



Токсичные добавки в пластике и многооборотная экономика

Сентябрь 2020 г.

Благодарности

Подготовка данной публикации координировалась Региональным центром деятельности по устойчивому потреблению и производству и Региональным центром Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (SCP/RAC), с ценной поддержкой со стороны IPEN. Аналогичным образом, свой вклад в подготовку этого документа внесли и члены Тематической группы по морскому мусору (перечисленные в Приложении к данной публикации), но мнения отдельных членов группы (и организаций, которые они представляют) не обязательно совпадают со всеми представленными в нем точками зрения.

Сентябрь 2020 г.

(Пересмотренная и обновленная версия документа от марта 2019 года).

Предисловие

Данная публикация - «Токсичные добавки в пластике и многооборотная экономика» - основывается на последних научных публикациях и докладах, а также на профессиональных знаниях членов Тематической группы по морскому мусору. В документе рассматривается ряд общих вопросов, касающихся связанных с пластиком проблем и препятствий на пути к принятию подхода многооборотной экономики, и при этом основное внимание уделяется проблемам, связанным с химическими добавками. Существует широкий спектр химических добавок, при этом многие из них были определены как стойкие органические загрязнители (СОЗ) и в настоящее время включены в перечни Стокгольмской конвенции - как, например, многие из бромированных антипиренов. И тем не менее, многие химические вещества все еще используются в порядке исключения. Другие же потенциальные СОЗ еще не рассматривались в рамках Конвенции. Таким образом, существует ряд проблем, которые, возможно, все еще требуют разрешения, поскольку производство или переработка пластмасс, содержащих СОЗ, или потенциальные СОЗ, будет по-прежнему подвергать экосистемы и людей воздействию опасных химических веществ.

Базельская и Стокгольмская конвенции признают, что пластиковые отходы могут содержать потенциально опасные вещества, включая такие добавки, как пластификаторы и антипирены, или же могут быть загрязнены опасными веществами и таким образом могут представлять опасность для здоровья человека и для окружающей среды, включая морские экосистемы. Учитывая разнообразие добавок, используемых в пластмассовых изделиях и их обнаружение в макро- и микро-частицах пластика, собранных в ходе исследований, можно только ожидать, что они будут обнаружены и в компонентах окружающей среды - в воде, в отложениях и биоте - и могут представлять серьезную экологическую проблему [\(1\)](#). Кроме того, наличие токсичных добавок потенциально является серьезным препятствием для переработки пластмасс и перехода к многооборотной экономике.

Подготовленный Региональным центром деятельности по устойчивому потреблению и производству (SCP/RAC), Региональным центром Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (РЦСК-Испания) и Барселонской конвенции о защите морской среды и прибрежного региона Средиземного моря, этот доклад первоначально был выпущен в качестве информационного документа для делегатов Конференции Сторон Базельской и Стокгольмской конвенций 2019 года (документы UNEP/CHW.14/INF/29/Add.1 и UNEP/POPS/COP.9/INF/28/Add.1). Этот доклад разрабатывался с активным участием других региональных центров Базельской и Стокгольмской конвенций, международных организаций и экспертов, которые присоединились к Тематической группе по морскому мусору [\(см. Приложение\)](#).

Чтобы сделать этот доклад более доступным для научных учреждений, политических руководителей и организаций защиты общественных интересов, Региональный центр Стокгольмской конвенции в Испании (РЦСК-Испания) работал в сотрудничестве с Международной сетью по ликвидации загрязнителей (IPEN) для форматирования, перевода и распространения этого доклада.

Содержание доклада не изменялось (с учетом конкретного подробного текста, актуального только для делегатов на совещаниях Базельской и Стокгольмской конвенций в 2019 году). Исходный информационный документ [доступен здесь](#).

В настоящее время РЦСК-Испания работает с Отделением ЮНЕП по химическим веществам и здравоохранению для подготовки дополнительной информации по тематике этой публикации и в ближайшие месяцы будут выпущены новые доклады.

Предисловие Барселонской конвенции и Секретариата Базельской, Роттердамской и Стокгольмской конвенций

Вызываемое пластиком, в частности, морским пластиковым мусором загрязнение - это очень сложная и многоаспектная проблема. В настоящее время ею занимается впечатляющее количество заинтересованных сторон на всех уровнях. Проведенное Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в рамках специальной группы экспертов открытого состава по морскому мусору и микрочастицам пластмасс исследование с целью сокращения количества морского пластикового мусора и микропластиков демонстрирует эти усилия во всем мире. Но все же мы признаем, что эти усилия требуют дальнейшей интенсификации и хорошей координации, чтобы обратить вспять отчетливые тенденции воздействия пластмасс на окружающую среду и на здоровье человека.

Как сейчас известно, пластмассы могут оставаться в окружающей среде в течение сотен лет и могут разрушаться до микро- и нанопластиков, которые могут поглощаться живыми организмами и попадать в пищевые цепочки. Есть еще один аспект пластикового загрязнения, который почти незаметен, но не менее важен: компоненты токсичных химических веществ, используемые при производстве пластика, могут оставаться в потоках отходов. Мы приветствуем эту новую публикацию, проливающую свет на этот аспект, который требует незамедлительных действий, если мы хотим перейти к более безопасной многооборотной экономике.

Три глобальные конвенции по химическим веществам и отходам, Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле и Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (Базельская, Роттердамская и Стокгольмская конвенции - БРСК) и региональная морская конвенция (Барселонская конвенция о защите морской и прибрежной среды в Средиземном море) имеют дело с общими проблемами и разделяют общие приоритеты, такие как проблема морского пластикового мусора и микропластиков, экологически безопасное обращение с пластиковыми отходами и потенциально опасные компоненты пластмасс. Меморандум о взаимопонимании для расширенных рамок сотрудничества между Секретариатом БРСК и Секретариатом Барселонской конвенции, подписанный в Женеве в декабре 2018 года, направлен на достижение этих общих целей и задач. Координация, установленная секретариатами, представляет собой очень хороший пример взаимодействия между глобальным и региональным уровнями.

Средиземное море считается одной из наиболее пострадавших от морского мусора акваторий в мире. Морской мусор является острой проблемой для морских и прибрежных экосистем с их исчезающими видами в Средиземном море, оказывая воздействие на здоровье человека, а также на сектор туризма, особенно туризма, сосредоточенного на побережье. Соответственно, ЮНЕП/Средиземноморский план действий (СПД) уже давно прилагает усилия для разрешения проблемы морского мусора в Средиземноморском регионе в соответствии с мандатом Барселонской конвенции и посредством специального юридически обязательного Регионального плана действий по морскому мусору.

На региональном уровне, в рамках таких текущих инициатив как Plastic Busters, сейчас изучают воздействие выделяющихся из пластика токсичных веществ на биоту Средиземноморья. Помимо опасных последствий, которыми может сопровождаться физическое поглощение пластика морской биотой, вызывают тревогу также и потенциальные экологические воздействия морского мусора на морскую биоту как в силу его физической природы в случае попадания внутрь, так и из-за переноса связанных с ними химических веществ, включая стойкие органические загрязнители (СОЗ) и химические вещества, поражающие эндокринную систему (ВПЭС). Бассейн Средиземного моря считается одной из горячих точек мирового биоразнообразия и его сохранение исключительно важно.

На глобальном уровне, Базельская, Роттердамская и Стокгольмская конвенции обеспечивают основу для защиты здоровья человека и окружающей среды от опасных химических веществ и отходов, основываясь на подходе жизненного цикла. На своем совещании в 2019 году Конференция Сторон Базельской конвенции внесла в Конвенцию поправки, чтобы лучше контролировать пластиковые отходы в соответствии с ее юридически обязательными рамками, что сделает глобальную торговлю пластиковыми отходами более прозрачной и жестко регулируемой. Эти поправки также признали вред, вызываемый целым рядом пластиковых отходов, содержащих опасные добавки. Новые положения, внесенные в соответствии с этими поправками, вступают в силу с 1 января 2021 года. Кроме того, Стороны учредили «Партнерство по переработке пластиковых отходов», новое многостороннее глобальное партнерство для вовлечения бизнеса, правительственных структур, научных учреждений и гражданского общества в борьбу с пластиковым загрязнением.

Поддерживая эти усилия, Стокгольмская конвенция включает несколько веществ, которые используются в качестве химических добавок в пластмассах, в перечень подлежащих ликвидации, включая многие из бромированных антипиренов. Эти вещества также подпадают под процедуру предварительного обоснованного согласия в соответствии с Роттердамской конвенцией.

И наконец, Стокгольмская и Барселонская конвенции поддерживаются организацией в ее качестве Регионального центра Стокгольмской конвенции и Регионального центра деятельности по устойчивому потреблению и производству (SCP/RAC), базирующегося в Барселоне, которая налаживает связи между глобальным и региональным уровнями и открывает перспективные возможности для действий по борьбе с пластиковым загрязнением.

Данный доклад является результатом совместных усилий под руководством SCP/RAC, чтобы дополнительно проиллюстрировать ряд потенциальных проблем, которые могут возникнуть в течение жизненного цикла пластмасс из-за присутствия в них токсичных химических веществ и включает рекомендации по дальнейшим действиям. Доклад призван обеспечить лучшее понимание проблемы в контексте внедрения многооборотной экономики и стимулировать действия по снижению токсичности пластмасс.



Гаэтано Леоне

Координатор, Программа ООН по окружающей среде/Координационная группа Средиземноморского плана действий
Секретариат Барселонской конвенции



Рольф Пайет

Исполнительный секретарь
Секретариата БРСК



Энрик де Вилламор

Директор, Региональный центр деятельности по устойчивому потреблению и производству (SCP/RAC)

Предисловие IPEN

Увеличение производства пластмасс приводит к появлению огромных свалок использованного пластика в странах по всей планете и превращает нетронутые океаны в свалки пластиковых отходов. К сожалению, существует еще одна, менее заметная опасность пластика - это угроза для здоровья человека из-за токсичных химических веществ, содержащихся в большинстве пластиковых изделий, включая детские игрушки, упаковку для пищевых продуктов, кухонные принадлежности, одежду, электронику и многие, многие другие повседневные потребительские товары.

Химические вещества добавляются в пластмассовые изделия в силу самых разнообразных причин. Но их вредное воздействие на здоровье человека может быть очень серьезным. Даже небольшое количество этих химических добавок в пластике может привести к поражению иммунной и репродуктивной систем, к раку, нарушению интеллектуальных функций и/или к отставанию в развитии.

В некоторых случаях химические вещества, добавляемые в пластмассы, настолько опасны, что запрещены международными и национальными законами. Продолжение их дальнейшего использования разрешено за счет исключений и лазеек, продвинутых отраслевым лобби. При этом в большинстве случаев токсичные химические добавки не регулируются и не контролируются с целью защиты здоровья человека и окружающей среды до тех пор, пока не будет нанесен ущерб, после чего химическая и пластиковая промышленность просто выводят на рынок какое-нибудь новое, непроверенное химическое вещество и процесс регулирования снова начинается с самого начала.

Семьям и детям практически невозможно избежать воздействия химических добавок:

Детские игрушки. Для изготовления детских игрушек применяется «переработанный пластик» - т.е. пластик из различных источников, который переплавляют и формуют повторно и, как было показано, он содержит множество запрещенных, ограниченных к применению или других опасных химических веществ. Этой практике позволяют продолжаться недостаточная прозрачность производителей, неадекватное регулирование утилизации и плохая маркировка.

Упаковка для пищевых продуктов. Большинство пластиковых упаковок используется один раз, а затем выбрасывается. Токсичные химические добавки могут выделяться перед использованием, в процессе приготовления пищи, а также при контакте с горячей пищей или при нагревании. Эти химические вещества также выбрасываются в окружающую среду при сжигании или при размещении продуктов на свалках.

Электроника. Занимающиеся обращением с электронными отходами и их переработкой неосознанно подвергаются воздействию ряда опасных химических веществ в пластиковых компонентах электроники. Более широкое воздействие на население происходит, когда эти продукты сжигаются, вывозятся на свалки или превращаются в другие продукты в процессе переработки. Имеются, например, свидетельства того, что «черный пластик», широко используемый для изготовления детских игрушек и посуды, содержит опасные уровни химических антипиренов химикатов и диоксинов.

Текстиль, обивочные материалы и мебель. Полиэфирные, нейлоновые, акриловые и другие синтетические волокна представляют собой полимеры и на их долю приходится более 60% ткани в нашей одежде. Ковры и мебель часто обрабатывают опасными химическими антипиренами и ПФАС. Потребители редко знают о химических веществах, используемых для производства этих продуктов, так как маркировка для них не требуется.

