материал на основе повторно использованного сырья (переработанный полистирол).

Пример 3 (упаковочный материал на основе повторно использованного сырья) подробно рассматривать мы не будем, чтобы упростить вопрос.

Функция и функциональная единица

В качестве функции рассматривается возможность использования исследуемого продукта в качестве упаковочного материала при транспортировке грузов. В ходе рассмотрения предполагали, что различные системы не различаются по своим техническим качествам. Объем насыпного упаковочного материала был выбран в качестве функциональной единицы. Все данные и результаты отнесены к упаковке объемом 100 м^3 .

Граничные условия

Границы системы отделяют исследуемую систему от окружающей среды. Границы системы были выбраны "от колыбели до могилы". Это означает, что учитывают все соответствующие материальные и энергетические потоки, начиная от разведки сырья, разработки месторождения, транспортировки и предварительных обработок до процесса производства и применения продукта, заканчивая удалением отходов.

Политические границы Федеративной Республики Германия являются областью этого исследования. Если материалы (например, нефть) поставляются из других стран, страна

происхождения также включается в область исследования. Материал оценивается в соответствии с долей этого материала на рынке подобных материалов в Германии. В качестве базового года выбран 1997 год.

Критерии отбора

В ходе исследования все материальные и энергетические, составляющие менее 1% по отношению к общей массе, не рассматривались. Сумма всех процессов, которые не рассматривались в исследовании, не должна была превышать 5%. Материальные потоки, составляющие менее 1% по отношению к общей массе, рассматривали в том случае, если они представляют значительный интерес для всего процесса ОЖЦ в связи с токсичностью или энергическими аспектами.

Как проводят анализ?

Рассчитанные сценарии

Чтобы ответить на вопрос о разумности применения пластмасс, основанных на возобновляемом сырье, были созданы и рассчитаны несколько сценариев. Создание подобных сценариев важно при рассмотрении влияния различных факторов на изучаемую систему. При исследовании насыпного упаковочного материала из вспененного крахмала рассмотрены 20 различных сценариев. В таблице 1 представлен ряд исследованных сценариев.

Таблица 1: Выбор сценариев для насыпной упаковки из вспененного крахмала

Продукция	Кукурузный крахмал	Картофельный крахмал II (от общего объема сточных вод)	Пшеничный крахмал (обычное производство пшеницы)	Кукурузный крахмал	Пшеница при экстенсивном выращивании
Использование	Однократное использование	Однократное использование	Однократное использование	Внутренняя рециркуляция (четырёхкратное использование)	Внутренняя рециркуляция (двукратное использование)

Утилизация	Собранные остатки и смешанные отходы	Собранные остатки и смешанные отходы	Собранные остатки и смешанные отходы	Собранные остатки и смешанные отходы	Биоотходы и отходы компостирования
------------	---	---	---	---	--

Процессы, входящие в сценарий

Как и для насыпного упаковочного материала, полученного из вспененного крахмала, рассмотрены сценарии для пенополистирола, они частично отличаются. В качестве примера можно сначала рассмотреть изготовление упаковки из полистирола (рис. 2). Для данного сценария выбран единственный путь утилизации насыпного упаковочного материала – утилизация посредством повторного использования, причем для данного сценария рассматривали повторное использование материала, а не его энергетической составляющей.

Для того, чтобы уточнить границы системы, производство первичного полистирола подробно показано на рисунке 3.

