



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалаврская работа)

На тему «Социально – экологическая ответственность предприятий по переработке
пластика»

Исполнитель _____ Юфрос Ксения Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат биологических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Мандрыка Ольга Николаевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

_____ кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Введение	3
1 Пластик. Общие понятия.....	6
1.1 История пластика. Виды. Классификация.....	6
1.2 Пластиковое загрязнение.....	13
1.3 Понятие микропластика.....	17
2 Переработка пластика.....	21
2.1 Способы утилизации пластика	21
2.2 Применение переработанного пластика.....	24
3 Социально-экологические факторы деятельности предприятия по переработке пластика	30
3.1 Ознакомление с процессом переработки пластика ООО «АРТЭКО СПБ».....	30
3.2 Социально-экологические факторы деятельности предприятия по переработке пластика на примере ООО «АРТЭКО СПБ».....	38
Выводы.....	45
Заключение.....	47
Список литературы.....	48

Введение.

В XX веке научная революция дала толчок к развитию основных наук. Началась «техническая революция». Развитие химии, физики привело к возникновению новых отраслей промышленности: автомобильная, электротехническая, самолётостроение. Медицина, строительная, химическая промышленность с получением новых знаний получили новый толчок к развитию: открытие пенициллина и железобетона, создание нейлона, капрона и синтетических смол. Нововведения и изобретения охватывали различные сферы производства, транспорта и быта.

Вместе с ростом производства и потребления началась обостряться и проблема загрязнения окружающей среды: воздуха, почвы, воды, образование свалок бытовых отходов и отходов производств.

С момента изобретения современных полимеров в 20-х годах прошлого века потребление пластика выросло в 20 раз и в ближайшие 20 лет ещё удвоится. Ежегодно в мире производится более 300 млн тонн пластика, половина из этого — одноразовые товары и упаковка. 50 % из них — одноразовые товары и упаковка[1]. Пластиковая упаковка обладает коротким жизненным циклом, в большинстве случаев используется один раз, после чего 95 % упаковок выпадает из экономического цикла. Пластиковый мусор бесконтрольно накапливается в окружающей среде, распадается на микропластик и представляет угрозу для биоразнообразия. Он свободно мигрирует в окружающей среде и по пищевым цепям, особенно в водной среде. Учеными отмечено присутствие микропластиковых частиц в пищеварительной системе 31 вида морских млекопитающих, 100 видов морских птиц и в итоге человека.[1] С каждым годом этот список растет, и сложившаяся ситуация требует немедленного разрешения.

В этих условиях особую *актуальность* приобретает социальная и экологическая ответственность компаний-производителей пластиковых изделий, а деятельность предприятий по переработке пластика становится все

более востребованной. Концепция социально-экологической ответственности направлена на предотвращение и снижение негативного воздействия на окружающую среду в результате этих двух видов деятельности. Данное исследование, в большой степени основанное на анализе производственного процесса предприятия, имеет несомненное *практическое значение*.

При переработке макропластика и получении из него вторичных полезных продуктов неизбежно образуются частицы микропластика. Таким образом человечество сталкивается с дилеммой, разрешить которую также призвана концепция социально-экологической ответственности. *Новизна* работы состоит в том, что она затрагивает это фундаментальное направление, за которым большое будущее.

Экологическая ответственность предприятия признается как добровольная разработка программ и мероприятий в соответствии с законодательством об охране окружающей среды, частопревышающая его требования, а также их реальная реализация. [2]

Во всем мире следующие экологические проблемы являются наиболее важными для социально ответственных компаний:

- загрязнение природной среды (атмосферы, водоемов, почвы и т.д.);
- истощение невозобновляемых (нефть и т.д.) и возобновляемых (пресная вода, лес и т.д.) природных ресурсов;
- сокращение и утрата биологического разнообразия;
- изменение климата, которое может привести к необратимым последствиям: например, таяние ледников может привести к повышению уровня мирового океана и затоплению больших территорий, а также к нехватке пресной воды в районах, где население пользуется водой из рек, питаемых ледниками.

Экологическая ответственность в первую очередь связана с действующими стандартами экологической безопасности и ресурсосбережения, принятыми в том или ином государстве. Соответствие

этим стандартам напрямую вытекает из введения государством все более жестких нормативов к качеству окружающей среды. [3]

Целью выпускной квалификационной работы является определение социально – экологической ответственности предприятий по переработке пластика на примере деятельности компании ООО «АРТЭКО СПб».

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- Изучение общего понятия о пластике и микропластике;
- Изучение способов переработки пластика и их применения;
- Оценка социально – экологических факторов деятельности предприятий по переработке пластика на примере компании ООО «АРТЭКО СПб».

Материалом для работы послужили литература о видах пластмасс, способах их переработки, данные теоретической и статистической информации, взятых из научных статей и исследований.

Личный вклад в исследование заключался в изучении технологии переработки пластика (ПЭТ-бутылок) непосредственно на производственной площадке компании ООО «АРТЭКО СПб», систематизации полученных данных и анализе теоретической и практической информации.

В результате исследования определены факторы, которые могут негативно влиять на окружающую среду в результате деятельности предприятий по переработки пластика и требующие дополнительных исследований и контроля.

1 Пластик. Общие понятия

1.1 История пластика. Виды. Классификация

XX век – век «технической революции», век открытий и изобретений, значительно упрощающих жизнь человечества. Пластмассу можно смело причислить к таким открытиям.

Британский химик Александр Паркс открывает историю пластика с изобретением паркезина, искусственного материала, выставленного на международной выставке в Лондоне (1862 г.) и Всемирной выставке в Париже (1867 г.).

Изобретение Паркса не принесло ему известности и материальных дивидендов.

Зато последователь Паркса, американец Джон Хайт, доработал изобретение Паркса, основал в США компанию «Celluloid Manufacturing Company» и ввел изобретение в жизнь людей под наименованием целлулоид. На заре своего существования из первого пластика - целлулоида делали в основном потребительские товары: бильярдные шары, женские гребни, использовали при производстве киноплёнки, в 20-х годах XX века - при производстве солнцезащитных очков.

В 1953г. немецким профессором Штаудингером была открыта синтетическая макромолекула (т.е. молекула с очень большим количеством атомов и большой массой). Это открытие дало возможность для дальнейшего использования синтетических материалов и породило настоящую «синтетическую революцию», т.к. вело к удешевлению товаров и стимулированию потребительского спроса. У человечества началась эра пластика.

Принято считать, что пластик — уменьшительное слово от пластмассы. Но на практике между пластиком и пластмассой существует разница:

- изделия из пластика считаются более прочными, они практически не царапаются;

- поскольку пластик более прочный, его вес внушительнее, чем вес пластмассы, даже при одинаковом размере и толщине деталей.

Одной из причин разделения пластика и пластмассы на отдельные виды является состав изготовления. Более простые материалы без наполнителей стали называть пластмассой, а более сложные, а значит, более прочные — пластиком. Но и то, и другое является пластиком.

Первичный пластик производится путем переработки сырой нефти, из которой выделяются мономеры, которые затем подвергаются процессу полимеризации. Пластмассы на основе синтетических полимеров нашли чрезвычайно широкое применение. В зависимости от вида полимера и режима его перехода из вязкого в стеклообразное состояние при формовании изделий пластмассы делят на две основные группы: термопласты и реактопласты. [4]

При нагревании термопласты переходят в пластичное и следом и в вязкое состояние, в котором происходит большинство процессов переработки. После охлаждения термопласты повторно затвердевают и восстанавливают соответствующие физико-механические свойства.[5]

Этот процесс можно повторять много раз. Трансформация термопластичных изделий представляет собой физический процесс, заключающийся в затвердевании жидкого или размягченного материала при охлаждении.[5]

При нагревании на короткое время реактопласты приобретают способность к пластической деформации, затем за относительно короткое время твердеют после необратимых химических превращений и теряют способность возвращаться в текучее состояние. Формирование изделий из реактопластичных материалов происходит путем необратимой химической реакции отверждения жидкого полимера (олигомера).[5]

Основные виды, типы пластмасс и способы их применения указаны в таблице 1 [4].

Таблица 1 - Основные виды пластмасс и способы их применения

Вид пластмассы	Тип	Применение
Термопласты	Полиэтилентерефталат (ПЭТ)	Бутылки, текстиль (полиэстр), ковры, пищевая упаковка.
	Полиэтилен высокой плотности	Бутылки для моющих средств, пищевая продукция, игрушки, трубы.
	Полиэтилен низкой плотности	Пищевая пленка, пакеты для мусора, мягкая упаковка.
	Поливинилхлорид	Рамы для окон, напольные покрытия, обои, трубы, медицинская продукция, бутылки.
	Полистирол	Пищевая упаковка, упаковка для хрупких товаров, теплоизоляция.
Реактопласты	Прочие, включая поликарбонат, лексан и биопластик	Различное использование.
	Ненасыщенный полиэфир	Листовой формовочный материал, премикс, тонер для принтеров, армированный стекловолокном пластик.

	Полиуретан (ПУ)	Покрытия и отделочные материалы, матрасы и автомобильные сиденья.
	Эпоксид	Связывающие вещества, спортивный инвентарь, электрические и автомеханические компоненты.
	Фенолоальдегидный полимер (фенопласт)	Кухонная нагревательная техника, автомеханические компоненты, микросхемы.

В современном мире пластик используется практически везде: в транспорте, машиностроении, электротехнике, строительстве, сельском хозяйстве, медицине, быту.

Нашу жизнь уже невозможно представить без пластика. Во многом популярность этого материала обусловлена его свойствами: относительно невысокой стоимостью, долговечностью, легкостью и удобством в использовании.

