

Федотова Ольга Борисовна, д.т.н., с.н.с.

ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (Россия, г.Москва)

МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Аннотация. Безотходная технология – это принцип организации производства, подразумевающий использование сырья и энергии в замкнутом цикле: первичное сырьё — производство — потребление — вторичное сырьё. Анализ ситуации с отходами полимерной упаковки показал, что в данном направлении в настоящее время невозможна реализация стратегии безотходности. Наиболее эффективным направлением решения проблемы загрязнения окружающей среды полимерной упаковкой, является ее отдельный сбор и вторичная переработка. При этом могут быть реализованы малоотходные технологии. Биоразлагаемая упаковка и оксо-биоразлагаемая не так безопасны, как декларируется.

Ключевые слова: безотходная, малоотходная технология, упаковка, рециклинг, пластик, биоразлагаемый.

Fedotova Olga Borisovna, D.E., senior researcher
All-Russian Dairy Research Institute (Russia, Moscow)

THE LOW-WASTED TECHNOLOGIES OF PACKAGING MATERIALS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Abstract. The wastlessness technology is the principle of the production organization implying usage of raw material and energy in the closed loop: basic raw material – production – consumption – secondary raw material. Analysis of the situation with polymeric packaging materials wastes showed that nowadays the realization of wastlessness strategy is impossible. The most effective direction to tackle the problem of environmental pollution by polymeric packaging is its separate collection and secondary processing. Herewith the low-wasted technologies may be realized. The biodecomposable and oxo-biodicomposable packaging is not so safety as it has been declared.

Key words: wastlessness, low-wasted technology, packaging, recycling, plastic, biodecomposable.

В соответствии со статистическими данными, с 1950-х годов в мире было произведено свыше 8 млрд. тонн пластика, 3/4 которого сегодня представлено мусором [1]. При этом переработке подвергается лишь 9 % пластиковых отходов. Общее производство пластика выросло с 2 млн. тонн в 1950 году до, более чем, 400 млн. тонн в 2015-м.

Наибольшую нагрузку на окружающую среду оказывают отходы синтетических полимеров (пластмасс), среди которых значительную долю составляет полимерная упаковка [1].

По опубликованным данным [2,3] в структуре твердых коммунальных отходов содержится определенная доля пластмасс (в среднем 5–10 %); основную часть из них составляет упаковка – 42 %, на втором месте – упаковочная пленка (35 %), на третьем – ПЭТ бутылки (12 %), а на прочие полимерные отходы приходится 11 %. Но несмотря на то, что использованных полимерных упаковок образуется больше всего, их доля от всего извлекаемого из твердых бытовых отходов пластика составляет только 24 %. Первое место по этому показателю (42 %) занимают ПЭТ-бутылки, второе место занимают отходы из упаковочных пленок (20 %), доля остальных полимерных отходов составляет примерно 14 %.

В соответствии с СанПиН 42-128-4690-88 правила обращения с отходами определяются в зависимости от класса их опасности (таблица).

Таблица – Класс и степень опасности воздействия на окружающую среду

Класс	Степень опасности	Воздействие на окружающую среду
I	Чрезвычайно опасные	Оказывается безвозвратный урон. Восстановление невозможно.
II	Высокоопасные	Ущерб критический. Срок восстановления не менее 30 лет. Однако источник воздействия, должен быть, нейтрализован.
III	Умеренно опасные	Уровень воздействия – средний. На восстановление требуется около 10 лет.
IV	Малоопасные	Уровень воздействия небольшой. Срок восстановления около 3 лет.
V	Практически неопасные	Воздействие незначительное. Экосистема практически не страдает.

Загрязнение полимерной упаковкой постепенно переходит из третьего класса во второй.

В рамках британской Программы исследования оптимальных путей утилизации отходов (Waste and Resources Action Programme) было предложено классифицировать степень негативного воздействия пластика по семи категориям:

- воздействие на изменение климата;
- энергопотребление;
- водопотребление;
- истощение абиотических ресурсов;
- закисление среды;
- фотохимическое окисление;
- эвтрофикация и токсичность для человека [4].

Эвтрофикация происходит от др.-греч. εὐτροφία - хорошее питание. Это насыщение водоёмов биогенными элементами, сопровождающееся ростом биологической продуктивности водных бассейнов. Эвтрофикация бывает естественной и антропогенной, т. е. не свойственной их экосистеме [5].

Одним из, потенциально эффективных направлений решения проблемы, является использование безотходных технологий. Это принцип организации производства, который подразумевает использование сырья и энергии в замкнутом цикле. Безотходные технологии находят все большее применение при переработке сырья животного происхождения, в частности, в молочной промышленности [6,7]. Замкнутый цикл означает цепочку *первичное сырьё — производство — потребление — вторичное сырьё*. В более развернутом варианте этот цикл представлен на рисунке.