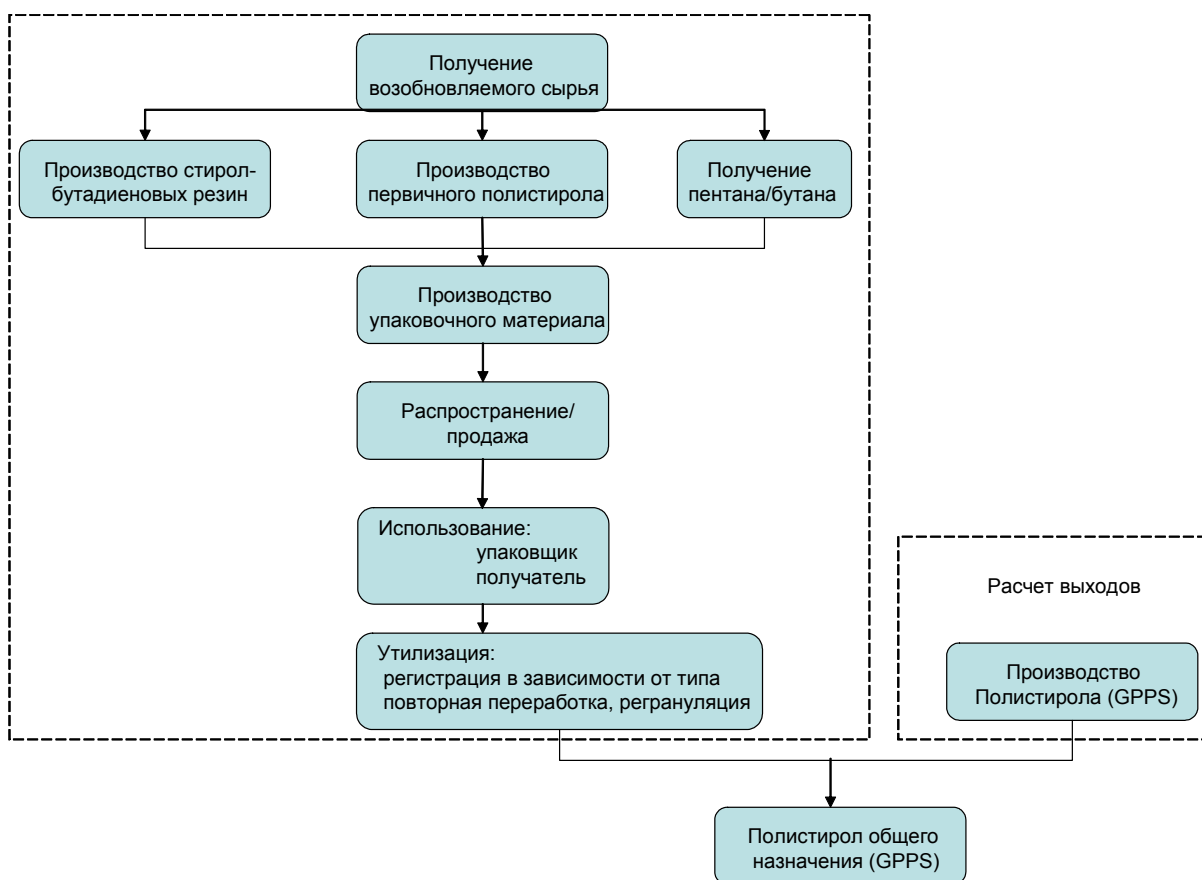


Рис. 2: Частичная схема сценария

Как проводить сбор данных?

Соответствующие материальные и энергетические потоки для отдельных процессов, входящих в общий процесс, необходимые для получения конечного продукта, оценивают с целью проведения инвентаризационного анализа, который представляет собой сердцевину ОЖЦ. После сбора конкретных входных и выходных данных, результаты регистрируют и рассчитывают. В соответствии с полученным набором данных и основными принципами оценивают граничные условия и точность анализа; если они не выполняются, их немного корректируют. Затем на основе результатов инвентаризационного анализа проводят оценку воздействия.