В 1988 году Американское общество пластмассовой промышленности внедрило систему маркировки для обеспечения утилизации одноразового пластика по разным категориям. Маркировка представляет собой треугольник с «догоняющими друг друга» стрелами, в центре которого нанесены цифры от 1 до 7, обозначающие вид пластика. Буквенная аббревиатура под треугольниками обозначает тип материала. Сами числовые обозначения и сокращённые названия материалов определены в решении Европейской комиссии 97/129/ЕС[6] и представлены в таблице 2 [6]

Таблица 2 - Числовые обозначения и сокращённые названия материалов
(для пластика)

Класс	Логотип	Кодировка	Применение
1		Полиэтилентерефталат (лавсан) (PET(E); ПЭТ)	Бутылки для воды и напитков, упаковки для сыпучих пищевых продуктов, одноразовые пищевые контейнеры, некоторые флаконы для косметики, фармацевтики, бытовой химии.
2		Полиэтилен высокой плотности (низкого давления) (HDPE; ПНД)	Фасовочные пакеты, канистры, флаконы для косметики и бытовой химии, контейнеры для продуктов
3		Поливинилхлорид (PVC ; ПВХ)	Напольные покрытия, банки для пищевых жиров, окна и двери, игрушки, упаковки из-под таблеток
4		Полиэтилен низкой плотности (высокого давления) (LDPE; ПВД)	Пакеты, пищевая плёнка, трубы, крышки, гибкая пластиковая упаковка, косметическая упаковка.

5		<p>Полипропилен (PP; ПП)</p>	<p>Пластиковые банки для косметики, одноразовые шприцы, крышки бутылок, детали автомобилей и бытовой техники, контейнеры для замороженных продуктов, стаканчики для йогурта, упаковки для линз и другие литые изделия из пластика.</p>
6		<p>Полистирол (PS; ПС)</p>	<p>Одноразовая посуда, баночки для лекарств и косметики, упаковочные подложки для продуктов, цветочные горшки. Из вспененного полистирола изготавливают пенопласт, контейнеры для яиц</p>
7		<p>Другие (O(ther); Другое)</p>	<p>Упаковка для косметики, фармацевтики, различная упаковка для пищевых продуктов, дойпаки, некоторые тубы, упаковка для пищевых и непищевых продуктов, некоторые композитные материалы, акрилы и полимеры, не входящие в</p>

--	--	--	--

Продолжение таблицы 2

7		<p>Другие (O(ther); Другое)</p>	<p>вышеуказанные группы. Часть пластиков из этой категории перерабатывается, включая упаковку из биопластиков, смеси HDPE и LDPE, упаковку с soft-touch слоем, из смеси или слоев полиэтилена и полипропилена. Для переработки отдельных видов композитной упаковки, например, для туб и дойпаков, существуют пилотные проекты по сбору и переработке, но пока в большинстве случаев такая упаковка утилизируется. Акриловые материалы могут быть переработаны специализированными компаниями (не во всех регионах).</p>
---	--	-------------------------------------	--

В странах Евразийского экономического союза на базе этого документа утверждён русскоязычный список материалов с соответствующими кодами в ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки».[6]

1.2 Пластиковое загрязнение

К проблемам в части утилизации пластика западные страны обратились еще в середине прошлого века. С момента промышленных масштабов производства и потребления пластика и пластмасс ученые – экологи «били тревогу» - усредненный срок разложения разных видов пластиковых изделий от 400 до 700 лет, полиэтиленовые пакеты, которые повседневно используются людьми, в природе разлагаются от 100 до 200 лет.

С 2010 по 2016 год мировое производство пластика увеличилось на 26% с 334 до 422 тонн [7].

По данным европейской торговой ассоциации индустрии пластмасс PlasticsEurope общий спрос на пластик в 2017 году в 28 странах ЕС, Норвегии и Швейцарии составил около 51 млн тонн [8]. Спрос по производственным отраслям представлен на рисунке 1 [8].

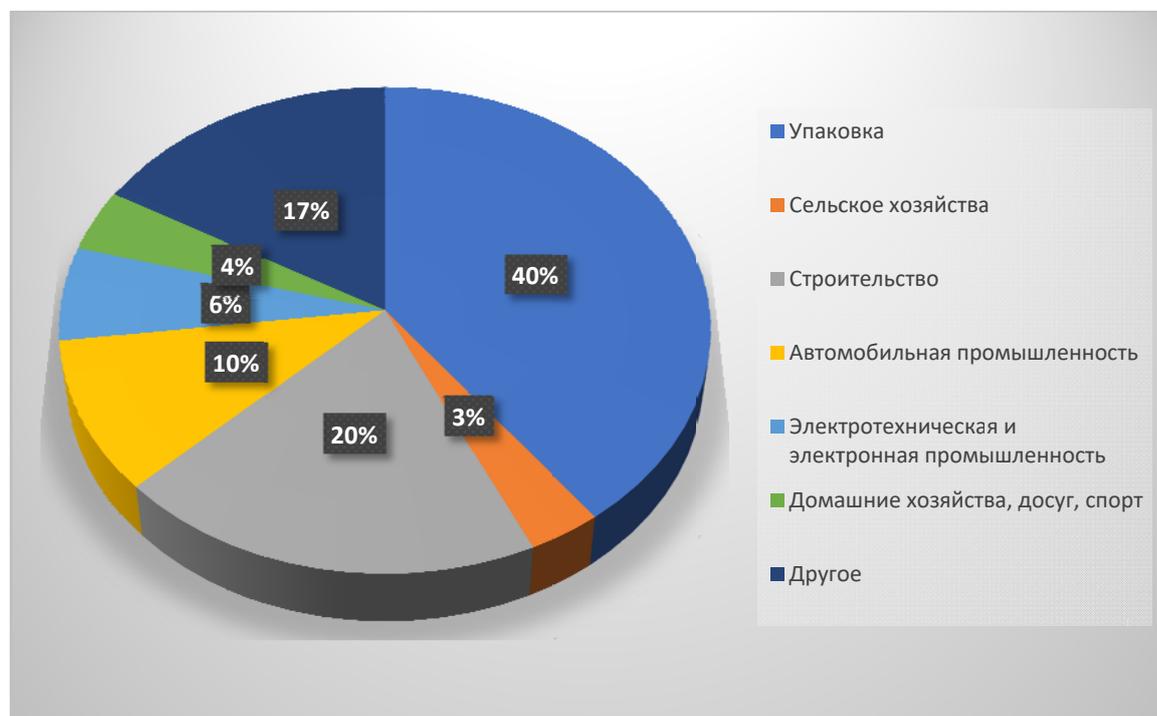


Рисунок 1 - Спрос на пластик по отраслям.

(Рассчитано по: The plastic waste trade in the circular economy // www.eea.europa.eu/publications/the-plastic-waste-trade-in. 2019)

Доля пластмасс в твердых отходах выросла с 10 до 12% во всем мире, достигнув 242 тонн в 2016 году. Страны с самым высоким уровнем образования пластиковых отходов в 2016 году в миллионах тонн показаны на рисунке 2[7].