Производство пластмасс за последние 15 лет удвоилось и, как ожидается, снова удвоится в течение следующих двух десятилетий. Производители пластмасс, упаковки и химических веществ утверждают, что решение заключается в управлении отходами и в их переработке. Это актуальные инструменты, но они ничего не делают для уменьшения вреда от «невидимых» добавок в пластике.

Необходимо предпринять четыре шага, чтобы защитить наши семьи и наших детей от воздействия этих химических веществ:

Инновационные материалы. Необходимо инвестировать в разработку новых, более безопасных материалов и систем, исключаящих производство и использование пластмасс с опасными химическими добавками. Материалы должны разрабатываться в соответствии с целями недопущения нанесения вреда окружающей среде и здоровью человека; и достижения безотходности.

Сотрудничество с промышленностью. Промышленность должна работать с гражданским обществом, чтобы принять основанный на оценке опасностей подход к установлению стандартов и регулированию и она должна нести ответственность за производимые опасные материалы.

Чистые и более безопасные системы переработки. Занимающиеся переработкой пластика должны знать химический состав материалов, с которыми они работают. С производителей пластика также следует взимать плату для финансирования систем сбора и переработки отходов.

Прозрачность. Общество и переработчики должны иметь право принимать информированные решения относительно продуктов, которые они покупают или с которыми работают. Пластиковые материалы должны иметь маркировку с информацией о химических добавках, используемых для их производства.

Эта новая публикация - «Токсичные добавки в пластике и многооборотная экономика» - проливает свет на связанные с пластиком невидимые опасности. Мы надеемся, что принимающие решения лица и производители изменят свое мышление и практику, чтобы применять подход предосторожности ко всему жизненному циклу пластмасс, от их производства и до утилизации.



д-р. Тадессе Амера
Сопредседатель IPEN



Памела Миллер
Сопредседатель IPEN

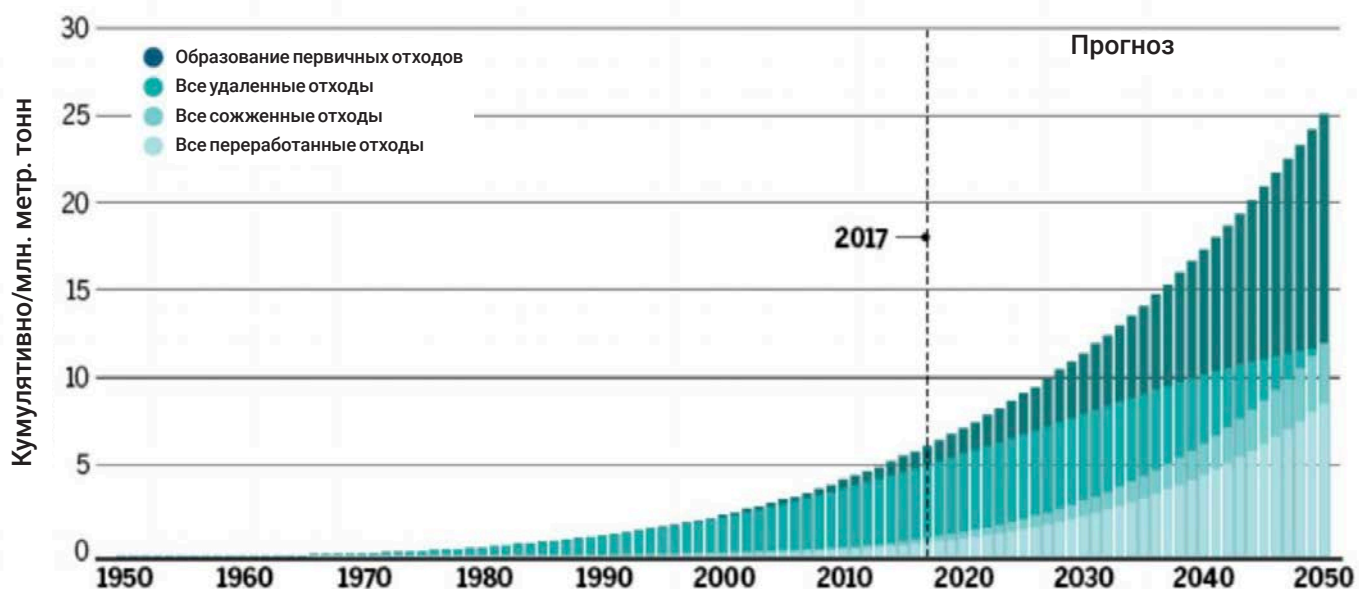
Содержание

Благодарности.....	2
Предисловие.....	3
Предисловие Барселонской конвенции и Секретариата БРСК.....	5
Предисловие IPEN.....	8
1. Введение.....	12
2. Пластиковое загрязнение и многооборотная экономика.....	15
2.1. Проблемы управления жизненным циклом пластмасс в многооборотной экономике, а также проблема СОЗ и других токсичных химических добавок.....	20
2.1.1. Стадия проектирования и производства: поэтапный отказ и замена нетоксичными альтернативами.....	20
2.1.2. Стадия использования: потенциал миграции и выделения различных добавок, присутствующих в пластике.....	22
2.1.3. Стадия завершения жизненного цикла: сложность проведения оценки риска продукции для вторичной переработки на основе воздействия.....	23
2.1.4. Стадия завершения жизненного цикла: выделение и выщелачивание потенциально токсичных веществ.....	24
2.2. Вызывающие Озабоченность Вещества.....	28
2.2.1. Антипирены.....	29
2.2.2. Перфторированные химические вещества.....	30
2.2.3. Фталаты.....	30
2.2.4. Бисфенолы.....	31
2.2.5. Нонилфенолы	34
2.3. Приоритетные сектора.....	35
2.3.1. Продукты для детей.....	36
2.3.2. Упаковка: материалы, контактирующие с продуктами питания и напитками.....	37
2.3.3. Электротехническое и электронное оборудование и соответствующие отходы.....	39
2.3.4. Текстиль, обивочные материалы и мебель.....	40
2.3.5. Строительный сектор.....	41
2.4. Микропластики, стойкие загрязнители со способностью к переносу сдерживают внедрение многооборотной экономики.....	42
3. Ключевые подходы к разрешению проблемы.....	44
4. Выводы.....	48
Литература.....	50
Приложение: Авторы публикации.....	56
Примечания.....	57



1. Введение

Усиливающийся рост количества пластиковых и других полимерных отходов, а также проблемы, которые они вызывают в морской среде, высветили насущную необходимость контролировать этот источник загрязнения как на суше, так и на море.



Прошлые и прогнозные данные до 2050 года по образованию пластиковых отходов и по удалению первичных пластиковых отходов (т.е. когда пластик впервые попадает в отходы, это не включает отходов из переработанного пластика). Источник: (Geyer, Jambeck et al. 2017, Guglielmi 2017)



Фото: Бриан Юрасиц

Нет сомнений в том, что существует острая необходимость в устранении источников загрязнения пластиком, в частности используемых в пластмассах добавок, чтобы обеспечить надлежащую реализацию стратегий многооборотной экономики, чтобы избежать присутствия запрещенных токсичных химических веществ в продуктах, изготовленных из переработанных материалов, а также для снижения риска для здоровья человека и окружающей среды. Переработчики и сторонники подхода многооборотной экономики в настоящее время сталкиваются со множеством экологических и технологических проблем при работе с потоками пластиковых отходов.

Присутствие CO₂ и других токсичных или потенциально токсичных веществ в пластмассовых изделиях оказывает негативное воздействие на окружающую среду и на [здоровье человека](#) на всех стадиях жизненного цикла пластиковых продуктов.

Токсичные добавки необходимо заменить нехимическими альтернативами или нетоксичными веществами, чтобы упростить переработку и избежать загрязнения переработанных материалов токсичными химическими веществами, в том числе теми, которые уже запрещены в соответствии с существующими химическими соглашениями, а также чтобы сократить потребление первичных материалов. (2).



Фото: Мартин Холцкнехт, Аппика

Присутствие СОЗ и других токсичных или потенциально токсичных веществ в пластмассовых изделиях оказывает негативное воздействие на окружающую среду и на здоровье человека на всех этапах жизненного цикла пластиковых продуктов.

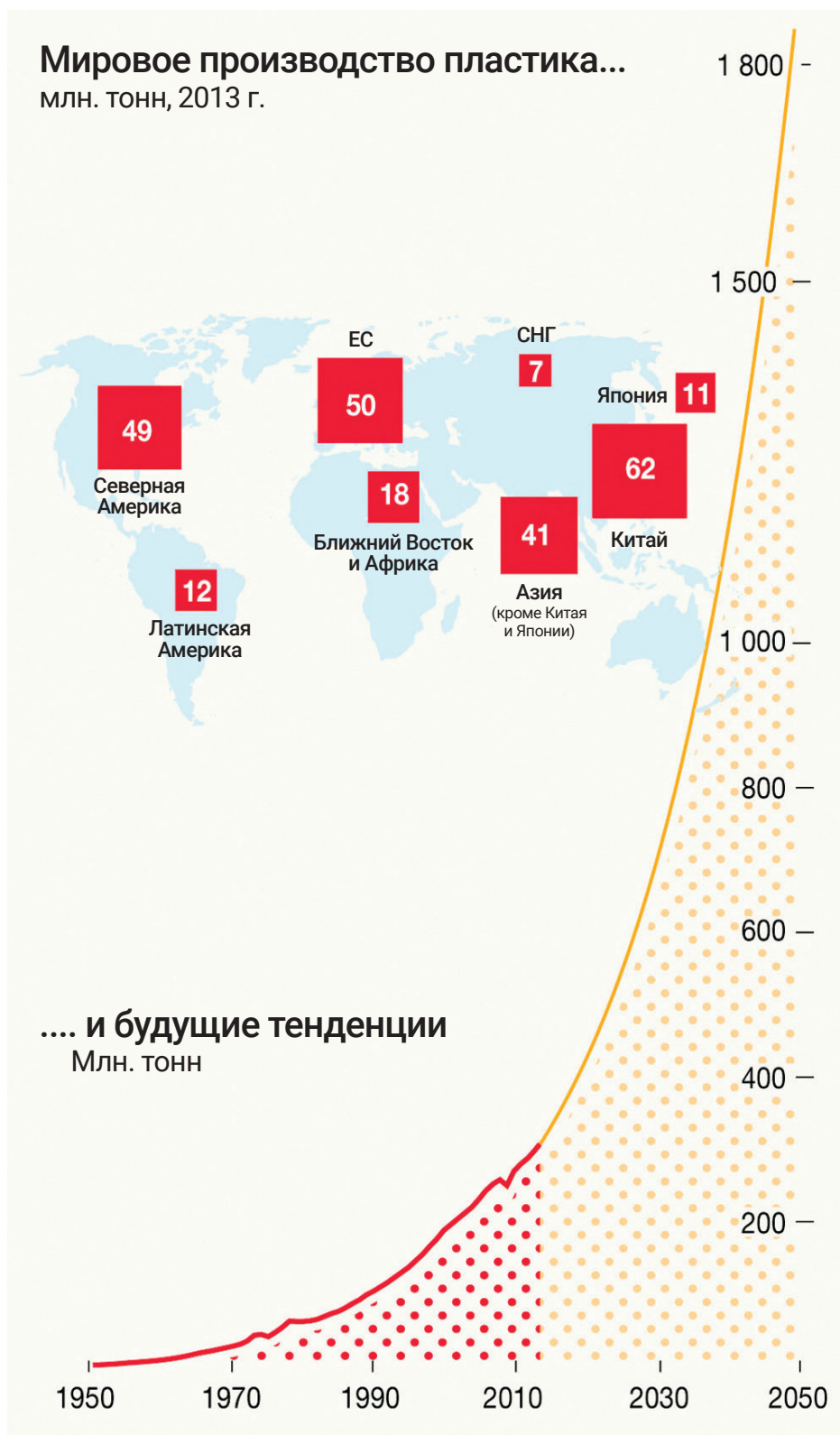
СОЗ используются в качестве добавок для пластмасс и других полимеров в больших объемах - они используются, например, в электронике, в автомобилях и в других видах транспорта, а также в строительстве. Стокгольмская конвенция влияет на обращение с пластмассами или полимерами, используемыми в этих важных секторах, например, при помощи руководящих указаний по НДТ/НПД для переработки и разделения загрязненных и не загрязненных пластмасс/полимеров. Кроме того, были разработаны и различные руководящие документы (3.a) (3.b). Поскольку короткоцепочечные хлоралканы (КЦХА), которые используются в поливинилхлориде (ПВХ) и в этилен-винилацетате (ЭВА), уже внесены в перечень Конвенции, то доля полимеров, подпадающих под действие Стокгольмской конвенции, значительно возрастет. Аналогичным образом, расширение перечня ПФОС и ПФОК, которые добавляются в синтетические ковры и текстильные изделия или же используются в качестве полимеров при обработке поверхности бумаги и могут способствовать образованию морского мусора или загрязнения микропластиком, приведет к охвату Конвенцией еще более широкого диапазона пластиковых изделий.