Данная идеология прописана в ГОСТ Р 57702-2017 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям. В соответствии с данным стандартом «безотходная технология представляет собой такой метод производства продукции, при котором все сырьё и энергия используются наиболее рационально и комплексно».

Создание безотходных производств это довольно сложный и длительный процесс. Значительный интерес представляет промежуточный этап этого процесса, называемый малоотходным производством.



Рисунок – Классический цикл безотходной технологии

В материалах Европейской экономической комиссии ООН и Декларации о малоотходной и безотходной технологии, принятой в 1979 г. на совещании по общеевропейскому сотрудничеству в области охраны окружающей среды, малоотходная и безотходная технология определяются как **«практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках**

потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и защитить окружающую среду.»

Базовые методы утилизации пластмасс разработаны довольно давно.

Быстров Г.А. с соавторами выделили и конкретизировали следующие группы методов:

- повторная переработка отходов и/или использование их в различных композициях;

- термическое разложение с получением новых продуктов;

- термическое разложение с регенерацией выделяемой теплоты [8].

Вторичная переработка (рециклинг) пластиковых отходов может осуществляться механическими и химическими методами [9].

Механический рециклинг заключается в измельчении, плавлении, грануляции полимерных отходов. Этот способ является наиболее приемлемым и распространенным, так как не требует дорогого оборудования и может быть реализован практически в любом месте скопления отходов.

Химический рециклинг подразумевает использование технологий, расщепляющих полимеры на мономеры. Также в результате химического рециклинга возможно получение исходных полимеров и других химических соединений, пригодных для использования. К химическим методам переработки пластиковых отходов, по мнению Базунова М.В. с соавторами можно отнести:

- пиролиз – термическое разложение органических соединений без доступа воздуха;

- гидролиз – разложение при взаимодействии вещества с водой;

- гликолиз – переработка под воздействием высоких температур, давления и катализаторов;

- метанолиз – расщепление отходов с помощью метана [10].

Вторичной переработке возможно и целесообразно подвергать только вторично отверждающиеся полимеры (термопласты), к которым относятся основные материалы современной упаковки: полиэтилен, полипропилен, полистирол, полиэтилентерефталат. Получаемое вторичное сырье можно использовать в «чистом» виде для изготовления деталей хозяйственно-бытового назначения, но, как правило, его используют в качестве добавки в первичное. Полностью безотходное производство полимерной упаковки можно реализовать только внутри тароупаковочного предприятия, где отходы (обрезки, кромки, литники) дробят и возвращают в технологический процесс. Классическими примерами таких технологий является производство соэкструзионных упаковочных материалов, в промежуточные слои которых вводят технологические отходы. Это технологии трехслойной ленты полистирольной и полипропиленовой для изготовления потребительской тары, например, стаканчиков; технологии соэкструзионной пленки полиэтиленовой наполненной. Как правило, добавляют до 30% дробленых отходов, в противном случае, могут снизиться показатели механической прочности упаковки и способность к формированию сварных швов упаковочных материалов.

Как только упаковка выходит за стены предприятия, т.е. в стадию «потребление» процесс безотходности нарушается.

Наблюдаются два основных направления в области использования отходов пластмасс. Первое – разделение и рециклинг, второе – переработка без

предварительного разделения. В этом случае требуется соответствующее специальное оборудование. Полученные изделия могут найти применение в строительстве и садово-парковом обустройстве и дизайне.

Однако, упаковочных систем, состоящих из монополимеров, практически нет. Необходимость достижения упаковкой высоких санитарно-гигиенических, физико-механических и требуемых эксплуатационных свойств, привела к созданию многослойных и комбинированных упаковочных материалов. Многослойные материалы можно перерабатывать аналогично описанным выше. Комбинированные материалы надо разделять на монослои и, затем, их перерабатывать, что экономически нецелесообразно, либо сжигать. Но на территории Российской Федерации нет заводов по переработке, например, Tetra Pak-упаковки ни сухим, ни мокрым способом.

Очевидно, что перспективным направлением развития безотходных технологий является создание, так называемых «биоразлагаемых» материалов и упаковки. Терминология и требования к таким упаковкам приведены в ГОСТ 33747-2016 «Оксо-биоразлагаемая упаковка. Общие технические условия. Биоразлагаемая упаковка должна сохранять необходимые эксплуатационные характеристики в течение периода использования, после чего она должна разрушаться под воздействием факторов окружающей среды и включаться в процессы метаболизма природных биосистем.