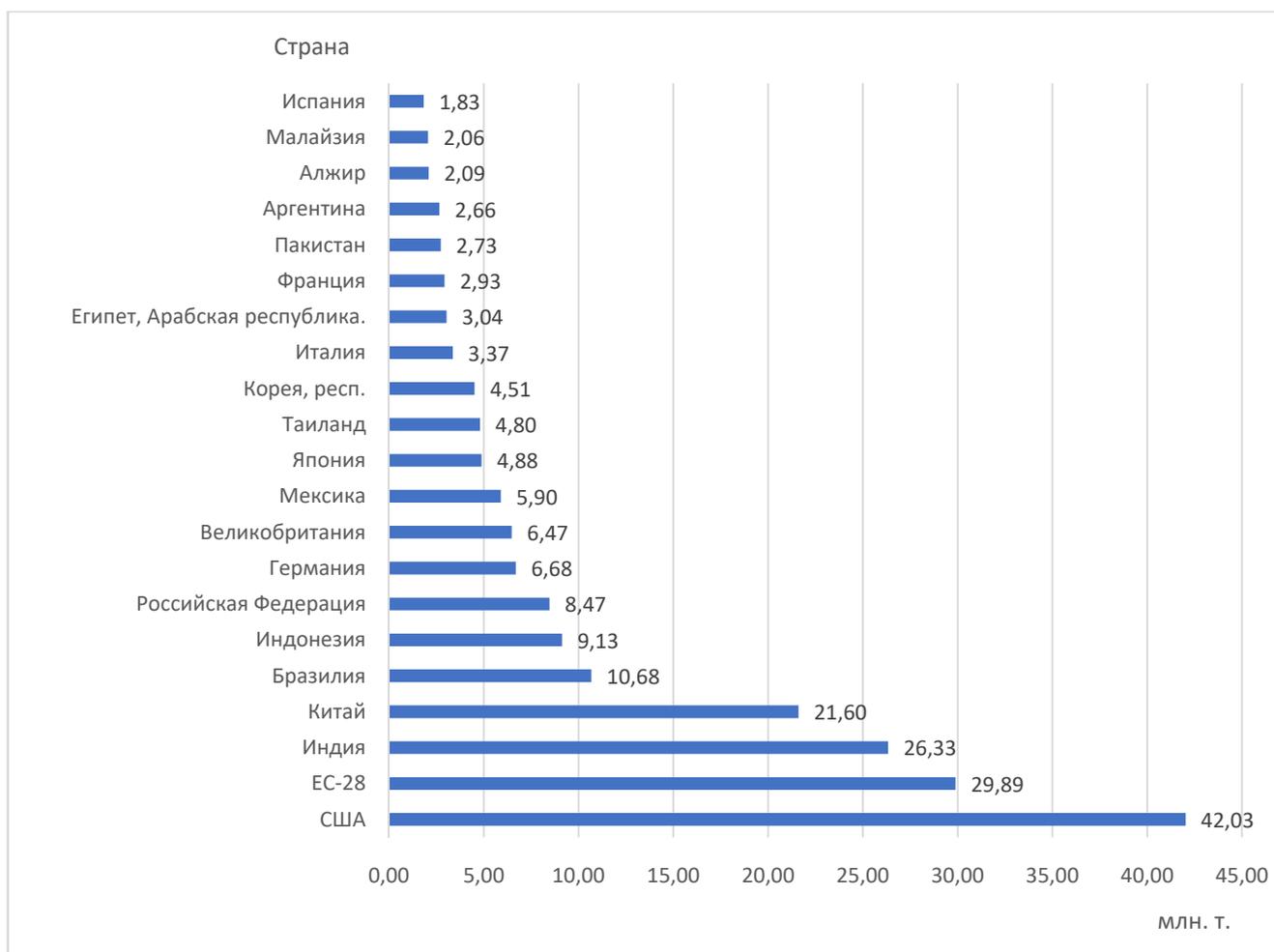


Рисунок 2 - Страны с самым высоким уровнем образования пластиковых отходов в 2016 году.

(Рассчитано по: Natalie Starr, Theodore R.Siegler, Jenna R.Jambeck, George H.Leonard. The United States' contribution of plastic waste to land and ocean // Science. 2020)

По оценкам независимых экспертов ежегодно производится около 350 миллионов метрических тонн пластиковых отходов в год. По прогнозам, к 2060 году глобальное производство пластиковых отходов утроится и составит миллиард тонн. В настоящее время мировой показатель переработки пластиковых отходов в год составляет менее 10 процентов, хотя уровень переработки по странам сильно отличается.

В настоящее время не существует единой методики учета степени утилизации и рециклинга пластика в разных странах.

По оценкам онлайн-платформы Statista[9] уровень переработки в 2020 году пластиковых отходов в Японии составил 86%, в Южной Корее – 55,8%, в Европейском союзе (ЕС 27), Норвегии, Швейцарии и Соединенном Королевстве - 35%, из них пластиковой упаковки – 40,6%, в Испании 43% и 41,3% соответственно. Переработка пластиковой упаковки в Соединенном Королевстве (Великобритании) составила 44,2%.

Однако цифры эти «лукавые». Значительная часть пластиковых отходов покидает страны, для переработки, в-третьих странах, где могут применяться другие экологические стандарты, а указываются в цифрах переработки странах-экспортерах. Например, 46% европейского пластика, предназначенного для вторичной переработки, экспортируется. До 2018 года главным направлением экспорта отходов были Африка и Китай. Но в 2018 году КНР ввел запрет на импорт на 24 вида твердых отходов, включая бутылки из-под напитков из полиэтилентерефталата (ПЭТ), другие пластиковые бутылки и контейнеры, а также всю смешанную бумагу, в рамках кампании против «иностранный мусора». Новым направлением вывоза отходов стала Юго-Восточная Азия, включая Малайзию. [10]

Запрет КНР на импорт чужих отходов, заставил развитые страны искать альтернативные пути для снижения уровня пластикового загрязнения.

Для ограничения и упорядочения процесса экспорта, импорта и поставкам внутри ЕС пластиковых отходов с 01.01.2021 в ЕС были приняты

новые правила. Новые правила должны положить конец экспорту пластиковых отходов в третьи страны.

Директивой ЕС от 2019 года с 3 июля 2021 года на территории Евросоюза введен запрет на одноразовый пластик.

В 2019 году в ЕС была презентована так называемая «Зеленая сделка» - «Европейское зеленое соглашение», в рамках которой планируется, что к 2030 году 55% отходов пластиковой упаковки должны будут перерабатываться.

В ноябре 2022 года Комиссия ЕС предложила новые общеевропейские правила упаковки, включая предложения по улучшению дизайна упаковки, такие как четкая маркировка, для содействия повторному использованию и рециркуляции и призывает к переходу на биопластики на биологической основе, биоразлагаемые и компостируемые пластмассы.

Еще одной инициативой в части охраны окружающей среды от пластикового загрязнения в Европе, принятой в 2020 году, является Европейский пакт о пластмассах, в рамках глобальной инициативы фонда Эллен Макартур «Новая экономика пластмасс (New Plastics Economy)».

В рамках Европейского пакта ставятся цели:

- разрабатывать всю пластиковую упаковку и одноразовые пластиковые товары, представленные на рынке, максимально пригодными к повторному использованию, и в полном объеме для повторной переработки к 2025 году;

- перейти к более ответственному использованию пластиковой упаковки и одноразовых пластиковых изделий, стремясь к 2025 году сократить объемы производства первичных пластиковых изделий и упаковки не менее чем на 20% (по весу), причем половина этого показателя должна быть обусловлена максимально возможным сокращением производства пластика;

- повысить в участвующих странах эффективность сбора, сортировки и переработки всех видов пластика, используемого в упаковке и одноразовой продукции, как минимум на 25% к 2025 году, а также достичь

стандарта качества процессов сбора, сортировки и переработки, который соответствует рыночному спросу на переработанный вторичный пластик;

- максимально увеличить использование переработанного пластика в новых товарах и упаковке к 2025 году, при достижении компаниями, использующими пластик, содержания в товарах и упаковке не менее 30% переработанного пластика (по весу). [11]

К Европейскому пакту присоединились Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Италия, Латвия, Литва, Нидерланды, Португалия, Словения, Испания и Швеция, а также компании Unilever, Nestle SA, Bonduelle, Royal FrieslandCampina и многие другие, в том числе французское отделение “Ашана”.

1.3 Понятие микропластика

Микропластиком называют мелкие кусочки пластика размером от одного микрометра до пяти миллиметров в диаметре.

Впервые на него обратил внимание морской биолог Эд Карпентер осенью 1971 года в Саргассовом море. Во время исследовательского круиза его заинтересовали непонятные белые пятнышки среди зарослей бурых саргассовых водорослей.

Свои наблюдения он опубликовал в 1972 году в журнале Американской ассоциации содействия развитию науки Science. Он предположил, что загрязнение пластиком не ограничивается пластиковыми пакетами, бутылками из-под безалкогольных напитков и другим видимым мусором.

Сам термин «микропластик» получил свое определение и вошел в мировую лексику после выхода в 2004 году статьи морского биолога Ричарда Томпсона «Затерянные в море: где весь пластик?».

Существует два основных типа микропластиков: первичный и вторичный микропластики.

Специально произведенные частицы размером от 1 мкм до 5 мм считается первичным микропластиком.

Вторичный микропластик – мелкие пластиковые частицы, образующиеся из-за механического, атмосферного или иного воздействия на пластиковые изделия.

Источниками микропластиков служат:

1.3.1 Средства личной гигиены

Пластиковые микрошарики используются в качестве добавок в бесчисленных косметических средствах и средствах личной гигиены. Они действуют как сорбент, а также отшелушивающие средства. Пластиковые микрошарики входят в состав скрабов для лица, зубной пасты, геля для душа и т.д. Одним из видов пластика, который часто воспринимается в виде микропластика, является полиэтилен (PE). В европейских странах микрошарики из полиэтиленового пластика считались наиболее распространенными, их было использовано около 4073 тонн.

1.3.2 Абразивные материалы для струйной обработки и чистящие средства

Для очистки поверхностей первичные микропластики используются в качестве абразива. Такие пластмассы, как полиэстер, поликарбонат, полиамид, используются в взрывоопасных средах. Основное назначение абразивных материалов для струйной обработки - очистка ободьев, удаление краски и мойка судов. Эти абразивы также используются в морской промышленности для очистки резервуаров.

1.3.3 Синтетический текстиль и шины

Процесс стирки в домашних хозяйствах и на промышленных предприятиях приводит к массовому производству микропластика путем соскабливания и диспергирования волокон, который затем выбрасывается в

сточные воды и достигает кульминации в океане. Шины содержат обильную смесь нескольких синтетических полимеров в дополнение к натуральному каучуку. Шины изнашиваются при эксплуатации, а шинная пыль, содержащая синтетический каучук, разносится ветром или уносится дождем.

1.3.4 Средства для защиты красок и древесины

Первичные микропластики добавляются в краску и консервант. Это придает матирующий эффект и действует как усилитель цвета, повышает долговечность древесины, обеспечивает закалку и стойкость к истиранию.

1.3.5 Синтетические воски и нефтегазовая промышленность

Синтетические воски используются при окрашивании, покрытии пищевых продуктов, в качестве смазочных материалов, а также при переработке пластмасс. Они также используются для покрытия бумаги, широко используются в текстильной промышленности, обеспечивая более гладкую поверхность. Политетрафторэтилен (PTFE) используется в буровых растворах для бурения.

1.3.6 Производство пластиковых гранул

Гранулы диаметром около 2,55 мм являются основной формой многих пластмасс. Эти гранулы используются для производства пластиковых изделий. В дополнение к гранулам пластиковая пыль также накапливается в процессе производства или образуется из-за их перемещения и транспортировки. Гранулы содержат определенные опасные добавки, такие как пластификаторы и антипирены, которые повышают экологическую токсичность. Эти добавки смешиваются перед производством или добавляются во время переработки.