Кроме того, во втором издании Глобального обзора по химическим веществам (Global Chemical Outlook-II), которое было представлено на 4-й сессии Ассамблеи ООН по окружающей среде, установлены случаи, когда появляющиеся доказательства указывают на риски для здоровья человека и окружающей среды, которые еще не рассматривались на международном уровне. Используя в качестве отправной точки недавние нормативные документы по управлению рисками, принятые государственными органами с 2010 года в отношении химических веществ или групп химических веществ, в Глобальном обзоре по химическим веществам выделили одиннадцать химических веществ или групп химических веществ. Некоторые из этих химических веществ⁽ⁱⁱ⁾ (например, бисфенол А, кадмий, свинец, микрочастицы, полициклические ароматические углеводороды, фталаты) используются в качестве добавок или обнаруживаются в качестве загрязнителей в пластмассах.

В Глобальном обзоре по химическим веществам выделили одиннадцать химических веществ или групп химических веществ. Некоторые из этих химических веществ (например, бисфенол А, кадмий, свинец, микрочастицы, полициклические ароматические углеводороды, фталаты) используются в качестве добавок или обнаруживаются в качестве загрязнителей в пластмассах.



2. Пластиковое загрязнение и многооборотная экономика



Источник: Ryan, A Brief History of Marine Litter Research in M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.) Marine Anthropogenic Litter, Berlin: Springer, 2015; Plastics Europe

**За последние 15 лет мировое
производство пластмасс удвоилось**

За последние 15 лет мировое производство пластмасс удвоилось и в 2013 году оно составляло около 299 миллионов тонн в год (3). Предполагается, что в следующие два десятилетия их производство удвоится снова (4). При этом образуются большие объемы пластиковых отходов, большая часть которых связана с продуктами с очень коротким сроком службы. Этот большой и разнообразный поток отходов создает серьезные экологические проблемы и проблемы управления (5).

Сброс на свалки являются преобладающим способом утилизации пластиковых отходов во всем мире, при этом незаконные свалки не полностью искоренены.

В настоящее время сброс на свалки являются преобладающим способом утилизации пластиковых отходов во всем мире, при этом незаконные свалки в развивающихся странах не полностью искоренены, существует множество незаконных свалок или свалок с неадекватным обращением с отходами. Еще большее беспокойство вызывает количество домохозяйств, не охваченных никакими системами сбора коммунальных отходов - это ситуация, когда пластиковые отходы не контролируются, что увеличивает вероятность того, что легкий пластик (и его токсичные компоненты) достигнет водоемов и попадет в море (6).



Последствия линейной экономической модели (добыча, производство, использование, утилизация) очевидны: потеря ресурсов, образование отходов, стойкое загрязнение окружающей среды и деградация экосистем. Даже если, возможно, нам все еще требуется лучше понять все последствия пластикового загрязнения, но многочисленные доклады и научные статьи четко указывают на драматизм ситуации и на необходимость изменений.

Именно в этом контексте концепция многооборотной экономики и привлекает повышенный интерес как альтернатива традиционной линейной экономике [\(7\)](#) [\(8\)](#) [\(9\)](#). Многооборотная экономика позволяет использовать ресурсы как можно дольше. Она извлекает из них максимальную пользу в ходе использования, а затем восстанавливает и регенерирует продукты и материалы в конце их срока службы. Принципы многооборотной экономики заключаются в разработке концепции отходов; в восстановлении природного капитала и в поддержании эффективной циркуляции продуктов, материалов и молекул в экономике, с получением от них максимальной пользы [\(10\)](#).

***Это требует осмысления жизненного цикла
и принятия многооборотных принципов
проектирования - т.е. правильного выбора материалов
при проектировании продуктов.***

Это требует осмысления жизненного цикла и принятия многооборотных принципов проектирования - т.е. правильного выбора материалов при проектировании продуктов - и создания соответствующих систем восстановления. И то, и другое сегодня является серьезной проблемой для разных отраслей. Применения некоторых материалов следует избегать, поскольку они содержат вещества, которые были отнесены к вызывающим озабоченность веществам⁽ⁱⁱⁱ⁾. В других случаях способ объединения материалов в продукте препятствует их разделению и улавливанию после использования, ограничивая их извлечение и возможность вторичной переработки.

Усилия промышленности были в значительной степени сосредоточены только на обращении с отходами и/или на увеличении использования переработанного содержимого с намерением дольше сохранять материалы в цепочке создания стоимости [\(10\)](#). Но на практике промышленность в настоящее время использует материалы, которые никогда не оптимизировались по соображениям защиты здоровья человека и окружающей среды. Например, такие полимерные материалы как пена, пластиковая упаковка для пищевых продуктов, бумага, резина и текстиль, могут содержать антипирены, умягчители, пластификаторы, покрытия, модификаторы, катализаторы, другие добавки и остаточные вещества для улучшения их рабочих характеристик. Когда их перерабатывают в новые продукты, в результате обычно получают сильно загрязненные и неоднородные материалы, даже в случае игрушек и материалов, контактирующих с пищевыми продуктами [\(11\)](#) [\(12\)](#) [\(13\)](#) [\(14\)](#) [\(15\)](#). Проблема в том, что в настоящее время невозможно получить полную информацию о составе потоков смешанных отходов, и было бы непрактично пытаться анализировать какую-то загрязненную партию материала для идентификации всех химических компонентов [\(10\)](#). Конечный продукт сложно тщательно оценить с точки зрения его токсикологического воздействия, а в результате люди и окружающая среда непреднамеренно подвергаются все большему риску из-за переработанных продуктов и материалов.



И развитые, и развивающиеся страны осознали не только проблемы, но и возможности, открывающиеся в результате более эффективного управления и предотвращения образования пластиковых отходов, такие как потенциал для повышения конкурентоспособности и создания новых видов экономической деятельности и рабочих мест. Это вызвало ряд мер со стороны как частных, так и государственных субъектов. Рядом стран были согласованы целевые показатели по переработке пластика, по использованию переработанного пластика в продуктах или по запрету одноразового пластика. В докладе ООН-Окружающая среда о правовых ограничениях на одноразовые пластмассы и микропластики, в Глобальном обзоре национальных законодательных норм, приводятся многочисленные примеры (16). В качестве конкретного примера Европейский Союз (ЕС) опубликовал в 2018 году стратегию ЕС по пластмассам в многооборотной экономике (см. [подробнее здесь](#)).

Существует также и актуальная инициатива «Новая экономика пластмасс» Фонда Эллен Мак Артур, которая демонстрирует приверженность делу основных действующих лиц в области экономики пластмасс. В ней подчеркивается необходимость бороться с чрезмерным производством пластмасс на источнике, исключить ненужное использование пластмасс, а также внедрять инновации и подвергать все утилизации. Также подчеркивается и важность расширенной ответственности производителя (17).

Международная перевозка пластиковых отходов создает несколько проблем. Страна может продвигать многооборотную экономику за счет сбора пластика для вторичной переработки и считать переработанный пластик ресурсом, но затем экспортировать эти пластиковые отходы в другую страну для переработки. В Азии таможенники были вынуждены конфисковать импортные товары, зарегистрированные как «подлежащие переработке пластмассы», поскольку они содержали неопределенную смесь разных типов пластмасс с другими бытовыми и промышленными отходами. Многие страны в настоящее время уже запретили или предлагают запретить импорт пластиковых отходов.

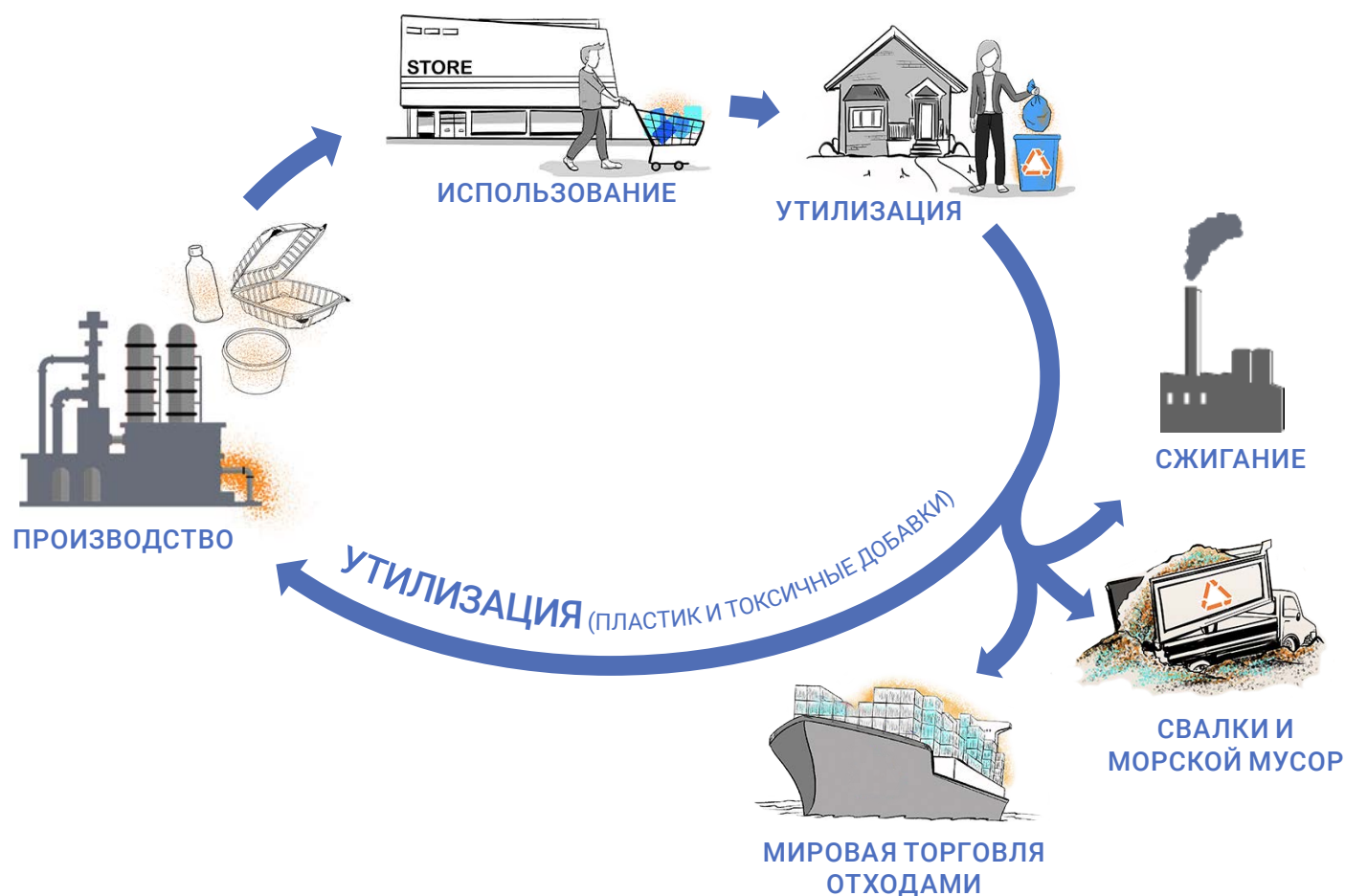
Таким образом, растет понимание необходимости изменений и модель многооборотной экономики набирает обороты как следующее лучшее жизнеспособное решение (18). Но при этом существует немало проблем, требующих разрешения.

Дополнение к Базельской конвенции по пластиковым отходам



В ходе Конференции Сторон Базельской конвенции (с 29 апреля по 10 мая 2019 года) правительства внесли поправки в Базельскую конвенцию, чтобы лучше контролировать пластиковые отходы в соответствии с ее юридически обязательными рамками, что сделает глобальную торговлю пластиковыми отходами более прозрачной и жестко регулируемой, а также обеспечить, чтобы обращение с отходами было более безопасным для здоровья человека и для окружающей среды. В то же время было создано новое Партнерство по пластиковым отходам для привлечения ресурсов, интересов и квалификации бизнеса, правительственных структур, научных учреждений и гражданского общества для оказания помощи в реализации новых мер, для предоставления практической поддержки, включая инструменты, передовой опыт, техническую и финансовую помощь.

