

Научная статья

Original article

УДК 33

doi: 10.55186/2413046X_2022_7_4_229

**ОСОБЕННОСТИ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС В
СВЕТЕ КОНЦЕПЦИЙ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА
FEATURES OF REDUCING THE LEVEL OF NEGATIVE
ENVIRONMENTAL IMPACT OF PLASTIC WASTE IN THE LIGHT OF
CLOSED-CYCLE ECONOMY CONCEPTS**



Никитина Наталья Николаевна, кандидат экономических наук, Кафедра бухгалтерского учета и аудита, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, n.n.nikitina@strbsu.ru

Галиакберова Вероника Николаевна, Аспирант (преподаватель), Казанский федеральный (приволжский) университет, Институт фундаментальной медицины и биологии, vernvasileva@gmail.com

Калякина Вероника Максимовна, Донской Государственный Технический Институт, Ростов-на - Дону

Голованов Роман Евгеньевич, Государственный университет управления, Институт экономики и финансов, Roman.2342@mail.ru

Годунова Галина Николаевна, НИУ МГСУ, кафедра «Комплексная безопасность в строительстве»

Nikitina Natalia Nikolaevna, Candidate of Economic Sciences, Department of Accounting and Auditing, Sterlitamak Branch of Bashkir State University, n.n.nikitina@strbsu.ru

Galiakberova Veronika Nikolaevna, Kazan Federal (Volga Region) University,
Institute of Fundamental Medicine and Biology, Postgraduate student (teacher)
vernvasileva@gmail.com

Veronika Kalyakina, Don State Technical Institute, Rostov-on-Don

Roman E. Golovanov, State University of Management, Institute of Economics
and Finance, Roman.2342@mail.ru

Godunova Galina Nikolaevna, NRU MGSU, Department of "Integrated Safety in
Construction"

Аннотация. В статье проведено исследование особенностей снижения уровня отрицательного экологического воздействия отходами пластмасс в свете концепции экономики замкнутого цикла. По мнению автора, Новые применения в области энергетики, окружающей среды и здравоохранения являются движущей силой научно-технического развития наноматериалов из пластиковых отходов.

Abstract. The article investigates the features of reducing the level of negative environmental impact of plastic waste in the light of the concept of a closed-cycle economy. According to the author, new applications in the field of energy, environment and healthcare are the driving force behind the scientific and technological development of nanomaterials from plastic waste.

Ключевые слова: отрицательное экологическое воздействие, экономика замкнутого цикла, отходы пластмасс

Keywords: negative environmental impact, closed-loop economy, plastic waste

Управление отходами является растущей глобальной проблемой, которая не только дорога, но и наносит ущерб окружающей среде. В настоящее время значительный вклад в поток отходов вносят одноразовые пластиковые контейнеры, используемые для еды на вынос в государственных и частных учреждениях, жилых домах и розничных магазинах [1]. Пластиковые отходы признаны во всем мире проблемой; действительно, повышение осведомленности общественности об экологических проблемах

привело к реализации государственной политики, запрещающей импорт отходов. В этом контексте пенополистирол (EPS) является одним из наиболее часто используемых контейнеров для перевозки пищевых продуктов благодаря своим превосходным свойствам, то есть легкому весу, жесткости, хорошим изоляционным свойствам и высокой ударопрочности.

К сожалению, судьба контейнерных изделий из полистирола – городская свалка, образующая значительное количество отходов и становящаяся экологическим бременем, так как большинству пластиков требуется длительное время для разложения в условиях окружающей среды (до нескольких сотен лет). Важно отметить, что в последнее десятилетие доля полистирола (ПС) составляет около 10% масс. пластмассовых отходов, являющихся одним из отходов потребления, вызывающих наибольшую озабоченность из-за низкой степени переработки.

Экологические проблемы, связанные с потреблением одноразового пластика, все чаще привлекают внимание политиков и законодателей. Однако в последнее время такие отходы все чаще обращают на себя внимание специалистов, которые пропагандируют внедрение методов экономики замкнутого цикла [3].