1.3.7 Атмосферные воздействия и истирание

Истирание синтетической кухонной утвари, истирание подошв обуви, истирание инфраструктуры, абразивные материалы для струйной обработки — все это приводит к образованию городской пыли. Микропластик в городской пыли смывается дождем или ветром и в конечном итоге попадает в океаны. Покрытия лодок выполняются различными антикоррозионными красками, в основном полиуретановыми, лаками и винилом. Независимо друг от друга важность этих факторов незначительна, но вместе они ответственны за появления микропластика.

1.3.8 Упаковочный материал

Упаковочные материалы как правило источники вторичного микропластика. На долю упаковки приходится до 62% всего собираемого пластика: пластиковые пакеты, бутылки из-под безалкогольных напитков и т.д. Упаковочные материалы составляют основную часть мусора.

1.3.9 Медицинские предметы

В медицинском секторе широко используются микропластики. Используемые подгузники, гигиенические полотенца, пластыри, медицинские маски - в итоге становятся мусором. Очки, контактные линзы являются одним из основных источников микропластика.[12]

Ученые обнаружили микропластик в водной среде – реках, океанах, Арктических льдах; в морских животных; в продуктах – бутилированной и водопроводной воде, рыбе, соли, пиве. Последние исследования показали наличие микропластиков в крови человека.

Всемирная Организация Здравоохранения поддерживает точку зрения, о том, что микропластики не несут опасности человеку, но в то же время подчеркивает, что проблема недостаточно изучена и требуются дополнительные наблюдения.

2. Переработка пластика

2.1 Способы утилизации пластика

Отходы пластических масс можно разделить на 3 группы:

а) технологические отходы производства, которые возникают при синтезе и переработке термопластов. Они делятся на неустраняемые и устранимые технологические отходы. Неустраняемые – это крошки, высечки, обрезки, литники, облой, грат и т.д. В отраслях промышленности, занимающихся производством и переработкой пластмасс, таких отходов образуется от 5 до 35 %. Неустраняемые отходы, по существу, представляющие собой высококачественное сырье, по свойствам не отличаются от исходного первичного полимера. Переработка его в изделия не требует специального оборудования и производится на том же предприятии. Устранимые технологические отходы производства образуются при несоблюдении технологических режимов в процессе синтеза и переработки, т.е. это – технологический брак, который может быть сведен до минимума или совсем устранен. Технологические отходы производства перерабатываются в различные изделия, используются в качестве добавки к исходному сырью и т.д.;

б) отходы производственного потребления – накапливаются в результате выхода из строя изделий из полимерных материалов, используемых в различных отраслях народного хозяйства (амортизированные шины, тара и упаковка, детали машин, отходы сельскохозяйственной пленки, мешки из-под

удобрений и т.д.). Эти отходы являются наиболее однородными, малозагрязненными и поэтому представляют наибольший интерес с точки зрения их повторной переработки;

в) отходы общественного потребления, которые накапливаются у нас дома, на предприятиях общественного питания и т.д., а затем попадают на городские свалки; в конечном итоге они переходят в новую категорию отходов – смешанные отходы. [13]

К основным способам утилизации отходов пластических масс относятся:

- термическое разложение путем пиролиза;
- разложение с получением исходных низкомолекулярных продуктов (мономеров, олигомеров);
- вторичная переработка. [13]

Утилизация полимерных отходов в целях получения вторичных материальных ресурсов охватывает отдельные направления переработки:

- механическую переработку;
- переработку в исходный продукт (рециклинг в исходный продукт);
- химическую, биологическую или органическую переработку (в том числе в топливо).[14]

Пиролиз – это термическое разложение органических продуктов в присутствии кислорода или без него. Пиролиз полимерных отходов позволяет получить высококалорийное топливо, сырье и полуфабрикаты, используемые в различных технологических процессах, а также мономеры, применяемые для синтеза полимеров. Газообразные продукты термического разложения пластмасс могут использоваться в качестве топлива для получения рабочего водяного пара. Жидкие продукты используются для получения теплоносителей. Спектр применения твердых (воскообразных) продуктов пиролиза отходов пластмасс достаточно широк (компоненты различного рода защитных составов, смазок, эмульсий, пропиточных материалов и др.). [13]

Механическая переработка.

Технологи механической переработки проста. Пластик сортируют по видам и цвету, удаляют посторонний мусор, дробят, тщательно промывают, сушат.

Для получения гранулята последним этапом описанной выше технологии является грануляция: дробленый пластик нагревают до размягчения, через отверстия оборудования масса продавливается в виде нитей и нити измельчаются в гранулы. Гранулирование может осуществляться горячим или холодным способом. При холодном способе нити перед резкой охлаждаются в водной среде. При необходимости могут добавляться дополнительные этапы обработки для окрашивания гранул, включения присадок и добавок.

Наиболее популярный пластик для переработки в хлопья – ПЭТ. В гранулы перерабатывают ПНД HDPE (полиэтилен низкого давления), ПВД LDPE (полиэтилен высокого давления), ПЭТ PET (полиэтилентерефталат), РР (Полипропилен), ПВХ PVC (поливинилхлорид).

Гранулы могут использоваться при новом производстве:

ПНД - мягких упаковочных материалов – пленок и пакетов, твердой упаковки – пробки для бутылок, тара для продуктов, косметики и химии, полимерных труб, бытовых емкостей, сельскохозяйственного и бытового инвентаря, деталей для различного оборудования.

ПВД - упаковочных пленок, подносов и лотков, пробок для стеклянных бутылок, детских игрушек, пластиковой тары, кровельных материалов, полимерно-песчаных стройматериалов, труб-каналов для кабеля, водостоков и вентиляции, изделий медицинского назначения. Из вторичного ПВД изготавливают утеплитель – пенополистирол. Широкое применение в строительстве также получили полимерно-песчаные плитка и черепица. Он используется также в машиностроении и приборостроении.

ПЭТ - бутылок технического и бытового назначения, различной тары для продуктов питания, косметических средств, химии, кровельных материалов, упаковочного шпагата и ленты.

Механическая переработка на данный момент наиболее востребованный и популярный способ переработки пластиков.

К способам химической утилизации полимеров относят такие способы как гидролиз, метанолиз, гликолиз.

Гидролиз: полимерные отходы подвергаются воздействию давления, высокой температуры, воды, при этом происходит разрушение компонентов до исходного состояния;

Метанолиз: химическая реакция развивается в резервуаре с высокой температурой среды внутри, для ее активизации используют катализаторы (ацетат магния, ацетат кобальта и др.), причем расщепление пластмассы происходит при участии метанола;

Гликолиз: главными факторами для изменения структуры материала является высокое давление и температура, но метод не такой затратный, как гидролиз, хоть и схож по принципу реализации, в его основе лежит преобразование полимеров до появления полиэфирного термопластика при участии этиленгликоля, катализаторов. [15]

Методы биологической утилизации рассматривается, как перспектива, его отличает длительный процесс разложения. При этом предполагают возможное участие насекомых, грибов, бактерий. Принцип биологического разложения основан на воздействии ферментов. [15]

2.2 Применение переработанного пластика

В европейских странах основные методы переработки пластика нашли применение при производстве:

2.2.1 RDF - топливо.

RDF (RefuseDerivedFuel) — это английский термин, в переводе означает – топливо, полученное из отходов. Учитывая, что в условиях современности

пластик является неотъемлемой и значительной частью ТБО, то производство RDF – топлива необходимо рассматривать, как один из видов утилизации пластика.

Технология получения RDF начинает развиваться с пятидесятих годов прошлого столетия. RDF представляет собой топливо, производимое путем сортировки, измельчения и обезвоживания твердых бытовых отходов (далее – ТБО).

Получение RDF топлива из ТБО проходит в пять этапов: предварительная сортировка, сушка, измельчение, магнитная сепарация и гранулирование. ТБО сортируют механизированным способом на специальных мусоросортировочных линиях, отбирая полезное вторсырьё – макулатуру, металл, стекло, пластмассы, пленку, ПЭТ и др. Важную роль играет предварительный отбор опасных компонентов, сильно вредящих атмосфере при сгорании (хлорсодержащий пластик ПВХ, батарейки, электронные устройства). С помощью роторных сепараторов отделяются остатки пищи и растений, которые в идеале подлежат компостированию. Всё, что осталось после этих операций (мелкий пластик, пленка, этикетка, древесные отходы и д.р.), можно использовать для производства RDF топлива, для чего эта масса измельчается, подсушивается в специальных сушильных барабанах, уплотняется прессованием и гранулируется. Полученные гранулы, брикеты и являются RDF-топливом из отходов. Чем больше в нём углеводородного пластика, древесины, бумаги и т.д., тем выше теплота сгорания и ниже количество образующейся золы.[16]

RDF-топливо используется в производствах, применяющих высокие температуры, и где происходит термическое разложение (пиролиз) сложных и опасных газообразных продуктов сгорания, превращающее их в обычные дымовые газы. Это цементное и металлургическое производство с рабочей температурой около 1500 С. Зола в печах «автоматически» утилизируется, переходя в состав цемента или в шлак.

На цементных производствах Германии RDF - топливо составляет до 90%. В Швеции до 48,6% мусора сжигается для производства электроэнергии. В Швейцарии, до 50% ТБО превращают в качественное RDF-топливо.

В разработке RDF-топлива лидируют Бельгия, Нидерланды и Финляндия.

Несмотря на то, что технологии производства RDF-топлива около 50 лет и его применение уже не чудо, споры между сторонниками и противниками его применения не утихают.