2.1. Проблемы управления жизненным циклом пластмасс в многооборотной экономике, а также проблема CO₂ и других токсичных химических добавок



При попытке «замкнуть цикл» было обнаружено множество проблем, возникающих на каждой стадии жизненного цикла пластмасс от первоначального проектирования и до конца срока службы. В следующих разделах рассматриваются некоторые из этих проблем и возможные решения.

2.1.1. Стадия проектирования и производства: поэтапный отказ и замена нетоксичными альтернативами

В настоящее время все еще существует широкий спектр токсичных химических веществ, используемых в качестве добавок к пластмассам или полимерам - например, химические вещества, которые еще не подпадают под международный контроль (например, многие химические вещества, поражающие эндокринную систему) или уже признанные CO₂, которые разрешены в соответствии с исключениями. Эти вещества повлияют на будущую переработку продуктов, в которых они использовались. Их следует постепенно выводить из оборота и заменять нетоксичными альтернативами, чтобы стимулировать развитие многооборотной экономики.

Чтобы сохранить «безопасные» молекулы при переработке в течение длительного времени, промышленности необходимо создавать безопасные материалы и создавать системы, инфраструктуру и технологии. Это потребует использования инструментов оценки химической опасности для оценки и последующей оптимизации химического состава материалов для здоровья человека и окружающей среды, чтобы можно было

принимать более обоснованные решения на стадии проектирования. Химические вещества необходимо оценивать по всеобъемлющему набору критериев здоровья человека и окружающей среды, чтобы можно было выбирать менее опасные химические вещества [\(10\)](#).

Но при этом в научных докладах описывается сложность получения качественных данных о химической токсичности и о воздействии на окружающую среду - это связано как со сложностью цепочки поставок, так и с тем, что производители ограничивают доступность информации о химических веществах, входящих в их продукцию. Часто существуют и препятствия для обмена информацией внутри отрасли из-за претензий о ее коммерческой конфиденциальности [\(19\)](#).

Часто существуют и препятствия для обмена информацией внутри отрасли из-за утверждений о ее коммерческой конфиденциальности.

Однако имеются опасения, что подход, основанный исключительно на списке запрещенных веществ, является неадекватным, поскольку он не определяет, что является безопасным или предпочтительным для использования [\(10\)](#). Стратегии многооборотной экономики должны уделять основное внимание проактивной оценке и проверке химического состава материалов, чтобы избежать неудачных заменителей и снизить токсичность материалов, которые будут циркулировать в торговле. Также желательно обеспечить более широкое применение и дальнейшее развитие подходов к тестированию на основе эффектов, чтобы направлять усилия по замене компонентов и обеспечению токсикологической безопасности пластмасс в многооборотной экономике [\(20\)](#).



Стратегия по химическим веществам для устойчивости (окружающая среда ЕС без токсичных веществ)

Как было провозглашено в Зеленом пакте для Европы и в контексте своих амбициозных планов по нулевому загрязнению окружающей среды, для достижения окружающей среды, свободной от токсичных веществ, Еврокомиссия представит Стратегию устойчивого развития в области химических веществ. Стратегия будет основываться на последних политических оценках и инициативах, связанных с химическим законодательством ЕС, в частности, на втором обзоре REACH, на проверке пригодности наиболее актуального законодательства о химических веществах (за исключением REACH) и на Коммюнике о вариантах решения проблемы взаимодействия законодательства по химическим веществам, продуктам и отходам, а также на конкретных оценках проводимой политики в области охраны окружающей среды и здоровья, продуктов, продуктов питания и охраны труда. Эта стратегия направлена на снижение рисков, связанных с производством и использованием химических веществ. Она упростит и укрепит правила ЕС по химическим веществам, а также рассмотрит, как агентства ЕС и научные учреждения могут работать совместно для достижения процесса, в котором химические вещества рассматриваются только одним агентством.

2.1.2. Стадия использования: потенциал миграции и выделения различных добавок, присутствующих в пластике

Химические вещества, присутствующие в пластмассах, могут потенциально мигрировать из пластиковых продуктов в контактирующую с ними среду, а также могут медленно мигрировать внутри пластика на поверхность. Например, в научных исследованиях изучали миграцию различных химических веществ из пластиковых упаковочных материалов во время микроволнового и обычного нагрева при различных условиях хранения. Было установлено, что происходит нежелательная миграция и высвобождение таких добавок как пластификаторы (например, хлоралканы с короткой цепью (КЦХА) из игрушек из ПВХ или занавесок для душа) или антипиренов (например, из пластиковых корпусов телевизоров или компьютеров). Некоторые из мигрирующих веществ могут быть токсичными. Другие же добавки могут придавать еще неприятный вкус или могут усиливать разложение активных веществ в лекарствах. На скорость миграции влияют такие факторы как начальная концентрация химического вещества, присутствующего в пластике, толщина, кристалличность и структура поверхности пластика [\(21\)](#).



Фото: IPEN

Конкретные примеры токсичных веществ, которые изучались в связи с их потенциальным выделением из различных пластмассовых изделий, включают бромированные антипирены (БА) (22), КЦХА/СЦХА (23)(24), фталаты (25), бисфенол-А (26), диметакрилат бисфенола-А, свинец, формальдегид и ацетальдегид, олово и кадмий, 4-нонилфенол, метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ), бензол и многие другие летучие органические соединения. Хотя в некоторых из этих исследований сообщается о выделяющихся концентрациях, которые ниже установленных законом предельных значений, бывают также и случаи, когда они значительно выше. Также было отмечено, что нормативные значения не принимают во внимание низкие уровни, при которых могут действовать химические вещества, поражающие эндокринную систему и не учитывают токсичность смесей (21).

2.1.3. Стадия завершения жизненного цикла: сложность проведения оценки риска продукции для вторичной переработки на основе воздействия

Когда изделия, содержащие пластмассы, достигают конца своего срока службы, переработка является одним из вариантов, но это может быть проблематичным, если пластик содержит токсичные добавки - было, например, установлено, что большая доля произведенных в настоящее время пластмассовых изделий содержит полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ) и другие бромированные антипирены из вторичного сырья (27).

Оценка химического риска является основой для оценки воздействия на здоровье человека и на окружающую среду. Это отражает закрепленный в Стокгольмской конвенции подход на основе принципа предосторожности. Чтобы гарантировать эффективную защиту здоровья человека и окружающей среды, оценки рисков должны основываться на фактических данных, а не на оценках или предположениях. Но при этом в одном недавнем обзоре сообщали, что это является проблемой для научных исследований, когда, например, существует значительный дефицит данных и отсутствие доступа к информации о том, как используются конкретные химические вещества, или о том, какие химические вещества используются для каких видов применения и в каких количествах, и на каком уровне они присутствуют в готовой пластиковой упаковке. Один из выводов этого обзора состоит в том, что из-за ограниченной способности проводить точные оценки воздействия, оценка на основе опасности остается оптимальным подходом для работы с большим количеством химических веществ, потенциально присутствующих в потребительских товарах. (20).

Имеется острая потребность в общедоступной информации об использовании химических веществ в пластмассах, о точном химическом составе готовых изделий и о воздействии СОЗ и других токсичных добавок при их переработке.

Соответственно, имеется острая потребность в общедоступной информации об использовании химических веществ в пластмассах, о точном химическом составе готовых изделий и о воздействии СОЗ и других токсичных добавок при их переработке. Во-вторых, гармонизированная токсикологическая информация, такая как классификации опасности в соответствии с Согласованной на глобальном уровне системой классификации и маркировки химических веществ ООН, в настоящее время отсутствует для многих химических веществ, связанных с пластиковой упаковкой, даже для тех веществ, опасность которых была уже определена и охарактеризована в научных исследованиях. Отсутствие гармонизированной классификации для многих химических веществ оказывает влияние на их ранжирование по уровню опасности. Для некоторых ключевых опасных химических веществ, выявленных в ходе научных исследований, следует провести более подробный анализ, включая оценку наличия для них альтернативных систем или продуктов, а также оценку опасности на протяжении всего их жизненного цикла. Недостаточная информация о способах применения химических веществ препятствует проведению оценок на основе воздействия, поскольку заполнение пробелов в данных с использованием систематического научного подхода практически невозможно для любых сторон, помимо самой промышленности [\(20\)](#).

2.1.4. Стадия завершения жизненного цикла: выделение и выщелачивание потенциально токсичных веществ



Во всем мире 79% пластмасс попадает на свалки или выбрасывается в окружающую среду, тогда как перерабатываются только 9% [\(112\)](#). В промышленно развитых странах большая часть пластиковых отходов используется для рекуперации энергии. В Европе на рекуперацию энергии поступает больше пластика (39,5%), чем на переработку (29,7%) [\(28\)](#). Но при этом неконтролируемое сжигание пластиковых отходов и, в частности, пластмасс, содержащих галогены, такие как ПВХ, политетрафторэтилен, тефлон или бромированные антипирены, может вызвать выбросы опасных веществ, например, непреднамеренно образующихся СОЗ, таких как диоксины [\(29\)](#). Кроме того, пиролиз или сжигание фторированных полимеров или смесей с фторполимерами может привести к непреднамеренному образованию и выбросу фторированных СОЗ (например, ПФОК), других ПФАС, прочих токсичных веществ, веществ, разрушающих озоновый слой и парниковых газов [\(30\)\(31\)\(32\)\(33\)](#).

Галогены, которые выделяются при сгорании пластиковых отходов, также могут вызывать коррозию в мусоросжигателях и в других тепловых установках. Хлор и бром могут накапливаться в системах цементных печей, что ограничивает их возможности для термической утилизации пластика (34). Кроме того, поскольку большинство пластмасс производится на основе ископаемого топлива, сжигание также может способствовать глобальному потеплению и истощению нефтехимических ресурсов. Контролируемое сжигание на предприятиях по рекуперации энергии из отходов (iv) и в цементных печах, оборудованных современными технологиями газоочистки, может быть наилучшим доступным способом для ограничения распространения CO₂ (2). Но при этом усовершенствование технологий газоочистки для снижения выбросов CO₂ в атмосферу привело к их переносу в остатки, такие как летучая зола и, в меньшей степени, зольные остатки. Это требует строгого регулирования и контроля золы, чтобы избежать дальнейшего рассеивания CO₂ и загрязнения пищевых цепочек (35)

Технологии газоочистки для снижения выбросов CO₂ в атмосферу привели к их переносу в остатки, такие как летучая зола и, в меньшей степени, зольный остаток. Это требует строгого регулирования и контроля золы, чтобы избежать дальнейшего рассеивания CO₂ и загрязнения пищевых цепочек



Для разрушения или необратимой трансформации загрязненного СОЗ пластика могут также использоваться методы, не связанные с сжиганием. Впрочем, ни одна из этих технологий не показала доказанных характеристик в больших масштабах, а процесс CreaSolv был включен в качестве новой технологии в руководство Стокгольмской конвенции по НДТ/НПД для обработки пластмасс, содержащих ПБДЭ. Было продемонстрировано, что механохимическая обработка (в шаровых мельницах) позволяет разрушать ПФАС и ПБДЭ в обрабатываемом пластике [\(36\)\(37\)](#), а процесс CreaSolv дает возможность отделять бромированные СОЗ от пенополистирола, что позволяет повторно использовать чистый регенерированный стирол [\(38\)](#). Этот процесс также можно применять для пластиковых электронных отходов, содержащим бромированные СОЗ.

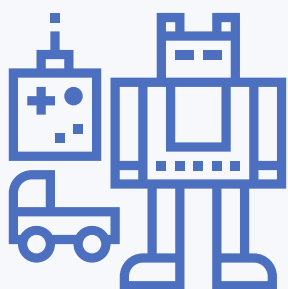
В мировой торговле пластиковыми отходами значительные объемы пластиковых отходов перемещаются из развитых стран в развивающиеся, где экологически опасные методы переработки и удаления могут усугублять воздействие токсичных соединений. По оценкам, в 2016 году 70% всего экспорта пластиковых отходов приходилось на страны-члены ОЭСР, и направлялись отходы в основном в страны с низкими доходами в Восточной Азии и в Тихоокеанском регионе [\(39\)](#). Предполагается, что решение Китая запретить импорт загрязненных пластиковых отходов приведет к 2030 году к перенаправлению 111 миллионов метрических тонн пластиковых отходов.

Недавний случай усиления воздействия СОЗ на человека из-за неэффективного обращения с импортным пластиком был отмечен в Гане: отбор проб на «участке переработки» выявил одни из самых высоких когда-либо зарегистрированных уровней диоксинов [\(40\)](#)



Фото: BallFokus/Nexus3

Важно также признать, что во многих странах неформальная экономика вторичной переработки является фундаментальным элементом обращения с пластиковыми отходами. Но мало что известно о судьбе добавок в пластике в рамках этих неформальных методов «вторичной переработки».