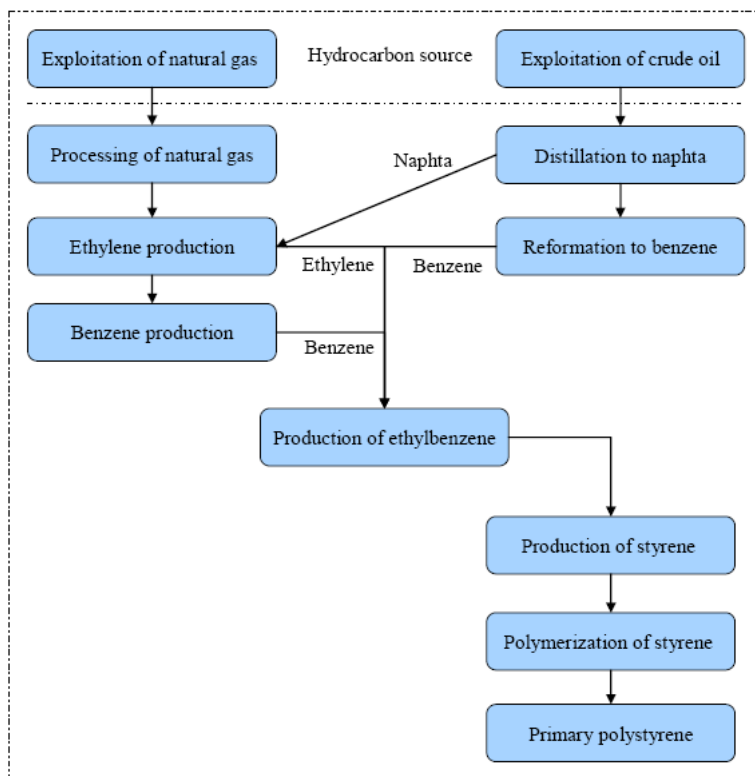


Рисунок 3: Схема производства первичного полистирола

Оценка

В соответствии с основными принципами стандарта ISO 14042, оценка воздействия ОЖЦ включает три раздела:

- Выбор категорий, которые влияют на процесс и подлежат рассмотрению
- Оценка результатов инвентаризационного анализа по категориям (классификация)

- Расчет показателей воздействия (характеризация)

В настоящем исследовании рассматривали влияние на следующие показатели:

Таблица 2: Выбранные категории воздействия

Глобальное потепление
Разрушение стратосферного озонового слоя
Тропосферное фотохимическое образование озона
Эвтрофикация (зарастание водоемов водорослями)
Подкисление
Токсичность для человека
Экотоксичность
Истощение абиотических ресурсов
Землепользование

После выбора категорий в рамках анализа выбирают параметры, которые оценивают при проведении инвентаризационного анализа, например, выбросы двуокиси углерода или метана, которые могут иметь различные экологические последствия.

Классификация

Параметры инвентаризационного анализа, относящиеся к одной категории воздействия, необходимо перевести в общепринятые единицы измерения в процессе классификации.

Один и тот же параметр инвентаризационного анализа можно отнести к различным категориям воздействия.

Таблица 3: Классификация

Глобальное потепление	CO ₂ ,	CH ₄ ,	N ₂ O
Разрушение озонового слоя	N ₂ O		
Фотохимическое образование озона	Бензол, CH ₄ , NO _x , формальдегид, пентан, бутан		
Эвтрофикация	NO _x ,	NH ₃ , NH ₄ ,	нитраты
Подкисление	H ₂ S, HCl, HF, NH ₃ , NO _x , SO ₂		
Токсичность для человека	As, BaP, бензол, Cd, Cr, ПХДД / Ф, Ni, Pb, SO ₂ ,		
Экотоксичность	хлориды, NH ₄ ⁺ , H ₂ S, HF, NH ₃ , NO _x , SO ₂		
Абиотическое истощение ресурсов	Сырая нефть, природный газ, бурый уголь, каменный уголь		
Землепользование	площадь		

Характеризация

Одна из задач при проведении характеристики состоит в переводе тех параметров массового и энергетического баланса, которые принадлежат к одной категории воздействия, в общепринятые единицы измерения.

Это необходимо, поскольку разные материалы вносят различный вклад в общее воздействие на окружающую среду. Например, потенциальный вклад метана в глобальное потепление примерно в 25 раз выше, чем вклад углекислого газа, а вклад в глобальное потепление веселящего газа N_2O еще в 320 раз выше, чем вклад CO_2 .

На следующем этапе на основании модифицированных результатов инвентаризационного анализа нужно сформировать индикаторы результатов. И, наконец, нужно оценить результаты.

Результаты исследования

Для отдельного продукта на основе выбранного сценария в ОЖЦ невозможно выявить определенные экологические преимущества. Ниже некоторые результаты исследования будут представлены в виде примеров.