С одной стороны, RDF безусловно альтернатива природным источниками топлива-газ, нефть и помогает экономить природные топливные ресурсы, помогает радикально решать проблемы бытового мусора.

С другой стороны, существующие риски связаны с тем, что в брикеты могут попасть опасные и ядовитые отходы, пропущенные при сортировке на начальном этапе технологической цепочки: батарейки, металлы, изделия на основе поливинилхлорида, медикаменты, изделия, содержащие ртуть (градусники), хлорсодержащие вещества, автомобильные запчасти и др., которые выделяют при сжигании диоксины и фураны. При сжигании ДСП (древесно-стружечных плит), ДВП (древесноволокнистых плит) и фанеры, которые содержат большое количество формальдегидных смол, выделяются цианиды и формальдегиды, изделий, окрашенных масляной краской – свинец.

Ученые и экологи до сих пор не пришли к единому мнению об отсутствии отрицательного воздействия RDF на окружающую среду. [17]

2.2.2 Пластиковые дороги.

В 2015 году компанией KWS Infra (входит в концерн VolkerWessels, Нидерланды) был разработан инновационный проект дорог из готовых пластиковых модулей –PlasticRoad.

Технологией предусматривается укладка дорожного полотна из готовых блоков – специальных полых плит, изготовленных из вторичных полимерных материалов. В частности, VolkerWessels предлагает использовать переработанные пластиковые бутылки и пластиковые отходы, которые будут извлекаться в рамках программы очистки мирового океана от мусорных островов (Ocean Cleanup). Срок ее службы такой дороги в три раза больше, чем у обычных дорог, плиты имеют полые ниши для монтажа кабелей и труб инженерных коммуникаций, лучше переносят динамические нагрузки, укладка возможна на любых видах почв. При необходимости ремонта дороги потребуется только замена старой секции на новую. [18]

К настоящему времени на основании базового проекта PlasticRoad компанией разработаны варианты пластиковых покрытий для пешеходных и велосипедных дорожек, парковочных мест, тротуаров, платформ, школьных дворов, игровых и спортивных площадок.

Разработчики декларируют, что на блоки нанесено специально разработанное покрытие, которое гарантирует, что пластик не соприкасается с шинами транспортных средств, движущихся по дороге. Это предотвращает выделение микропластика. Кроме того, фильтровальная ткань и система фильтрации обеспечивают сбор грязи и очистку воды.

Другая технология использования вторичного пластика в дорожном строительстве была запатентована в 2006 году Раджагопаланом Васудеваном (Rajagopalan Vasudevan), профессором химии Инженерного колледжа Тиагараджара города Мадурай, Индия. Он предложил в смесь камня и битума добавлять расплавленный пластик. Полученный таким образом материал повысил прочность дороги на разрыв, сделав ее более прочной и гибкой. Пластик также предотвратил образование выбоин. Когда слой расплавленного пластика заполняет пространство между гравием и битумом, это предотвращает просачивание дождевой воды внутрь и возникновение структурных дефектов.

Асфальт нагревается до температуры 170°C (338F). Затем на него посыпают измельченный пластик толщиной менее 70 микрон (включая многослойные пластиковые лоскутки). Затем добавляется подогретый битум. Расплавленный пластик смешивается с битумом и камнем, в результате чего получается блестящая гудроновая поверхность. Пластика в такой смеси используется не более 10%. Автор технологии утверждает, что риск выделения токсичных паров при использовании его технологии минимален, т.к. пластик нагревается до 170°C, а для выделения токсичных паров из пластика требуется температура выше 270°C

По состоянию на октябрь 2017 года в Индии уже проложено таким способом более 100 тыс. км. [19]

Специалисты предупреждают, что пластиковые отходы — это смесь полимеров, не все из которых могут подойти и оказаться достаточно мягкими для дорожного покрытия. Кроме того, нет никаких данных о проведенных исследованиях на предмет попадания в окружающую среду микропластика, который может образовываться при трении автомобильных шин с покрытием дорожного полотна.

2.2.3 Строительные материалы.

Британская компания «LightweightTiles LTD» из Великобритании изготавливает покрытие для кровли из переработанного пластика. Кровля получается легкой, обеспечивает звукопоглощение и теплоизоляцию, долговечной и устойчивой к УФ-лучам. Она не теряет первоначальный цвет и не поддается коррозии. [20]

Производством плитки для отделки стен и полов из переработанных пластиковых отходов занимается завод «Trashpresso» в Китае. Он представляет собой передвижное сооружение, работающее от солнечной энергии.

Первый мобильный завод начал свою полноценную работу по переработке отходов из пластика и выпуску изделий из них еще в далеком 2005 году. Сегодня они производят строительные модули, товары широкого потребления, лодки, предметы интерьера и многое другое. [20]

2.2.4 Одежда из вторичных полимеров.

В полиэстер перерабатывают ПЭТ-бутылки. Сначала использованный пластик перерабатывают в крошку и расплавляют в однородную массу, нагревая до 250°C. При помощи специального оборудования из нее вытягивают длинные нити. После окрашивания они готовы превратиться в ткань. Полиэстер используется в чистом виде и в составе смесовых тканей, используют как утеплитель одежды, спальных мешков, игрушек, искусственную шерсть для одежды. [21]

До 70% вторичного ПЭТ перерабатывается таким способом в странах Европейского союза.

Бренды Adidas, Nike, Levi's, H&M, Marks&Spencer, Asics, MaxMara используют для производства своих изделий вторичное пластиковое волокно или как его еще называют «экополиэстер». [21]

3 Социально-экологические факторы деятельности предприятия по переработке пластика

3.1 Ознакомление с процессом переработки пластика ООО «АРТЭКО СПБ»

Как и во всем мире в России производство и потребление пластика различных видов растет. За 2014-2019 года прирост составил 64,2%. [22]

В 2022 году около 0,7 млн.т. вторичных полимеров было использовано в качестве сырья для нового производства.[23]

ООО «АРТЭКО СПБ» одно из предприятий, обеспечивающих рынок переработанным вторичным полимером.

ООО «АРТЭКО СПБ» зарегистрировано 24.12.2019 г. Основной вид деятельности компании - обработка отходов и ломапластмасс (код 38.32.53). В качестве дополнительных видов деятельности компанией заявлены сбор и утилизация опасных и отсортированных материалов, обработка отходов и лома бумаги и картона, стекла, резины, торговля отходами и ломом, деятельность автомобильного грузового транспорта. Предприятие имеет лицензии на заготовку, хранение, переработку и реализацию лома черных и цветных металлов, а также на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности.

Основная производственная площадка по переработке пластика находится в Ленинградской области на территории государственного института прикладной химии (городской поселок Кузьмолровский).

Переработки пластика осуществляется механическим способом, конечный продукт - флекс (ПЭТ- хлопья).

Поступившие отходы сортируют вручную. На фото1 показана сортировочная линия.



Фото1 - Сортировочная линия предприятия

На сортировочной линии отбирают фракции, не перерабатываемые на данном предприятии: алюминиевые банки, другие виды пластика, картон,

бумагу и т.д. Отсортированное сырье упаковывается и передается на переработку заинтересованным организациям.

Отсортированное сырье поступает в дробилку для измельчения. На фото 2 показано поступление сырья в дробилку.