Обнаружение высоких уровней ПБДД/Ф и диоксиноподобной активности в игрушках

ПБДД и дибензофураны все чаще встречаются в значительных количествах в различных продуктах, включая потребительские товары, которые производятся из пластмасс, содержащих определенные бромированные антипирены. Исследование показало, что уровни ПБДД/Ф, имеющиеся в пластиковых компонентах игрушек, могут представлять угрозу для здоровья детей. ПБДД/Ф, в отличие от их хлорированных аналогов (ПХДД/Ф), ВОЗ официально не присвоила коэффициенты токсической эквивалентности (ТЭ). Провели оценку ежедневного поступления ТЭ из пластиковых игрушек, загрязненных ПБДД/Ф, вследствие привычки детей пробовать все на вкус. Было установлено, что ежедневное потребление ПБДД/Ф из загрязненных пластиковых игрушек может существенно повлиять на общее суточное потребление диоксинов маленькими детьми.

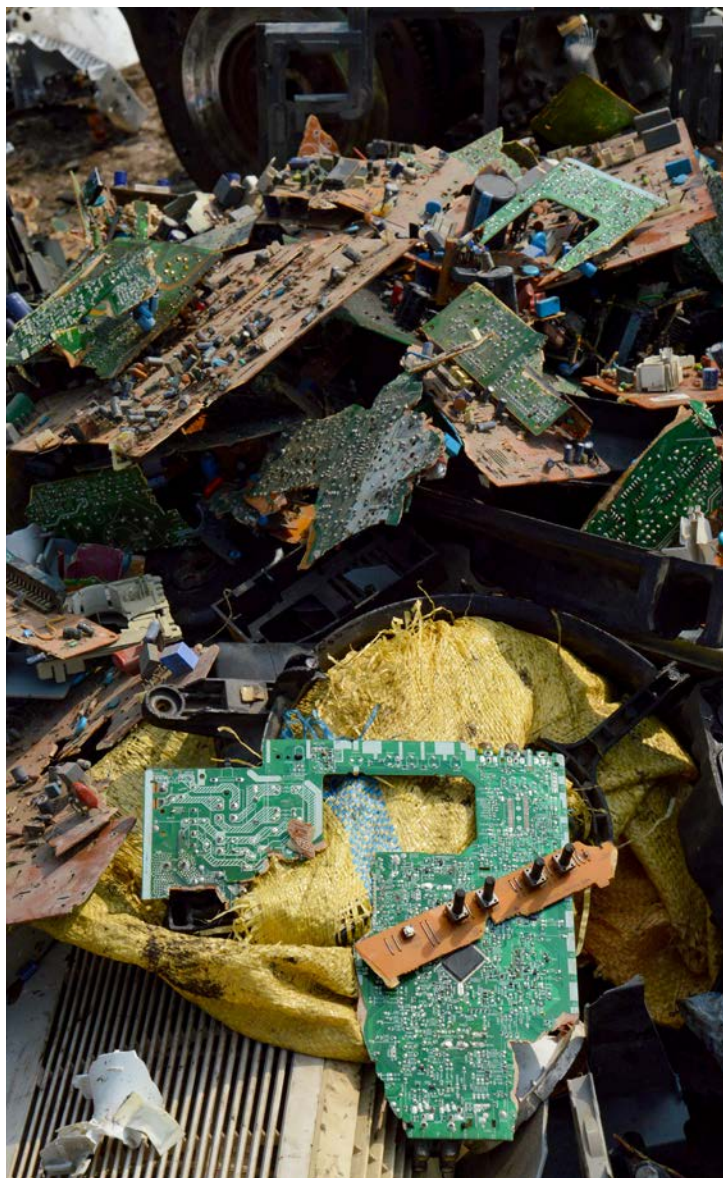


Фото: Мартин Холцкнехт, Апи́ка



2.2. Вызывающие Озабоченность Вещества

В следующем разделе рассматриваются группы химических веществ, используемых в производстве пластмасс, которые вызывают наибольшее беспокойство из-за их присутствия в потребительских товарах и уже известного воздействия на здоровье человека. Рассматриваются группы химических веществ, а не с отдельные вещества, чтобы сосредоточиться на сокращении применения целых классов, а не на постепенном отказе от отдельных проблемных химических веществ по одному. Такой подход помогает разработать скоординированные стратегии по сокращению производства и применения вызывающих озабоченность химических веществ и предотвратить появление неудачных заменителей.

Борьба с целыми группами химических веществ может оказаться более эффективной, поскольку применяется большое количество химических веществ, большинство из которых недостаточно изучены, а их воздействие на здоровье человека и на окружающую среду остается недостаточно понятным. Более того, когда опасное химическое вещество выводится из обращения, что часто происходит только после многих лет исследований и переговоров, то его заменой, вероятно, будет «химический родственник» с аналогичной структурой и потенциальной опасностью. (41)(42). Стратегии группирования веществ были предложены различными учреждениями и экологическими организациями, такими как Гринпис и Европейская комиссия (43) а также Институтом зеленой научной политики^(v). Хотя многие из рассматриваемых далее химических веществ не соответствуют критериям для СОЗ в соответствии со Стокгольмской конвенцией, но многие из них могут сохраняться в течение длительного времени и перемещаться на большие расстояния с соответствующим воздействием и токсичностью при поглощении пластика и микропластика, и поэтому они вызывают аналогичную озабоченность. (44).

2.2.1. Антипирены

Антипирены - это класс добавок, используемых в пластмассовых и других полимерных продуктах для снижения воспламеняемости и предотвращения распространения огня. Они используются во многих потребительских товарах, от электронных устройств до изоляционных пен. Основные антипирены, используемые в пластмассах, включают бромированные антипирены с сурьмой (Sb) в качестве синергетически действующего компонента (например, полибромдифениловые эфиры (ПБДЭ), декабромдифенилэтан; тетрабромбисфенол А (ТББФА), фосфорные антипирены, например, трис(2-хлорэтил) фосфат (ТХЭФ) и трис (2-хлоризопропил) фосфат (ТХИФ), а также хлоралканы с короткой, средней и длинной цепью (КЦХА/СЦХА/ДЦХА), борная кислота, гексабромциклогексан (ГБЦГ) [\(2\)](#) и ряд соединений, известных как «Дехлораны» во всех их формах, такие как «Дехлоран 602», «Дехлоран 603», «Дехлоран 604» и «Дехлоран плюс» [\(45\)](#).

ПБДЭ - это гидрофобные вещества, которые производятся в виде трех коммерческих составов (коммерческий пента-БДЭ, коммерческий окта-БДЭ и коммерческий дека-БДЭ). Они широко распространены, токсичные и стойкие, способны к биоаккумуляции и представляют большую опасность для здоровья человека [\(46\)](#). Тетра-гепта-БДЭ и гексабромдифенил (ГБД) были включены в перечень Приложения к А Стокгольмской конвенции в 2009 году для ликвидации (с конкретным исключением для утилизации), а дека-БДЭ был внесен в этот перечень в 2017 году с несколькими исключениями^(vi) для применения [\(47\)](#). В 2013 году ГБЦД был внесен в перечень для ликвидации Приложения А к Конвенции с конкретным исключением для применения в производстве вспененного полистирола и экструдированного полистирола, где он в основном и используется [\(113\)](#).

В последнее время привлекли внимание другие новые бромированные антипирены, такие как 1,2-бис (2,4,6-трибромфенокси) этан (БТБФЭ), декабромдифенилэтан (ДБДФЭ) и гексабромбензол (ГББ), поскольку их обнаружили во многих компонентах окружающей среды, в живых организмах, в пищевых продуктах и в организме человека [\(118\)](#). Поскольку эти вещества химически не связаны с полимерной матрицей, они могут выделяться в окружающую среду [\(48\)\(49\)](#). Исключение составляет ТББФА, который обычно с полимером химически связан [\(50\)](#). ТББФА производится путем бромирования бисфенола А и является наиболее распространенным бромированным антипиреном в мире, на его долю приходится 60% рынка бромированных антипиренов [\(51\)](#).

2.2.2. Перфторированные химические вещества

ПФОС и родственные соединения включены в Стокгольмскую конвенцию с 2009 года, а ПФОК и родственные вещества предлагаются для включения на текущей Конференции Сторон. ПФГСК признали отвечающей критериям для СОЗ. Все пер- и полифторированные^(vii) соединения (ПФАС) относятся к проблемным веществам в рамках Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ). ПФОС и ПФОК не соответствуют образцу классических СОЗ - они не накапливаются в жировых тканях, а вместо этого связываются с белками. Поэтому они накапливаются в основном в таких органах, как печень, почки, мозг и селезенка. В исследованиях на животных ПФОС вызывает рак, неонатальную смертность, задержку физического развития и эндокринные нарушения. Более высокие уровни ПФОС и ПФОК у матерей связаны с задержкой беременности (52). Более высокие уровни ПФОС/ПФОК связывают с ухудшением качества спермы у мужчин и с уменьшением размера полового члена (53)(54). Для большинства других ПФАС не имеется достаточных данных о токсичности (55).

Основное применение родственных ПФОС соединений (прекурсоров ПФОС) было во фторированных полимерах с боковой цепью, таких как фторированные (мет) акрилатные полимеры, фторированные уретановые полимеры или фторированные оксетановые полимеры (56)(57). Также были включены родственные ПФОК вещества. Эти полимеры используются для обработки поверхностей ковров, текстиля или мебели и могут выделяться в виде частиц и, возможно, в виде микропластиков. Разложение фторированных полимеров с боковыми цепями может высвобождать ПФАС, включая ПФОК или ПФОС, в зависимости от их предшествующего синтеза (58)(57).

2.2.3. Фталаты

Сложные эфиры фталевой кислоты или фталаты представляют собой семейство добавок, используемых в качестве пластификаторов, в основном при производстве ПВХ (59). Они придают изделиям запах и делают их более податливыми для обработки. Но для некоторых фталатов было установлено поражение эндокринной системы даже в низких концентрациях (60). Фталаты препятствуют выработке андрогена (тестостерона), гормона, критически важного для мужского развития, но также важного и для женщин.

ПВХ может содержать 10%-60% фталатов

ПВХ может содержать от 10% до 60% фталатов по весу (61). Они могут легко выделяться в окружающую среду в ходе производства, использования и утилизации (61). Они вызывают большую озабоченность, так как были обнаружены в самых разных средах. В 2015 году в мире было использовано 8,4 млн тонн пластификаторов. Чаще всего использовался ди (2-этилгексил) фталат (ДЭГФ), занимая 37% мирового рынка пластификаторов. Европейский парламент занимался вопросами, связанными с использованием пластификатора ДЭГФ в переработанном ПВХ (117). Но на смену ДЭГФ постепенно пришли диизононилфталат (ДИНФ), диизодецилфталат (ДИДФ) и ди (2-пропилгептил) фталат (ДПГФ), на долю которых в 2015 г. приходилось 57% потребления пластификаторов в Европе (59).

Европейский Союз ограничил использование некоторых фталатов с 1999 года, а Соединенные Штаты и Канада аналогичным образом ограничили их использование с 2008 года, особенно в детских игрушках или в изделиях, которые маленькие дети могут класть в рот. ДЭГФ в ЕС классифицируется как репродуктивный токсин (категория 1B).