Важность утилизации отходов

Сравнение сценариев получения упаковочного материала из крахмала и полистирола ясно показывает, что применение термина " CO_2 -нейтральный", который используют в качестве синонима выражения «нейтральный в отношении глобального потепления», не подходит для оценки упаковки на основе крахмала, полученной из возобновляемого сырья, хотя в принципе этого можно достичь. Однако это возможно лишь в том случае, если выполнены некоторые предварительные условия. Прежде всего, обязательно нужно проводить повторное применение использованной упаковки с целью получения энергии или в качестве сырья. Выбрасывать материал на свалку нельзя, поскольку его разложение на мусорных полигонах может привести к выбросам парникового газа - метана. Кроме того, положительное влияние оказывает отказ от добавок, получаемых из ископаемого сырья. При совместном использовании обоих способов, то есть утилизации использованного продукта и отказа от добавок, можно немного снизить вклад в глобальное потепление.

Более широкое использование дополнительных возобновляемых источников энергии могло бы значительно улучшить этот результат.

Повторное использование упаковки несомненно сокращает воздействие на окружающую среду

Независимо от материала, из которого он сделан, повторное использование насыпного упаковочного материала является очень эффективной мерой для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду, которое связано с использованием этого вида упаковки. С одной стороны, стадии продажи и использования вносят лишь небольшой вклад в общие результаты оценки воздействия. Таким образом, экономия при использовании материала и сокращение издержек возможны в основном в результате повторного использования насыпного упаковочного материала. То же самое относится и к сокращению количества отходов, а этих отходов образуется много при использовании всех видов упаковки. С другой стороны, этот вид упаковки можно повторно использовать без очистки и при сравнительно низких транспортных расходах, в отличие, например, от упаковки для напитков; это делает более выгодным повторное использование насыпной упаковки.

В итоге для практически всех индикаторов двукратное применение приводит к тому, что все результаты делятся пополам, а четырехкратное использование приводит к тому, что все результаты уменьшаются в четыре раза.

Сравнение сценариев получения упаковки из крахмала и полистирола

Между различными сценариями существует очень четкое различие в отношении воздействия на окружающую среду. Тем не менее, основные преимущества не связаны ни с использованием крахмала, ни с применением полистирола. В отношении экологического воздействия очень важны конкретные способы подготовки материалов, а также удаления отходов. Что касается стадии утилизации, решающим фактором являются, например, дополнительные энергетические выгоды от использования тепла. Следовательно, для экологической значимости сценариев имеет решающее значение не только происхождение сырья, но и тип процессов, объединенных в соответствующий технологический план. Очевидно, существуют очень хорошие сценарии использования упаковки как из крахмала, так и на основе полистирола. Однако обоих случаях есть

существуют сценарии, которые выглядят гораздо менее выгодными. Отличия между отдельными сценариями для одного и того же вида материала не больше, чем между всеми другими сценариями. Независимо от типа материала, существуют значительные возможности для оптимизации процесса. Получение упаковки из крахмала может быть настолько же выгодным, как и применение упаковки из полистирола (при хорошем сценарии), только если энергетический потенциал насыпного упаковочного материала используется повторно.

Является ли способность к биологическому разложению преимуществом?

Биоразлагаемость упаковочного материала на основе крахмала не является тем качеством, которое необходимо для целевого использования этого продукта. Это преимущество проявляется только в сфере удаления отходов. Тем не менее, биоразлагаемость имеет положительный эффект только в том случае, если имеется возможность ферментативной переработки упаковки, полученной из крахмала, в биогаз, а его можно эффективно использовать в энергетических целях. Превращение в компост является еще одним способом утилизации, в котором используется способность к биологическому разложению. Однако этот способ не так выгоден по сравнению с энергетическим использованием. Полученные результаты очень четко показывают, что биологическое разложение само по себе не является достаточным критерием для оценки экологической совместимости и пригодности материала или продукта для решения проблем устойчивого развития. Решающее значение имеет скорее конкретный способ утилизации продукции после использования. Однако, результат может поменяться на обратный в том случае, если способность к биоразложению важна для целевого применения материала. С учетом этих результатов возникает вопрос, будет ли целесообразно стремиться к разработке процессов получения из возобновляемого сырья пластмасс, которые не являются биоразлагаемыми, но являются долговечными. Такие пластмассы можно использовать многократно, а после завершения их использования их можно переработать с целью получения энергии.

Würdinger, E., Roth, U., Wegener, A., 2000. *Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen: Vergleichende Ökobilanz für Loose-fill-Packmittel aus Stärke bzw. Polystyrol.*
DBU-Az. 04763.