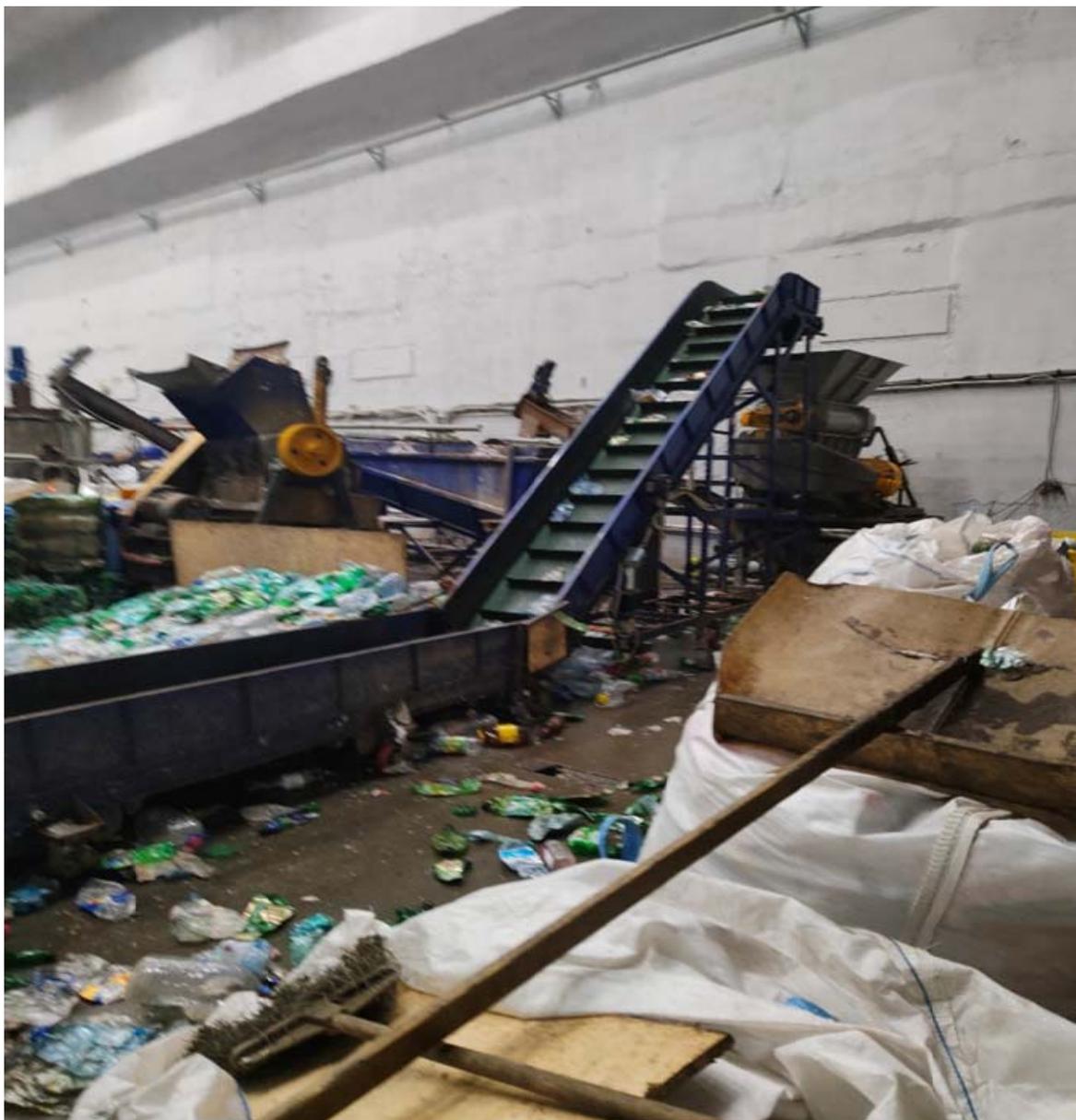


Фото 2 - Поступление сырья в дробилку.

После дробилки измельченная смесь пластиков, поступает в ванну флотации. На фото 3 показана ванна флотации.



Фото 3 – Ванна флотации.

В ванне флотации происходит отделение полиэтилентерефталата (PET) от крышек (полиэтилентерефталат) и этикеток (полипропилен). Полиэтилентерефталата (PET) опускается на дно, смесь крышек и этикеток поднимается на поверхность. Происходит разделение потоков. Крышки и этикетки с верхней части ванны отводятся в специальную емкость, а бутылки идут дальше по технологической цепочке в горячую мойку.

При мойке при высокой температуре и с применением химических реагентов PET отмывают, в специальных ваннах ополаскивают.

Дробленый и отмытый пластик поступает в центрифугу для обезвоживания. На фото 4 показана центрифуга.



Фото 4 – Центрифуга для обезвоживания

Затем хлопья направляют в сушилку для окончательной сушки. Сушка представлена на фото 5.



Фото 5 - Сушилка

Следующий этап переработки - отделение PET от случайных остатков крышек и этикетки в сепараторе, представленном на фото 6.



ото 6 - Центрифуга.

Последний этап переработки - фасовка в биг-бэги для отправки на предприятия- партнеры. Готовые и фасованные ПЭТ-хлопья представлены на фото 7.



Фото 7 – ПЭТ-хлопья в биг-бэгах.

Конечный продукт продается компаниям, использующим вторсырье для производства мягкого наполнителя, текстиля, жесткой пластиковой ленты и др.

ООО «ООО «АРТЭКО СПБ» воду, используемую на предприятии, подвергают очистке при помощи собственной небольшой локальной очистной станции.

Очищенная вода используется повторно в технологическом процессе, но только частично - в дробилке и в ванне флотации (кроме горячей мойки).

Очищенная вода, не используемая повторно в производстве, сливается в канализационные сети.

Очистка воды проходит в два этапа. Очистка от взвеси, мусора, окисление, очистка с применением флокулянтов и коагулянтов. В качестве коагулянта используется гидроксид алюминия.

3.2 Социально-экологические факторы деятельности предприятия по переработке пластика на примере ООО «АРТЭКО СПБ»

Сектор переработки полимеров развиваться в РФ стал относительно недавно.

В Ленинградской области переработкой в пластика в ПЭТ- хлопья занимаются два предприятия. И тем не менее основная проблема ООО «АРТЭКО СПБ» - хроническая недогрузка линии переработки. При максимальной мощности переработки 8 000 тонн бутылок в год на входе в линию, реальная загрузка линии переработки – 4 000 тонн бутылок в год.

На данный момент источником сырья для предприятия служат отходы, получаемые от предприятий – юридических лиц, ПЭТ отходы, собираемые в собственные баки и отходы населения, собираемые предприятиями - партнерами.

Одним из реальных способов увеличения потока сырья может стать система сортировки бытового мусора.

Система сортировки бытового мусора положительно себя зарекомендовала в странах Европейского союза.

Швеция.

В Швеции действует система разделения ответственности за сбор и обработку отходов. Домохозяйства (муниципалитеты) отвечают за отдельный сбор и размещение отходов в соответствующих контейнерах; пункты сбора находятся, как правило, в пределах 300 м от любого домовладения. Различные фракции вывозятся в разные дни недели, так что каждое утро жители частных

домов и квартир выносят в контейнеры именно те отходы, которые вывозятся в ближайшее время (что облегчает и муниципальный контроль над всем процессом). Количество фракций различается от муниципалитета к муниципалитету и может достигать до 10–15. На местных властях также лежит сбор отходов, образуемых кафе, ресторанами, магазинами, учреждениями и т.д. [24]

Пластиковые и алюминиевые бутылки с маркировкой PANT шведы сортируют отдельно и сдают их в супермаркетах в предназначенные для этого автоматы. По сути, шведы платят только за напиток, а средства за бутылку – депозитные. После проделанной операции выдается чек, которым можно оплатить покупки в магазине, принявшем бутылки на переработку. Также можно обменять чек на наличные или перевести эти средства на благотворительность (функция доступна на автомате до того, как он выдаст чек). [25]

Германия.

Сортировкой мусора в Германии занимаются все. В каждой немецкой квартире имеется несколько мусорных ведер или пакетов, предназначенных для определенного вида отходов, которые потом выносят в специальные контейнеры. Далее коммунальные службы собирают их, тоже отдельно, и отправляют на предприятия, главной задачей которых является утилизация конкретного вида мусора.

Для каждого вида отходов в Германии существуют специальные баки, которые отличаются по цвету. Бытовой мусор в Германии разделяют на следующие категории:

- Биомусор выбрасывают в контейнеры коричневого цвета. Сюда идут пищевые отходы, все что может разлагаться в природе;

- Бумагу и картон выбрасывают в контейнеры синего цвета. Сюда идут газеты, книги, бумажный упаковочный материал.

Рядом устанавливают маленькие контейнеры для сбора мусора, содержащего ядовитые вещества и требующего специальной переработки, такие как батарейки и аккумуляторы.

- Стекло собирают в контейнеры белого, коричневого и зеленого цветов для сбора стекла соответствующего цвета. Их устанавливают для обслуживания сразу нескольких кварталов. не в каждом дворе.

Выброс в контейнеры для стекла бутылок, предназначенных для многократного использования, запрещен. В Германии, как и в Швеции на стеклянные и некоторые виды пластиковых бутылок многократного использования действует система возврата средств. В большинстве магазинов есть специальные автоматы, в которые можно сдать такие бутылки, а вырученные средства использовать для оплаты покупок. Часть таких автоматов оснащена кнопкой, позволяющей передать эти средства на нужды бедных.

- Остатки бытовых отходов, кроме пищевых, собирают в контейнеры черного цвета. Сюда идут цветные салфетки, дискеты, различные предметы гигиены, окурки и тому подобный мусор.

«Зеленая точка» (нем. Der GrünePunkt)

В 2001 году в Германии была внедрена система оплаты производителями лицензионного сбора за переработку и утилизацию отходов, от их продукции. Система распространена по странам Евросоюза.

Отходы, маркированные знаком «Зеленая точка» собирают в желтый мешок. Сюда идут металлические банки из-под напитков, различные коробки для соков, фольга, пластиковые пакеты от молока.

Мусор разного типа забирают по графику. Он устанавливается на год, и его можно узнать в интернете либо из информационной брошюры, которую ежегодно рассылает компания по вывозу отходов.

Штрафы за мусор довольно высокие. Например, за обертку от конфеты, брошенную мимо урны, можно заплатить 35 евро, а за более серьезные нарушения и штрафы более серьезные. При некачественной сортировке мусора компании по вывозу отходов могут повысить расценки всему району или

вообще отказаться их забирать, поэтому соответствующее отношение к нарушителю порядка от его соседей гарантировано. [26]

Подход к решению проблемы бытовых отходов и отходов пластмасс в различных государствах неодинаков, но можно выделить общие составляющие, являющиеся основой создания успешной системы управления и обращения с отходами пластмасс бытового происхождения: эффективная нормативно-правовая база; введение системы ответственности производителя за будущую переработку тех или иных продуктов из пластмасс (в основном — упаковки); государственная поддержка предприятий-переработчиков; внедрение системы раздельного сбора отходов; просвещение населения. [27]

Система раздельного сбора отходов внедряется в Российской Федерации в рамках так называемой «мусорной реформы» нацпроекта «Экология».

ООО «АРТЭКО СПБ» сотрудничает региональным оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами.

В г. Санкт-Петербурге статусом регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами наделен АО «Невский экологический оператор». С 01.01.2022 АО «Невский экологический оператор» оказывает услуги по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению бытовых отходов.

АО «Невский экологический оператор» реализует внедрение комплексной системы раздельного накопления отходов на территории Санкт-Петербурга:

- двухпоточная система раздельного накопления отходов используется в Приморском, Выборгском и Московском районах.