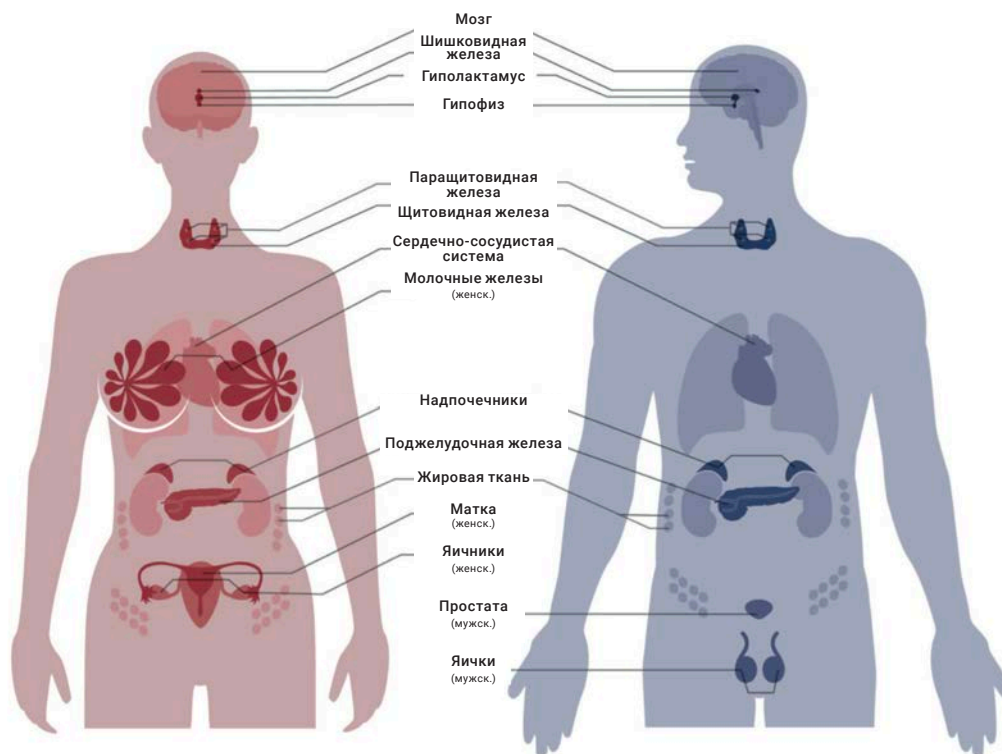
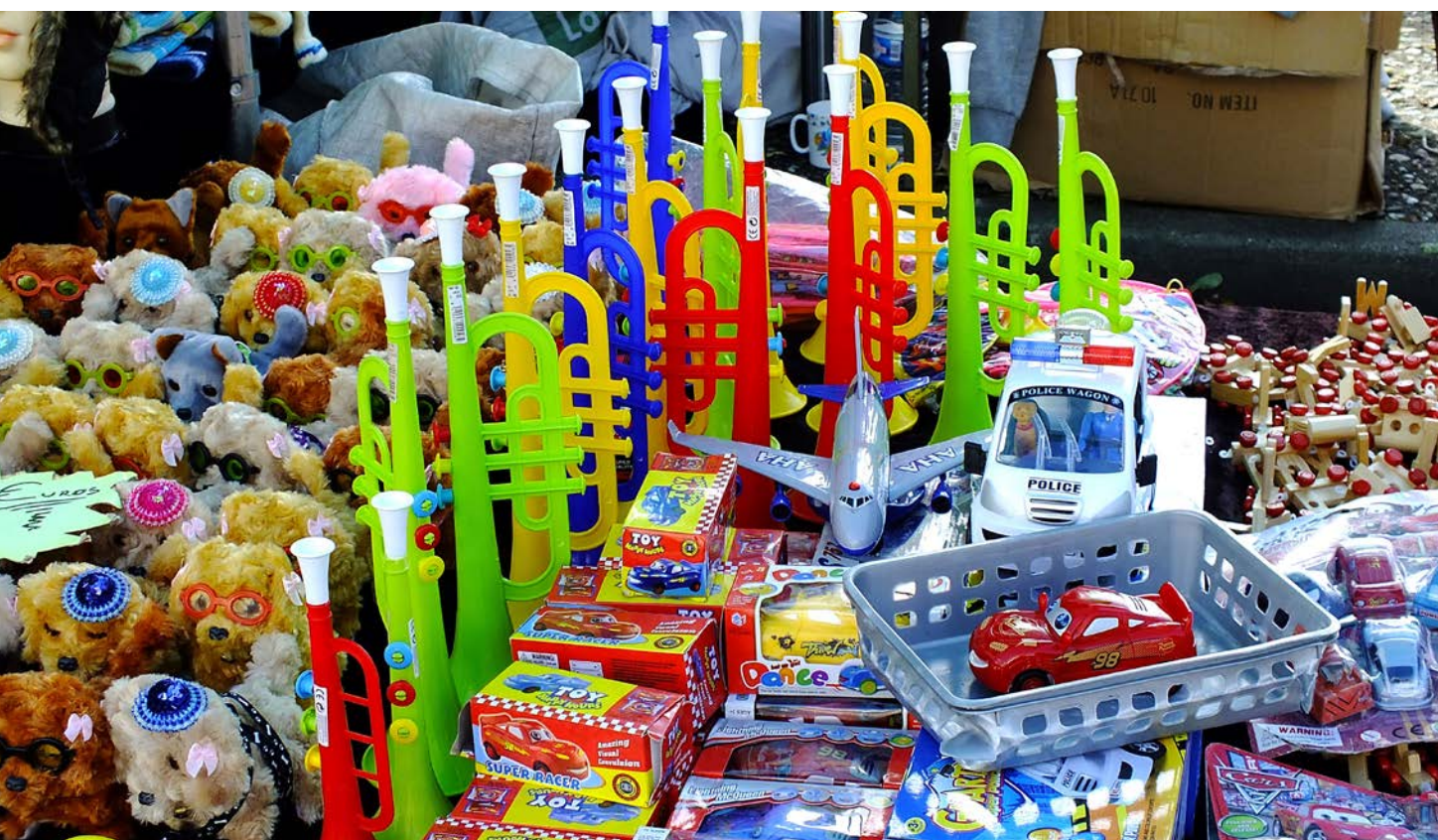


Иллюстрация: Endocrine Society

2.2.4. Бисфенолы

Бисфенолы представляют собой группу химических соединений с двумя гидроксифенильными функциональными группами. Они присутствуют во многих изделиях из поликарбонатного пластика (включая бутылки с водой, контейнеры для хранения пищевых продуктов и упаковку, спортивный инвентарь и компакт-диски), в покрытиях из эпоксидной смолы на алюминиевых банках, а кроме того бисфенолы часто используются в качестве проявителя в термобумаге, например, в кассовых чеках.

Они присутствуют во многих изделиях из поликарбонатного пластика (включая бутылки с водой, контейнеры для хранения пищевых продуктов и упаковку, спортивный инвентарь и компакт-диски)



Бисфенол А (БФА) является наиболее распространенным химическим веществом из группы бисфенолов и одним из наиболее широко производимых химических веществ - во всем мире: ежегодно производится более трех миллионов тонн бисфенола А (62). У человека бисфенол А связывают со снижением качества яйцеклеток и другими аспектами жизнеспособности яйцеклеток у пациенток, которые лечатся от бесплодия.

БФА в основном используется в качестве мономера для получения поликарбонатных (ПК) пластиков (65% используемого объема) и эпоксидных смол (30% используемого объема), которые являются основными компонентами покрытий алюминиевых банок (63). БФА также может использоваться в качестве антиоксиданта или пластификатора в других полимерах (ПП, ПЭ и ПВХ) (64). БФА может выщелачиваться (65), что приводит к его высвобождению из упаковки для продуктов питания и напитков, что является одним из источников его воздействия на человека (66). Исследования воздействия бисфенола А и 4-трет-октилфенола на человека, проведенные в Соединенных Штатах, показывают корреляцию между концентрациями и принадлежностью к отдельным демографическим социальным группам: у женщин концентрации были статистически выше, чем у мужчин; у детей концентрации были выше, чем у подростков, которые, в свою очередь, имели более высокие концентрации, чем у взрослых. Концентрации были самыми низкими среди участников исследования из домохозяйств с самыми высокими доходами (67).





ПФОК внесли в Стокгольмскую конвенцию, а ПФГСК включили в процесс КРСОЗ

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях единогласно проголосовала за добавление перфтороктановой кислоты (ПФОК) в список веществ, подлежащих ликвидации в соответствии с соглашением 2004 года, посвященным сокращению СОЗ. Это промежуточное вещество в производстве фторполимеров связывают с различными видами рака, наряду с заболеваниями щитовидной железы, язвенными заболеваниями, колитом и врожденными дефектами. На своем четырнадцатом совещании Комитет по рассмотрению химических веществ Роттердамской конвенции утвердил характеристику рисков, связанных с перфторгексансульфоновой кислотой (ПФГСК), ее солями и связанными с ПФГСК соединениями, переведя это химическое вещество на следующий этап обзора, требующий оценки управления рисками.

Другие аналоги бисфенола, такие как бисфенол В, бисфенол F и бисфенол S, используются в пластмассах и также могут представлять угрозу для окружающей среды ([см. подробнее здесь](#)). В исследованиях на животных нарушение бисфенолом S гормональных сигнальных путей, проявляются по-разному: в изменении роста матки, в сдвигах концентраций мужских и женских половых гормонов, в репродуктивных нарушениях, включая изменения в выработке яйцеклеток и в количестве сперматозоидов в сперме ([68](#)) а также в статистически значимом увеличении веса и в изменении гормональных метаболических профилей ([69](#)). Недавнее исследование ([70](#)) продемонстрировало, что бисфенол S изменяет материнское поведение и функцию мозга у самок мышей, подвергшихся воздействию в период беременности/лактации, а также у их потомства женского пола. Обобщение воздействия бисфенола S на гормональную активность можно найти в обширной обзорной статье, опубликованной в журнале Environmental Health Perspectives. ([71](#))

Хотя бисфенол F менее изучен, чем бисфенолы A или S, но, по-видимому, он оказывает аналогичное БФА воздействие. Недавние исследования связывания с рецепторами показывают, что он примерно так же эффективен, как БФА, когда действует по крайней мере через один из ядерных рецепторов эстрогена ([72](#)). Эти исследования дополняются исследованиями на животных, которые показывают влияние бисфенола F на рост матки и вес яичек, демонстрируя его влияние на эстрогенный и андрогенный сигнальные пути соответственно ([73](#)). Бисфенол F, как и ВРА, также, по-видимому, нарушает сигнальные пути гормонов щитовидной железы ([74](#)).



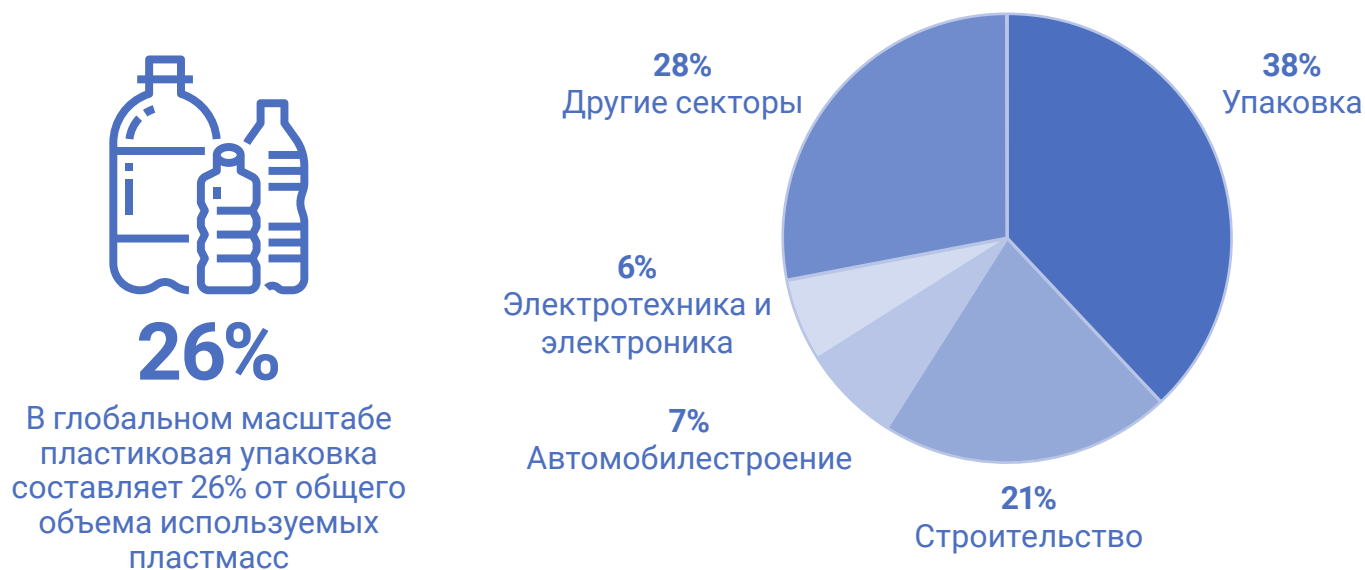
2.2.5. Нонилфенолы

*НФ и ЭНФ
используются во
многих областях,
таких как краски,
пестициды, моющие
средства и средства
личной гигиены*

Нонилфенолы (НФ) являются промежуточными продуктами распада широко используемого класса поверхностно-активных веществ и антиоксидантов: этоксилатов нонилфенола (ЭНФ) [\(114\)](#). НФ и ЭНФ используются во многих областях, таких как краски, пестициды, моющие средства и средства личной гигиены, а также могут использоваться в качестве антиоксидантов и пластификаторов в пластмассах [\(115\)](#).