Экономика замкнутого цикла — это системный подход к ускорению экономического роста и одновременной поддержке общества и окружающей среды. Эта стратегия постепенно отделяет рост от конечного потребления ресурсов для устойчивого развития. Впервые это понятие было установлено экономистом-экологом. Экономика замкнутого цикла обеспечивает значительные материальные и нематериальные преимущества, такие как новая оценка рынка, международное сотрудничество, обмен инновациями, повышение экологической устойчивости и снижение риска нехватки ресурсов.

Исследователи отмечают, что энергия из отходов играет важную роль в экономике замкнутого цикла, поскольку она может дополнительно сокращать невозобновляемую энергию и одновременно повышать их

устойчивую окружающую среду и экономическое развитие. Кроме того, экономика замкнутого цикла является логической составляющей устойчивого развития.

Устойчивое развитие – это концепция, согласно которой человеческие общества должны жить и удовлетворять свои потребности, не подрывая потенциал будущих поколений. Существует четыре взаимосвязанных аспекта устойчивого развития: окружающая среда, общество, культура, экономика и общество. Устойчивое развитие — это процесс изменений, в котором собираются ресурсы, выбирается направление инвестиций, направляются технологии развития и различные институты осуществляют конвергентные действия, увеличивая потенциал человеческих потребностей и желаний. Оно рассматривается как примирение между экономикой и окружающей средой на новом пути развития, который поддерживал бы человеческий прогресс.

Решения в области экономики замкнутого цикла (CE) в секторе пластмасс указывают на то, что:

а) производство пластмасс из возобновляемых источников должно увеличиться, чтобы значительно снизить зависимость от ископаемого топлива ;

б) производственные процессы и продукты должны быть переработаны для повышения долговечности, повторного использования, возможности вторичной переработки , а также для предотвращения образования отходов и химического загрязнения;

в) устойчивые бизнес-модели следует поощрять продвижение товаров как услуг, облегчение обмена и сдачи в аренду пластиковых изделий и увеличение повторного использования;

г) пластмассы с истекшим сроком службы должны все чаще перерабатываться в новые продукты или в новое сырье для других отраслей промышленности (промышленный симбиоз), чтобы значительно уменьшить объем пластмасс, попадающих в окружающую среду[5].

Другая более локальная политика в отношении пластиковых отходов направлена на одноразовый пластик. Согласно исследованиям отдельных специалистов, во всем мире на национальном и муниципальном уровне в 2018 году существовало около 160 государственных политик в отношении пластиковых пакетов в торговле. Эта политика варьируется от запретов и сборов до обязательств по предоставлению информации о негативном воздействии на окружающую среду. Аналогичным образом, также зафиксирован запрет на доставку соломинок, мешалок, стаканов, полистироловых тарелок и т. д. в сфере общественного питания, на туристических объектах и в других секторах [4].

Рассмотрение проблемы, связанной с утилизацией пластмасс, действий с точки зрения материалов и процессов в рамках экономики замкнутого цикла предполагает ряд решений в данной области.

Возобновляемое сырье в основном используется для обозначения сырья биологического происхождения, то есть биомассы, побочных продуктов, полученных из биомассы, или двуокиси углерода (CO_2), или метана (CH_4), полученных в результате биологических процессов. Он также используется для обозначения химических веществ из CO_2 или CH_4 , уловленных в ходе искусственных процессов улавливания и утилизации углерода (например, из промышленных выбросов или атмосферного углерода).

Растущий спрос на биопластики со стороны упаковочной промышленности является одним из основных драйверов рынка этих материалов, на который в 2021 году приходилось почти 60% всего рынка приложений. Высокие темпы роста упаковочной промышленности вместе с растущими нормами, касающимися возобновляемых упаковочных материалов, приводят к более широкому использованию биопластиков по сравнению с обычными пластиками [2].