В рамках двухпоточного раздельного сбора установлены дополнительные контейнеры для вторсырья синего цвета: в них можно выбрасывать все фракции полезных отходов;

- многопоточная система раздельного накопления отходов используется в Калининском, Красногвардейском, Невском, Петроградском, Курортном, Колпинском и Пушкинском районах.

В рамках многопоточной системы используются желтые контейнеры для сбора пластиковых и металлических отходов, а также картонной упаковки для напитков, синие — для сбора макулатуры, черные — для стекла. [28]

ООО «АРТЭКО СПБ» также сотрудничает с общественным экологическим движением «РаздельныйСбор». Экологическое движение «Раздельный Сбор» — это сообщество людей, которые считают внедрение раздельного сбора отходов обязательным для развития общества ответственного производства и потребления, для улучшения состояния окружающей среды и качества жизни человека. [29]

5 ноября 2011 года в Санкт-Петербурге активисты провели первую акцию по сбору разных видов вторсырья (макулатуры и пластика), и этот день стал считаться днем рождения движения. [29]

«РаздельныйСбор»имеет более 5 000 пунктовдля сбора металла, бумаги, пластика, стекла, крышечек, батареек, лампочек и т.д.вСанкт-Петербурге и Ленинградской области.

Как уже было сказано, ООО«АРТЭКО СПБ» использует механический способ переработки пластикового вторсырья.

Группа экологов из Университета Стратклайда в Шотландии и Университета Далхаузи в Галифаксе в Канаде проводила исследование на неназванном предприятии по переработке пластика в Великобритании, использующем механическую переработку.[30]

Процесс переработкивключает сортировку, измельчение и плавление пластмасс в гранулы. Однако на этих этапах переработки пластиковые отходы многократно промываются. Схематично технологический процесс исследуемого предприятия показан на рисунке 3.

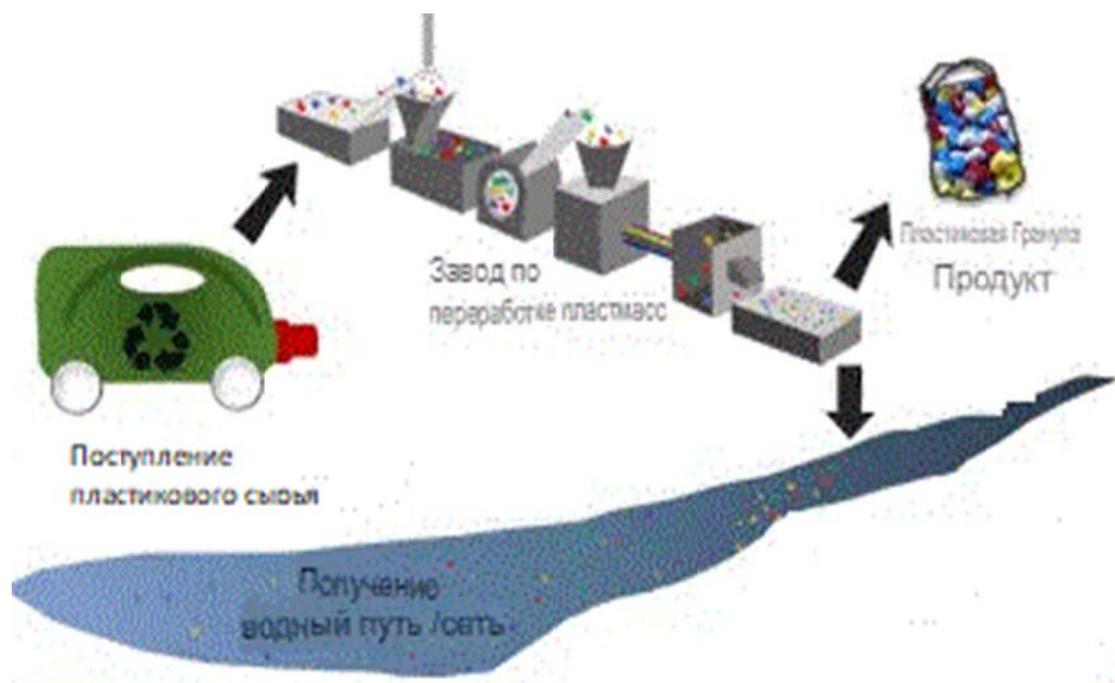


Рисунок 3 - Технологический процесс исследуемого предприятия.

Исследованию подверглись пробы сточных вод. Исследованием обнаружено, что количество микропластика, попавшего в воду, составило 13% от объема переработанного пластика.

По оценкам ученых, на объекте может быть выброшено до 75 миллиардов пластиковых частиц в каждом кубическом метре сточных вод.

Исследователи протестировали воду до и после установки на заводе системы фильтрации воды (устанавливались фильтры, которые могли улавливать частицы размером более 50 микрон) и обнаружили, что фильтрация может удалять более крупные частицы микропластика из отходов предприятия и снижать концентрацию микропластика с 13% перерабатываемого пластика до 6%.

Более 90% частиц, которые обнаружены были меньше 10 микрон, что примерно соответствует диаметру эритроцита человека, а более чем на 80% меньше пяти микрон.

Результаты также выявили высокий уровень микропластика в воздухе вокруг перерабатывающего предприятия, причем 61% частиц размером менее 10 микрон. Твердые частицы размером менее 10 микрон связаны с болезнями человека.

Исследователи, предполагают, что предприятие выбрасывало до 2933 метрических тонн микропластика в год до внедрения системы фильтрации и до 1366 метрических тонн впоследствии.

В исследовании отмечается, что предприятие по переработке пластика является источником загрязнения микропластиком для принимающих водоемов (рек или канализационной сети) широкого спектра частиц (если фильтрация не используется) и, в частности, для значений <10 мкм и <5 мкм (если используется фильтрация).

С этими результатами перекликается работа группы японских и вьетнамских ученых, которые исследовали поступление пластика в сточные воды трех предприятий по механической переработке пластиковых отходов во Вьетнаме, занимающихся электронными отходами, отходами бутылок и бытовыми пластиковыми отходами.[31]

Исследования концентрации микропластика в сточных водах и поверхностных водах рек, принимающих эти стоки с трех предприятий, выявили, что большое количество микропластика (пластмассы длиной <5 мм) образуется и попадает в водную среду во время механической переработки без надлежащей обработки.

Таким образом, механический процесс вторичной переработки является потенциальным источником загрязнения окружающей среды пластиком, которое он призван помочь предотвратить.

Другими словами, переработчики, пытающиеся решить проблему пластмасс, на самом деле могут усугубить проблему микропластика.

Выводы.

Не смотря на актуальный вид деятельности предприятий по переработке пластика, отвечающий современным тенденциям защиты окружающей среды и экономике «замкнутого цикла», у таких предприятий есть один существенный минус. Высока вероятность таких предприятий стать в результате своей хозяйственной деятельности точечным источником загрязнения микропластиком через свои сточные воды и воздух. Вода, используемая в технологическом процессе, в конечном итоге может попасть в городские системы водоснабжения и в окружающую среду. Микропластики находящиеся в воздухе могут циркулировать в атмосфере и осаждаться в любой точке земного шара.

Поскольку предприятий, использующих механическую переработку, может увеличиться в связи с переходом к экономике круговорота пластмасс, можно ожидать увеличения выбросов микропластика.

В Российской Федерации не существует законодательства или стандарта для контроля за выбросом микропластиков в воздушную и водную среду в результате контролируемой деятельности. Действующие санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30 декабря 2022 года) для сточных норм не содержат предельно допустимых концентраций или ориентировочно допустимых уровней микропластика. Фактически в российских нормативно – правовых актах термин «микропластик» не используется.

В действующей нормативно-правовой базе применительно к сточным водам проходит тонкая грань между такими видами негативного воздействия на окружающую среду, как размещение отходов и сбросы загрязняющих веществ в составе сточных вод. В одних случаях — при очистке сточных вод — образуются отходы. Например, согласно Федеральному классификационному каталогу отходов самостоятельные коды отходов присвоены отходам при

обработке, очистке сточных вод. В других случаях сбросы загрязняющих веществ в водные объекты — это иной вид негативного воздействия на окружающую среду. [32]

Таким образом наличие и количество микропластика в воздушной среде и сточных водах после технологического цикла является «зоной ответственности» действующего предприятия, которая никак не регламентируется и не контролируется государством.

Необходима утвержденная нормативно-правовая база для государственного контроля и мониторинга в отношении микропластика в окружающей и водной среде.

Пока такого нет, предприятия по переработке пластика должны осуществлять собственный мониторинг по количеству микропластиков в окружающей среде и сточных водах. Самостоятельно подбирать и устанавливать системы для очистки сточных вод, гарантирующие минимальные содержания или отсутствие микропластиков в сточных водах.

На данный момент существуют системы очистки от микропластика сточных вод, такие как фильтрация, электрокоагуляция, коагуляция на основе железа или алюминия и др., однако они не обеспечивают 100% очистку

Не следует также забывать об экономической целесообразности того или иного метода. Поскольку высокие затраты на применение какого-либо метода станут препятствием для его применения.

К сожалению, требуется время для разработки и изучения методов удаления микропластика.

Поэтому необходимо полностью изучить не только масштабы образования микропластика и его выброса при механической переработке пластика, но и экологический риск, который представляют микропластики в атмосфере и водной среде.

Заключение.

Недавние исследования показывают, что для того, чтобы обратить вспять тенденцию к увеличению загрязнения окружающей среды пластиком, необходимы скоординированные глобальные усилия по сокращению пластиковых отходов на каждом этапе жизненного цикла пластика.