Было обнаружено, что НФ выщелачиваются из пластиковых бутылок в воду [\(116\)](#). Более того, сточные воды со станций очистки стоков являются основным источником НФ и ЭНФ в окружающей среде. Воздействие НФ на окружающую среду включает феминизацию водных организмов, снижение мужской фертильности и выживание молоди даже при низких концентрациях. [\(75\)](#). НФ считаются веществами, поражающими эндокринную систему и их использование в Европейском Союзе, например, запрещено из-за воздействия на окружающую среду и на здоровье человека [\(115\)](#).

2.3. Приоритетные сектора



Полимеры и добавки к ним широко используются в потребительских товарах и для изготовления синтетических волокон, пен, покрытий, клеев и герметиков. В глобальном масштабе пластиковая упаковка составляет 26% от общего объема используемых пластмасс [\(4\)](#). В Европе в применении полимеров преобладает сектор упаковки (38%), за которым следуют строительство (21%), автомобилестроение (7%), электротехника и электроника (6%), а также другие сферы применения (28%), такие как медицина и досуг [\(76\)](#).

Пластмассы и изготовленные из них потребительские товары могут содержать СОЗ, такие как КЦХА, ПБДЭ, ПХД, ПХН и химические вещества, связанные с ПФОС/ПФОК, а также другие токсичные вещества. Содержащие СОЗ пластмассы также широко используются в строительстве, автомобилестроении, электротехнике и электронике, что составляет более трети использования пластика. В процессе переработки другой пластик также загрязняется токсичными веществами в ситуациях, когда они изначально не использовались, даже в материалах, контактирующих с пищевыми продуктами [\(77\)\(78\)\(79\)\(80\)](#). В обзоре, подготовленном секретариатом Стокгольмской конвенции, отмечается, что низкие уровни ПБДЭ в изделиях, включая игрушки, указывают на то, что их присутствие не является результатом преднамеренного использования - они, скорее всего, появляются в новых продуктах, изготовленных из переработанного пластика, содержащего ПБДЭ (см. Рисунок выше) (документ UNEP/POPS/COP.8/INF/12) [\(см. подробнее здесь\)](#).

В процессе переработки другой пластик также загрязняется токсичными веществами в ситуациях, когда они изначально не использовались, даже в материалах, контактирующих с пищевыми продуктами

Считается, что сектора, рассматриваемые в следующем разделе, вызывают наибольшее беспокойство на основании данных о наличии химических веществ, поражающих эндокринную систему (ВПЭС), и вызываемых ими последствий для здоровья человека [\(см. подробнее здесь\)](#).



2.3.1. Продукты для детей

Детские игрушки часто содержат ВПЭС. В некоторых юрисдикциях отдельные ВПЭС регулируются и запрещаются для применения в детских игрушках, играх и аксессуарах, таких как детские бутылочки, но многие проблемы все же остаются. Особую озабоченность могут вызывать более старые продукты, произведенные за пределами стран с законодательным регулированием или работающие от батарей. ([см. подробнее здесь](#)).

СОЗ обнаруживаются в игрушках, изготовленных из переработанного пластика, содержащего бромированные антипирены - СОЗ ([81](#)) и в связи с широким применением использования КЦХА в мягких игрушках из ПВХ ([82](#))([83](#)). Воздействие СОЗ-ПБДЭ и других добавок в переработанном пластике показало соответствующее воздействие игрушек на детей ([84](#))([85](#)). Новое исследование, проведенное IPEN в 2017 году, выявило повышенные концентрации ПБДЭ (полибромдифениловых эфиров), таких как октабромдифениловый эфир (октаБДЭ), декабромдифениловый эфир (декаБДЭ); и КЦХА (хлоралканы с короткой цепью) в игрушках, изготовленных из переработанных материалов и закупленных в различных магазинах в 26 странах мира. (см. подробнее по ссылкам: [1](#) [2](#) и [3](#)). Уровни некоторых химических веществ были более чем в пять раз выше рекомендованных международных пределов. Они перечислены в Стокгольмской конвенции. Однако их присутствие в новых продуктах, несмотря на запреты или ограничения, приводит к обсуждению проблемы, связанной с неадекватным регулированием утилизации в многооборотной экономике.

обеспокоенность, она может содержать остатки веществ, используемых в процессе производства, таких как растворители, а также непреднамеренно добавляемые вещества, такие как примеси, олигомеры или продукты разложения (20). Фторированные СОЗ, такие как ПФОК (и ранее ПФОС), используются в упаковке пищевых продуктов во фторированных полимерных покрытиях (86)(87).

Фталаты используются в сотнях продуктов, в том числе во многих контейнерах для пищевых продуктов и напитков, а также в пластиковой обертке. Возросшая обеспокоенность в связи с упаковки объясняется тем, что люди подвергаются воздействию фталатов, когда они попадают в продукты питания, или же выделяются при нагревании контейнеров в микроволновой печи. Некоторые компании добровольно удалили их из своей продукции и рекламируют как «не содержащие фталатов». Среди соединений фенольного класса, которые считаются ВПЭС, бисфенол А (БФА) является одним из самых известных и широко распространенных. Хотя в некоторых странах БФА запрещен в детских товарах, таких как детские бутылочки, он все еще используется во многих бутылках для воды и пластиковых контейнерах, а также в эпоксидных смолах, защищающих консервы от загрязнения (viii).





2.3.3. Электротехническое и электронное оборудование и соответствующие отходы

Бромированные антипирены-СОЗ (тетрагепта-БДЭ, дека-БДЭ, ГБД, ГБЦД) используются или использовались ранее в качестве антипиренов в пластмассах в электронике. Дека-БДЭ использовался очень широко и до сих пор разрешен в порядке исключения для использования в корпусах для электротехнических и электронных приборов.

В 2009 году Стратегический подход к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ) согласился с тем, что опасные химические вещества в электронике являются проблемой глобального масштаба, а в 2011 году Организация ООН по промышленному развитию (ЮНИДО) и секретариаты Базельской и Стокгольмской конвенций принимали совещание экспертной группы для разработки рекомендаций по обращению с опасными химическими веществами в электронике, которые впоследствии были одобрены более чем 100 правительствами на заседаниях СПМРХВ в 2012 и 2015 годах.

“Опасные химические вещества в электронике являются проблемой глобального масштаба”

Появляется все больше свидетельств того, что спрос на черный пластик в потребительских товарах частично удовлетворяется за счет получения материалов из пластиковых корпусов непригодного электронного и электротехнического оборудования с соответствующим загрязнением СОЗ [\(78\)](#) [\(79\)](#) [\(84\)](#) [\(85\)](#) [\(14\)](#). Неэффективно отсортированный пластик из электронных отходов может привести к попаданию в переработку опасных веществ и веществ, применение которых ограничивается. В дополнение к бромированным антипиренам-СОЗ, в процессе переработки в пластик вводится также сурьма (обеспечивающая синергетическое повышение огнестойкости) и такие тяжелые металлы как кадмий, хром, ртуть и свинец [\(88\)](#)

Важно отметить, что эти химические вещества не маркируются для электронного и электротехнического оборудования и для соответствующих электронных отходов. Отсутствие информации об их присутствии в продуктах и отходах усложняет процесс утилизации, подрывает подход многооборотной экономики, лишает потребителей их права знать и подвергает опасности лиц, занимающихся обработкой отходов.



2.3.4. Текстиль, обивочные материалы и мебель

“Эти химические вещества не маркируются на текстильных изделиях, что не позволяет потребителям принимать осознанные решения, а переработчикам - осуществлять безопасную переработку. В результате потребители не будут иметь никакой информации об их содержании в продуктах, которые они покупают, а правительственные структуры не будут знать, выполняется ли ими требование Стокгольмской конвенции, запрещающей переработку продуктов, содержащих дека-БДЭ”

Полиэфирные волокна, нейлон, акрил и другие синтетические волокна представляют собой различные формы пластмасс и в настоящее время на их долю приходится более 60% материалов, из которого изготавливается наша одежда во всем мире (89). Синтетические пластиковые волокна дешевы и чрезвычайно универсальны, обеспечивая эластичность, воздухопроницаемость, тепло и прочность. Эти волокна вносят свой вклад в загрязнение океана пластиком незаметным, но повсеместным образом, поскольку вымываются в окружающую среду из синтетических или смешанных тканей просто при стирке. Оценки различаются, но вполне возможно, что одна загрузка белья может выбросить сотни тысяч волокон и микроволокон из одежды в систему канализации. Текстиль также попадает в реки и океаны со свалок.

Некоторые СОЗ используются в текстильных материалах для одежды и, в частности, в обивочных материалах для транспортных средств и мебели, а также в других огнестойких тканях или коврах с обработанной поверхностью (например, коммерческие пента-БДЭ, дека-ДБЭ, ГБЦД, КЦХА, ПФОС и ПФОК). Для дека-БДЭ и КЦХА действует исключение (см. подробнее) для применения в текстильных изделиях. Эти химические вещества не маркируются на текстильных изделиях, что не позволяет потребителям принимать осознанные решения, а переработчикам - осуществлять безопасную переработку. В результате потребители не будут иметь никакой информации об их содержании в продуктах, которые они покупают, а правительственные структуры не будут знать, выполняется ли ими требование Стокгольмской конвенции, запрещающей переработку продуктов, содержащих дека-БДЭ.



2.3.5. Строительный сектор

Пластмассы и полимеры широко используются в строительстве. Вспененные полимеры в больших объемах используются в качестве утеплителей в зданиях и в других областях строительства. Большинство используемых полимерных пен - это полистиролы, включая пенополистирол) и экструдированный полистирол, полиуретан и полиизоцианурат. Пены часто защищают от воспламенения бромированными или другими антипиренами, чтобы они соответствовали стандартам огнестойкости. ГБЦД, внесенный в список СОЗ в 2013 году, все еще используется во вспененном/экструдированном полистироле в рамках конкретного исключения для применения в строительной изоляции. ДекаБДЭ, внесенный в список СОЗ в 2017 году, все еще используется в пенополиуретане в строительстве в соответствии с конкретным исключением. Эти пены имеют длительный срок службы, составляющий десятилетия, а возможно и до столетия, что создает проблемы для развивающихся стран в обращении с изоляционными пенами в конце их срока службы [\(90\)](#).

Другие полимеры в строительстве, обработанные дека-БДЭ или другими антипиренами - это изоляционная пена из полиэтилена, листовой полиэтилен и полипропилен. Кроме того, КЦХА все еще используются, а ПХН и ПХД использовались в прошлом в строительных полимерах, в частности, в герметиках и красках [\(91\)\(92\)](#). КЦХА также используются в строительстве, в ПВХ, герметиках/адгезивах и резине, т.е. в самых различных полимерах [\(93\)](#). ДекаБДЭ и ГБЦД также используются во вспучивающихся красках/покрытиях в строительстве. Эти пластмассы имеют долгий срок службы - несколько десятилетий. Что же касается красок и герметиков, которые часто содержат пластификаторы для покрытий, такие как ПХД или КЦХА (и часто на основе ПВХ), то было показано, что их удаление с помощью пескоструйной обработки привело к загрязнению окружающей среды, включая загрязнение ПХБ речных отложений или фьордов от одиночных мостов на несколько сотен километров с [\(94\)\(95\)](#).

2.4. Микропластики, стойкие загрязнители со способностью к переносу сдерживают внедрение многооборотной экономики



Лучше понять токсичность микропластика

Пластмассы содержат добавки (включая вещества, поражающие эндокринную систему), которые могут поглощаться тканями животных, которые их заглатывают. Это исследование будет способствовать выявлению наиболее токсичных пластмасс в соответствии с их составом, чтобы исключить их из нашего потребления в порядке приоритета.

Пластик к морю: решения находятся на суше

Собрать в море огромное количество микропластика невозможно. Самое эффективное решение - это остановить поток отходов, поступающих с континентов.

Микропластики - это очень маленькие частицы пластиковых материалов, обычно размером менее 5 мм, которые могут непреднамеренно образовываться в результате износа более крупных кусков пластика, включая синтетический текстиль, или же производятся и сознательно добавляются в продукты для определенной цели - например, как очищающие микрочастицы в скрабах для лица или тела. Попадая в окружающую среду, они накапливаются в рыбе и моллюсках, а следовательно и попадают в пищевые цепочки.