Биоразлагаемые пластики – это большое семейство различных полимеров. Они производятся из растительного сырья и разлагаются до диоксида углерода и воды. В соответствии с опубликованными данными и данными приведенного выше стандарта, их изготавливают на основе полимеров, которые могут разрушаться в естественных условиях под воздействием таких природных факторов, как свет, температура, влага, а также при участии живых микроорганизмов (бактерий, дрожжей, грибов и т.д.) [11,12].

Таким образом, теоретически, должен совершаться естественный круговорот веществ, созданный эволюцией и способный поддерживать экологическое равновесие в природе.

Однако, европейские законодатели, о чем свидетельствуют данные [1], считают, что реального экологического эффекта от использования биоразлагаемой упаковки, особенно оксо-биоразлагаемой упаковки нет, поскольку в их составе значительное количество вредных компонентов, в том числе, солей тяжелых металлов.

Европейский парламент принял финальную версию «Пластиковой стратегии», разработанную Еврокомиссией. Предполагается запретить использование биоразлагаемого пластика. По мнению парламента, биоразлагаемые и компостируемые полимеры не решают проблему пластикового загрязнения и не могут служить оправданием для одноразовых пластиковых товаров и упаковки [13].

Согласно этой стратегии, к 2030 году будет использоваться только пригодная для повторного использования пластмасса, а количество перерабатываемых бытовых отходов будет не менее 65 %.

Традиционная упаковка в процессе ее жизненного цикла стареет. При этом, чем больше неорганических компонентов и вторичных отходов производства в ней, тем интенсивнее происходит процесс деструкции [14].

Выводы. Таким образом, наиболее эффективными направлениями решения проблемы загрязнения окружающей среды полимерной упаковкой, является максимальное использование безотходных и малоотходных технологий, разработка упаковки ускоренного старения, а также, ее отдельный сбор и вторичная переработка.

Список литературы

1. RUPEC представил исследование «Европейская стратегия по пластикам» // Информационно-аналитический центр. 2019. URL: <http://www.rupec.ru/news/42666/> (дата обращения: 31.04.2020).
2. Рзаев К.В. Российский рынок вторичной переработки пластмасс: состояние, тенденции, перспективы // Полимерные материалы. 2018. № 8. С. 8-14.
3. Рынок переработки пластиковых отходов. Обзор // Твердые бытовые отходы. 2011. № 1. С. 48-49.
4. Пипия Л.К., Елкин А.Г. Переработка пластмасс: оценка рынка и перспективы // Наука за рубежом. 2018. № 75. С. 1-33.
5. Кулинич О.А. Биологическая технология борьбы с эвтрофикацией закрытых и слабопроточных водоемов // Чистая вода: проблемы и решения. 2011. № 3-4. С. 58-62.
6. Харитонов В.Д., Федотова О.Б. Научное обеспечение молочной промышленности России по вопросам безотходных технологий // Материалы научно-практической конференции «Безотходная технология использования сырья при выработке сыра, масла и цельномолочных продуктов», Адлер., 2002, С. 15-17.
7. Харитонов В.Д. Глубокая переработка молочного сырья и вторичных ресурсов // Молочная промышленность. 2018. № 6. С. 30-31.
8. Быстров Г.А., Гальперин В.М., Титов Б.П. Обезвреживание и утилизация отходов в производстве пластмасс. Л.: Химия, 1982. С. 178-214.
9. Смирнова Н.К., Показаньева О.С. Пластиковые отходы и методы их утилизации // Материалы IV Общероссийской научно-практической очно-заочной конференции «Экология. Риск. Безопасность», Курган (29-30 октября 2015). Курган: Курганский государственный университет (г. Курган). 2016. С.57-58.
10. Базунова М.В., Прочухан Ю.А. Способы утилизации отходов полимеров // Вестник Башкирского университета. 2008. № 4. С. 875-885.
11. Kirsh I.A., Beznaeva O.V., Bannikova O.A., Romanova V.A., Barulya I.V. Biodegradable Polymer Compositions Based on the Waste of the Agro-Industrial Complex // Bioscience Biotechnology Research Communications. 2019. Vol. 12. Special Issue 5. P. 196-202.
12. Kirsh I.A., Beznaeva O.V., Bannikova O.A., Myalenko D.M., Romanova V.A. Creation of biodegradable polymeric materials with antimicrobial properties // Iranian Chemical Communication. 2019. P. 595-603.
13. A European strategy for plastics in a circular economy. / European Commission, 2017. 24 p.
14. Федотова О.Б. О старении и сроке годности упаковки // Молочная промышленность. 2019. № 6. С. 12-13.