Определения стандарта ASTM D5033 для вторичной переработки включают четыре категории: первичная (механическая переработка отходов с

контролируемой историей в продукты с эквивалентными свойствами), вторичная (механическая переработка бывших в употреблении материалов в продукты, требующие более низких свойств), третичная (извлечение ценных химических компонентов, таких как мономеры/добавки или другое сырье для других отраслей промышленности) и четвертичных (извлечение энергии).

Первичная переработка, более известная как реэкструзия, используется для постиндустриального обращения с пластиковыми отходами. Он состоит из повторного введения в цикл экструзии отходов, промышленных пластиковых кромок или простых полимеров и кусочков для производства продуктов, аналогичных исходному материалу. С технологическим прогрессом отходы, образующиеся в процессах преобразования, минимальны, что позволяет повторно использовать более 90 % остатков/излишков при производстве пластмасс [5]. Этот тип переработки возможен только с лучистыми отходами из-за требуемого высокого уровня однородности, поэтому это вариант, который обычно осуществляется в перерабатывающих компаниях.

Вторичная переработка относится к переработке пластиковых отходов (в основном после потребления) физическими средствами для производства пеллет или гранул. Этапы этого подхода перед производством конечного продукта включают сбор, сортировку, влажную очистку, сушку, измельчение, пигментирование/окрашивание, склеивание и гранулирование/экструзия. Эти гранулы впоследствии используются в производстве новых, но менее качественных пластиковых изделий.

С точки зрения планирования процесса сбора на месте и его координации с системой сортировки на месте для повышения эффективности переработки, мусорные баки теперь оснащены системами на основе датчиков, которые могут обмениваться данными в режиме реального времени, указывая, какой тип отходов они содержат. Традиционно разделение пластмасс осуществляется с использованием различных методов, таких как разделение между тяжелыми средами (плотностью) в сочетании

с гидроциклонами. Другие методы включают трибоэлектрическое разделение, а также рентгенофлуоресцентную спектроскопию, которая подходит для огнестойких пластиков. Однако с увеличением внедрения новых полимерных материалов и их комбинаций в различных форматах (например, многослойных) эти методы оказались недостаточными.

В связи с этим к тенденциям развития технологий селекции и сортировки относятся разработка автоматизированных и интегрированных сортировочных линий, включающих в себя маркеры для отслеживания, сенсорное распознавание, робототехнику и искусственный интеллект (ИИ).

В области очистки отсортированных пластиковых отходов испанская компания разработала технологию удаления типографских красок из пластиковых контейнеров, чтобы переработанный материал был более однородным и по качеству ближе к первичному материалу. На уровне исследований и разработок, будь то в лабораторных или пилотных масштабах, существуют другие подходы к удалению механических красок, такие как дробеструйная обработка, компрессионная вибрация и криогенное измельчение; и химические подходы, такие как гидролиз с помощью щелочной и высокотемпературной обработки, жидкостного циклона и фильтрации расплава.

Химическая переработка может устранить некоторые ограничения механической переработки из-за смешивания, загрязнения и разложения полимеров. Термин «химическая переработка» используется для описания любой передовой технологии обработки для преобразования пластиковых материалов в более мелкие молекулы в жидкой или газовой фазе с использованием процессов или химических агентов, которые непосредственно влияют на формирование самого пластика или полимера. Продукты, полученные в результате третичной переработки, оказались полезными в качестве топлива. Однако три основных типа третичной переработки – это очистка на основе

растворителей, деполимеризация и переработка сырья, и они значительно различаются по тому, как они работают и какие результаты они дают.

Четвертичная переработка относится к восстановлению энергетического содержания отходов путем сжигания. Это включает в себя сжигание пластиковых отходов для производства энергии в виде тепла, пара и электричества. В настоящее время это наиболее эффективный способ уменьшения и/или утилизации объема органических материалов (с уменьшением объема до 99 % твердых пластиковых отходов). Однако этот метод дает значительное количество токсичных веществ как в дыме, так и в золе и считается экологически неприемлемым. Кроме того, наличие антипиренов затрудняет процесс рекуперации энергии. Кроме того, процессы сжигания пластиковых отходов производят выбросы некоторых загрязняющих газов, таких как CO_2 , SO_x и NO_x . Другие экологические (например, выбросы тяжелых металлов) и проблемы со здоровьем (например, канцерогенные вещества) были выявлены в процессе сжигания или сжигания синтетических полимеров, таких как ПЭТ, ПС и ПЭ, и это лишь некоторые из них. Поэтому эта технология не считается в будущем стратегической для достижения ни Парижского соглашения, ни Целей развития [5].