Переработка была разработана для того, чтобы уменьшить проблему отходов и защитить окружающую среду. Она уже помогает сократить количество твердых отходов, выбрасываемых на свалки, которые становятся все более дорогими, снижает спрос на недавно выращенное или добытое сырье. Долгое время переработка отходов считалась одним из наиболее эффективных способов сохранить нашу планету чистой и здоровой. Однако в последние годы начали выявляться скрытые опасности переработки, в частности производство микропластиков, требующих дальнейших исследований.

Список литературы

1. В поисках пластика: как Greenpeace и люди по всей стране изучали пластиковый мусор на берегах морей, рек и озёр. [Электронный ресурс]: Отчет /Алексей Киселёв, Дмитрий Нестеров, Ирина Скипор, 2020. – Электрон. текст. дан. - URL: https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2023/05/Greenpeace_Отчет-по-пластику_Интерактивная-версия_compressed_28042020.pdf

2. Региональные проблемы преобразования экономики. Социально - экологическая ответственность российских из западных компаний. - [Электронный ресурс]: Научный журнал /Дохолян С.Б., № 3 2015 - Электрон. текст. дан. - URL:<http://www.rppe.ru/wp-content/uploads/2008/01/РППЭ-№3-2015.pdf>

3. Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка (CyberLeninka) - [Электронный ресурс] – Е.Я. Виттенберг. Экологическая ответственность российского бизнеса/ 2017/ Электрон. текст. дан. - URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otvetstvennost-rossiyskogo-biznesa/viewer>

4. Наука за рубежом. Переработка пластмасс: Оценка рынка и перспективы. [Электронный ресурс]: Научный журнал № 75 / Л. К. Пипия, А. Г. Елкин, декабрь 2018. – Электрон. текст. дан. - URL: https://issras.ru/global_science_review/Nauka_za_rubejom_n75.pdf

5. Мельникова М.А. Полимерные материалы: свойства, практическое применение. Учебное пособие / М.А. Мельникова. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013. – 86 с.

6. Интернет-энциклопедия Wikipedia - [Электронный ресурс]: Электрон. текст. дан. – URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Recycling_symbol

7. Natalie Starr, Theodore R. Siegler, Jenna R. Jambeck, George H. Leonard. The United States' contribution of plastic waste to land and ocean, 2020-

[Электронный ресурс]: Научный журнал Science / Электрон. текст. дан. - URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abd0288>

8. Официальный веб-сайт Европейского союза, портал Европейского агентства по охране окружающей среды. The plastic waste trade in the circular economy- [Электронный ресурс] – URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/the-plastic-waste-trade-in>

9. Статистический портал Statista - [Электронный ресурс]: Электрон. текст. дан. – URL: <https://www.statista.com/topics/8614/plastic-waste-in-japan/#topicOverview>

10. Газета о проблемах экологии «Экосфера» - [Электронный ресурс]: Изнанка переработки. Куда отправляют мусор страны Первого мира - Электрон. текст. дан. – URL: <https://ecosphere.press/2021/01/28/iznanka-pererabotki-kuda-edet-musor-iz-pervogo-mira/>

11. Официальный портал экологического движения «Раздельный сбор» Европейский пакт о пластике- [Электронный ресурс]: Европейский пакт о пластике- Электрон. текст. дан. – URL: <https://rsbor.ru/encziklopediya-resursosberezheniya/evropejskij-pakt-o-plastike/>

12. Sukanya Mehra, Khushboo Sharma, Geetika Sharma, Mandeep Singh and Pooja Chadha. Sources, Fate, and Impact of Microplastics in Aquatic Environment - [Электронный ресурс]: Emerging Contaminants/ Электрон. текст. дан. - URL: <https://www.intechopen.com/chapters/73589#B19>

13. Клинков А.С., Беляев П.С., Соколов М.В. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов. Учебное пособие. /Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005 - 80 с.

14. ГОСТ 54533-2011 (ИСО 15270:2008). Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов./Дата введения 2013-01-01/ Москва. ФГУП «Стандартинформ», 2013 – 20 с.

15. Сбор, переработка и утилизация полимеров – вторичное и рациональное использование полимерных отходов. [Электронный ресурс]:

Электрон. текст. дан. – URL: <https://vseomusore.com/pererabotka-otkhodov/sbor-pererabotka-i-utilizatsiya-polimerov-vtorichnoe-i-ratsionalnoe-ispolzovanie-polimernyh-othodov>

16. Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка (CyberLeninka) - [Электронный ресурс] - А.А. Валинеева, Т.А. Степанова. RDF как альтернативный источник энергии. / март 2020/Электрон. текст. дан. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rdf-kak-alternativnyy-istochnik-energii/viewer>

17. Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка (CyberLeninka) - [Электронный ресурс] – Г.А. Аракелова. Анализ положительных и отрицательных факторов использования РДФ-топлива. / ноябрь 2016/Электрон. текст. дан. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-polozhitelnyh-i-otritsatelnyh-faktorov-ispolzovaniya-rdf-topliva>

18. Онлайн – журнал Wired. - [Электронный ресурс] - Future Highways Could Be Made From Recycled Plastic Bottles - Электрон. текст. дан. - URL: <https://www.wired.com/2015/07/future-highways-made-recycled-plastic-bottles/>

19. Новостной портал The Guardian - [Электронный ресурс]: The man who paves India's roads with old plastic - Электрон. текст. дан. - URL: <https://www.theguardian.com/world/2018/jul/09/the-man-who-paves-indias-roads-with-old-plastic>

20. Официальный портал производственной компании ООО «ПромДонПласт»- [Электронный ресурс]: 7 компаний, которые делают действительно стоящие вещи из переработанного пластика- Электрон. текст. дан. – URL: <https://vse-emkosti.ru/blog/iz-mira-plastika/7-kompaniy-kotorye-delayut-deystvitelno-stoyashchie-veshchi-iz-pererabotannogo-plastika/>

21. Официальный портал коммуникационного проекта +1 (Плюс Один)- [Электронный ресурс]: Как делают одежду из переработанных пластиковых бутылок- Электрон. текст. дан. – URL: <https://plus-one.ru/manual/2022/04/20/kak-delayut-odezhdu-iz-pererabotannyh-plastikovyyh-butylok>

22. Твердые бытовые отходы. Пластик и пластиковые отходы в России: ситуация, проблемы и рекомендации. - [Электронный ресурс]: Журнал / О. А.

Сперанская, О. А. Понизова, О. Ю. Цитцер, Я.Г. Гурский, № 12, 2021. / Электрон. текст. дан. - URL: https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-russia-2021-era_v1_4q-ru.pdf

23. Отраслевая конференция Союза переработчиков пластмасс «Сырьевое обеспечение отрасли переработки пластмасс. Конкурентоспособность российских изделий из полимеров» /23 марта 2023/ - [Электронный ресурс] - URL: https://www.youtube.com/watch?v=bpwYiVmD_B0

24. Информационно-аналитический интернет-портал «МИР24»- [Электронный ресурс]: Мусорные острова и электростанции: как развитые страны справляются с мусором- Электрон. текст. дан. – URL: <https://mir24.tv/articles/16379431/musornye-ostrova-i-elektrostantsii-kak-razvitye-strany-spravlyayutsya-s-musorom>

25. Официальный портал Ecogrizzly - [Электронный ресурс] - Как Швеция борется с мусором. - Электрон. текст. дан. – URL: <https://ecogrizzly.shop/ru/country-without-garbage-ru/>

26. Познавательный портал Zaganportal- [Электронный ресурс] - Сортировка и переработка бытовых отходов в Германии в 2023 году - Электрон. текст. дан. – URL: <https://zaganportal.ru/germaniya/zhizn/sortirovka-musora-v-germanii.html>

27. Учёные записки РГГМУ. О готовности жителей Петербурга к раздельному сбору отходов: социально-экологические аспекты утилизации пластика [Электронный ресурс]: Научный журнал, выпуск 47 / Гусева А.Ю., Полищук А.А., 2017 – Электрон. текст. дан. - URL: <https://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue47/maket-47el-205-215.pdf>

28. Официальный портал АО «Невский экологический оператор» - [Электронный ресурс] - Раздельный сбор отходов. - Электрон. текст. дан. – URL: <https://spb-neo.ru/informatsiya-dlya-potrebiteley/dlya-fiz-lits/razdelnyy-sbor-otkhodov/>

29. Официальный портал экологического движения «Раздельный сбор» Европейский пакт о пластике- [Электронный ресурс]: Европейский пакт о пластике- Электрон. текст. дан. – URL: <https://rsbor.ru/about/>

30. Journal of Hazardous Materials Advances. The potential for a plastic recycling facility to release microplastic pollution and possible filtration remediation effectiveness - [Электронный ресурс]: / Научный журнал / Erina Brown, Anna MacDonald, Steve Allen, Deonie Allen, май 2023 - Электрон. текст. дан. - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772416623000803#sec0008>

31. Environmental Pollution. Mechanical recycling of plastic waste as a point source of microplastic pollution- [Электронный ресурс]: / Научный журнал / Go Suzuki, Natsuyo Uchida, Le Huu Tuyen, Kosuke Tanaka, Hidenori Matsukami, Tatsuya Kunisue, Shin Takahashi, Pham Hung Viet, Hidetoshi Kuramochi, Masahiro Osako, июнь 2022 - Электрон. текст. дан. - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749122003281?via%3Dihub>

32. Е. В. Лунева. Правовая охрана поверхностных водных объектов от микропластика в России. [Текст]/ Е. В. Лунева / Журнал российского права - 2022. - № 2. - с. 121—137