Таким образом, пластиковые отходы обладают высокой устойчивостью к деградации и вызывают ряд экологических проблем, связанных с накоплением отходов в природе, так как в долгосрочной перспективе оказывают токсическое воздействие на живые существа, почвы и водные источники. На сегодняшний день переработка пластмасс, по общему мнению, не является экономически выгодным решением, и, по оценкам, большинство бытовых пластмасс в конечном итоге неправильно утилизируются на свалках или на открытом воздухе после их первого использования. Однако партнерские отношения между учеными и инженерами необходимы для интеграции таких процессов с существующими

методами производства, чтобы обеспечить преобразование бывших в употреблении продуктов с высокой добавленной стоимостью [5].

Также с использованием сырья из переработанного пластика могут производиться и другие продукты, в частности графен, активированный уголь и краски. Вся эта экономическая деятельность позволит использовать пластиковые отходы в новом производственном процессе, создавая дополнительную ценность для этого типа отходов.

Новые применения в области энергетики, окружающей среды и здравоохранения являются движущей силой научно-технического развития наноматериалов из пластиковых отходов.

Список источников

1. Александрова В.Д. Устойчивое развитие как основа циркулярной экономики // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. №5-1.
2. Березкин И.С., Грубник А.В. Проблемы переработки пластиковых отходов и теоретическое обоснование создания альтернативных технологий переработки пластика // Вестник Херсонского национального технического университета. 2016. №2 (57).
3. Ерзнкян Б.А., Фонтана К.А. Циркулярная экономика и устойчивое развитие городов // РППЭ. 2021. №7 (129).
4. Майорова Я.О., Воронина М.С. Переработка отходов пищевых производств с целью создания биоразлагаемой упаковки Переработка отходов пищевых производств с целью создания биоразлагаемой упаковки // Вестник ТГЭУ. 2021. №4 (100).
5. Hidalgo-Crespo J., Jervis F.X., Moreira C.M., Soto M., Amaya J.L. Introduction of the circular economy to expanded polystyrene household waste: A case study from an Ecuadorian plastic manufacturer *Procedia CIRP*, 90 (2020), pp. 49-54

References

1. Alexandrova V.D. Sustainable development as the basis of circular economy // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. No. 5-1.
2. Berezkin I.S., Grubnik A.V. Problems of plastic waste recycling and theoretical justification for the creation of alternative plastic recycling technologies // Bulletin of the Kherson National Technical University. 2016. №2 (57).
3. Yerznkyan B.A., Fontana K.A. Circular economy and sustainable urban development // RPE. 2021. №7 (129).
4. Mayorova Ya.O., Voronina M.S. Processing of food production waste in order to create biodegradable packaging // Bulletin of the TSEU. 2021. №4 (100).
5. Hidalgo-Crespo J., Jervis F.H., Moreira K.M., Soto M., Amaya J.L. Implementing circular economy in household waste from expanded polystyrene: a case study of the Ecuadorian plastics manufacturer Procedia CIRP, 90 (2020), pp. 49-54

Для цитирования: Никитина Н.Н., Галиакберова В.Н., Калякина В.М., Голованов Р.Е., Годунова Г.Н. Особенности снижения уровня отрицательного экологического воздействия отходов пластмасс в свете концепций экономики замкнутого цикла // Московский экономический журнал. 2022. № 4. URL: <https://qje.su/rekreacia-i-turizm/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-4-2022-31/>

© Никитина Н.Н., Галиакберова В.Н., Калякина В.М., Голованов Р.Е., Годунова Г.Н., 2022. Московский экономический журнал, 2022, № 4.