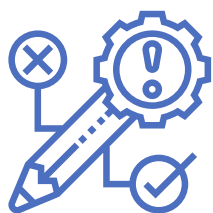
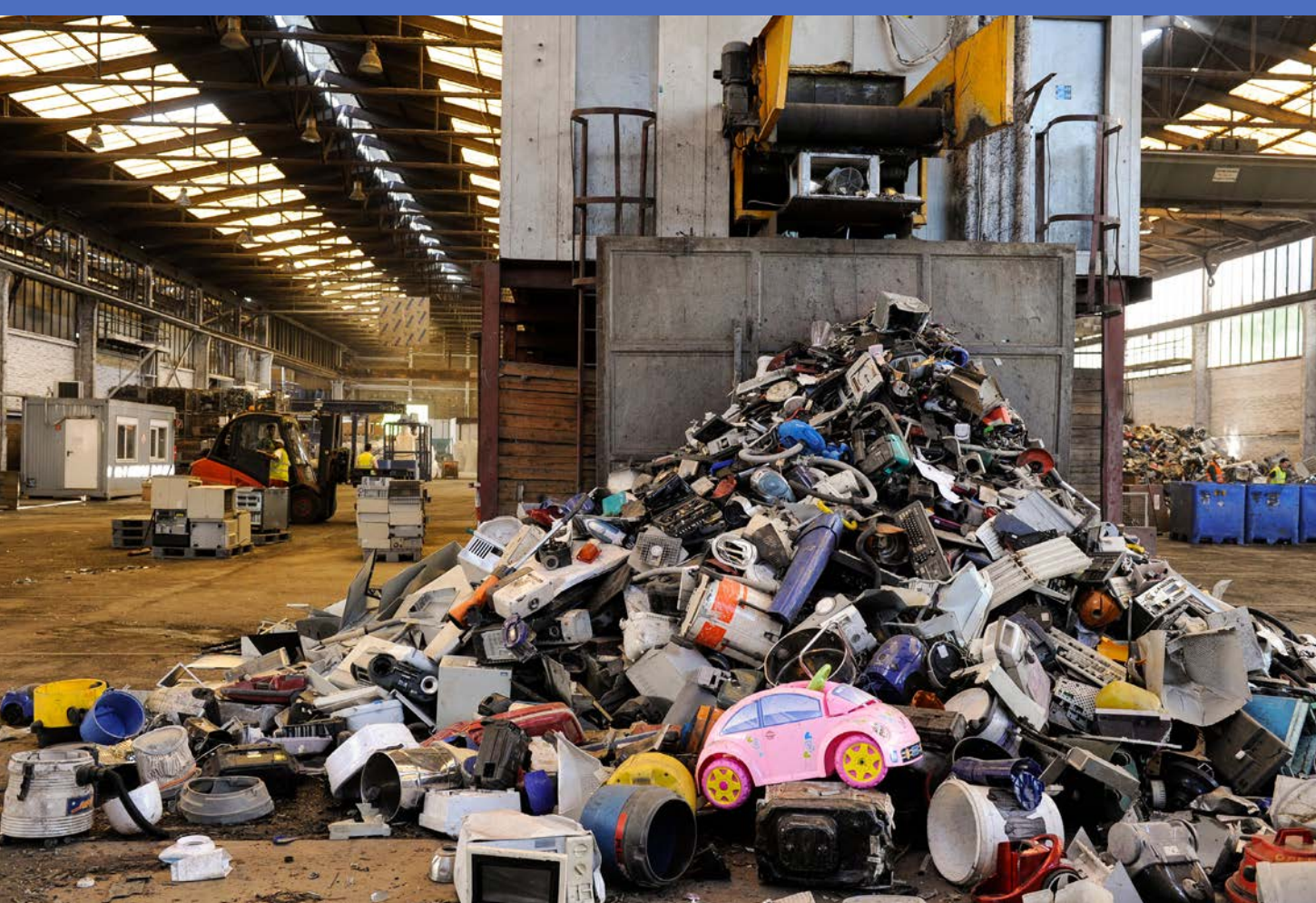


В связи с соображениями охраны окружающей среды и здоровья человека несколько стран ввели или предложили национальные запреты на преднамеренное использование микропластика ([см. подробнее](#)) в определенных потребительских товарах, в основном на использование «микрочастиц» в «смываемых» косметических продуктах или же рассматривают дальнейшие ограничения на намеренно добавленные микропластики в продукты, из которых они неизбежно будут выделяться. Сфера этих ограничений охватывает использование микропластика в широком спектре потребительских и профессиональных товаров в различных секторах, включая косметические продукты, моющие средства и средства для ухода, краски и покрытия, строительные материалы, лекарственные препараты и различные продукты, используемые в сельском хозяйстве и садоводстве, а также в нефтегазовом секторе. ([см. подробнее](#)).



Сообщалось о различных последствиях заглатывания макро-, микро- и нанопластика или запутывания в макропластике для различных видов [\(96\)\(97\)](#), включая удушье или блокировку пищеварительного тракта, вызывающую смерть [\(96\)](#). Кроме того, известно, что дополнительные проблемы вызывает способность пластика абсорбировать CO₂ [\(2\)](#), при этом добавки к пластику обнаруживаются в концентрациях на шесть порядков выше, чем в окружающей воде [\(98\)](#). Кроме того, ВПЭС в микропластиках могут быть такими же вредными, как и вещества, включенные в список CO₂, с точки зрения их поведения и последствий в морской среде, поскольку они могут обладать уровнем активности, широким распространением, токсическим риском и биоаккумуляцией, сопоставимыми с показателями для CO₂.

Пластмассы в морской среде играют важную роль в глобальном переносе токсичных химических загрязнителей, внедренных в полимерную матрицу или адсорбированных из загрязненной окружающей среды. Их устойчивость в условиях морской среды оценивается десятилетиями или даже столетиями, и, таким образом, они могут переноситься на большие расстояния океанскими течениями или миграцией океанических организмов, что представляет прямую угрозу популяциям рыб, богатству морского биоразнообразия, а потенциально и здоровью человека [\(99\)\(100\)\(101\)](#).

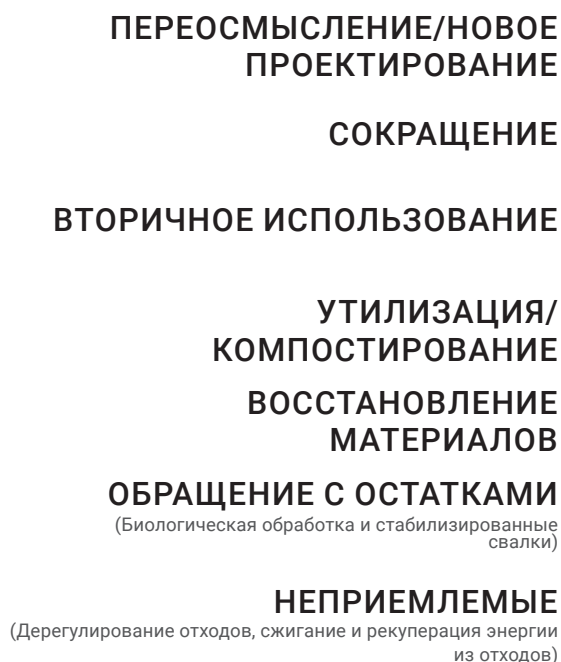


3. Ключевые подходы к разрешению проблемы

Существует ряд общих подходов, которые могут способствовать снижению вреда, связанного с пластмассами и токсичными добавками, которые они могут содержать, чтобы можно было безопасно «замкнуть цикл». Растет признание необходимости решать проблемы загрязнения «выше по течению», чтобы сократить конечное образование опасных и других отходов. Однако расширение переработки может давать негативные побочные эффекты, если проблемы экологической токсичности и риска для здоровья не будут должным образом разрешены на ранней стадии.

Управление отходами и их переработка являются важными аспектами безопасного подхода к многооборотной экономике, но они не ограничиваются только этими двумя аспектами. Концепция также включает в себя множество других аспектов, таких как экологическое проектирование, разработку новых моделей ведения бизнеса, системы обслуживания продуктов, продление срока службы продукта, гарантии на весь период срока службы, повторное использование, восстановление, стратегии восстановления, положения о праве на ремонт, переход к полной ответственности производителя с высокими целевыми показателями результативности, которые поддерживаются строгим правоприменением.

ИЕРАРХИЯ БЕЗОТХОДНОСТИ



Некоторые из приведенных ниже пунктов могут потенциально иметь отношение к работе, проводимой ЮНЕП или в рамках СПМРХВ, а также могут быть полезны для конкретной работы в рамках Базельской и Стокгольмской конвенций.

(а) Ускорение перехода к более безопасным инновационным материалам:

Существует очевидная и растущая потребность в инновациях для разработки более безопасных материалов и увеличения доступности на рынке более безопасных нетоксичных альтернатив (например, альтернатив для КЦХА и декаБДЭ - Секретариат Стокгольмской конвенции 2019а, б) [\(102\)\(103\)](#). Часто опасные вещества заменяются химическими веществами аналогичной структуры и потенциальной опасности [\(42\)](#), поэтому необходимы системы, позволяющие избежать таких неудачных химических замен.

Первым шагом на пути к этому могут стать недавние инициативы, такие как картирование, проведенное Европейским агентством по химическим веществам (ECHA) [\(см. подробнее\)](#). В рамках совместного проекта этого агентства и представителей промышленности был составлен список из более чем 400 функциональных добавок или пигментов, используемых в пластмассах, включая информацию о полимерах, в которых они чаще всего встречаются и об их типичных диапазонах концентраций. При составлении карты учитывались вещества, зарегистрированные в соответствии с REACH в количестве более 100 тонн в год, и основное внимание уделялось пластификаторам, антипиренам, пигментам, антиоксидантам, антистатикам, зародышеобразователям и стабилизаторам различных типов.

(b) Развитие сотрудничества с промышленностью:

Общие инструменты и подходы обеспечивают концентрацию усилий и ускорение изменений. Было признано, что, когда отрасли координируют и согласовывают стандарты, сертификаты и правила, которые согласуются с общим видением химической безопасности, это может ускорить прогресс в направлении получения оптимизированных продуктов. Схемы расширенной ответственности производителя, если они хорошо разработаны, также могут способствовать замыканию цикла. Эти подходы следует продвигать с помощью конвенций и других глобальных инструментов, способствующих рациональному регулированию химических веществ и отходов, а также путем предоставления рекомендаций синдикатам и консорциумам компаний, посылая более сильные сигналы спроса для всей отрасли, чтобы добиться сокращения затрат и сделать безопасные для здоровья материалы конкурентоспособными по сравнению с уже известными продуктами. Платформы для совместной работы позволяют промышленности тестировать новые модели ведения бизнеса, которые согласовывают стимулы между различными заинтересованными сторонами.

(c) Инновации в системах утилизации:

Хотя эта сфера была в центре внимания большинства стратегий многооборотной экономики, в ней все же можно добиться значительных улучшений. Материалы, содержащие опасные вещества, нельзя обрабатывать вместе с материалами, которые таких веществ не содержат. Целевые показатели для переработки материалов и продуктов, не содержащих опасных веществ, должны быть значительно выше, чем для категории материалов, содержащих опасные вещества, которые необходимо отделять в процессе утилизации. Настоятельно рекомендуется способствовать улучшенному разделению и сбору на источнике, чтобы избежать появления опасных потоков, которые смешиваются с безопасным перерабатываемым материалом.

Кроме того, необходимы исследования неизбирательной деполимеризации, деструкции и разложения химического состава материалов, чтобы полученные побочные продукты и компоненты могли быть переработаны в более ценное сырье для новых и уже существующих промышленных процессов. Контролируемая и эффективная переработка и восстановление дадут возможность создать новые рабочие места и возможности для реинтеграции выбрасываемых в настоящее время материалов в экономический цикл.

Более того, существует потребность в инновациях для технологий и инфраструктуры утилизации. В руководстве по НДТ/НПД для СОЗ-ПБДЭ собраны технологии разделения и вторичной переработки пластмасс и пен (Секретариат Стокгольмской конвенции 2017а). Другие возможные новые технологии включают использование катализаторов, бактерий (ферментов), ионных жидкостей и других методов для преобразования молекулярного состава пластмасс, таких как полиэфир (ПЭТ), полиэтилен (ПЭ) и поликарбонаты (ПК), в полезное сырье [\(10\)](#).

(d) Доступ к информации о химических веществах в пластике:

Существует острая потребность в общедоступной информации об использовании химических веществ в пластмассах и о точном химическом составе готовых пластмассовых изделий. Этому может способствовать расширение межсекторального доступа к качественным данным по оценке химической опасности и повышение прозрачности данных о химических компонентах и об их воздействиях.

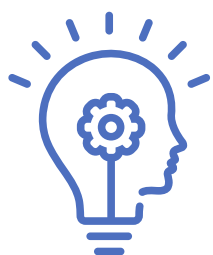
Информация о том, какие добавки содержатся в пластмассовых изделиях - это глобальная проблема. Для этого требуется сотрудничество в мировом масштабе - и между заинтересованными сторонами, и на протяжении всего жизненного цикла продукта. Обмен информацией о химических веществах в пластмассах между всеми заинтересованными сторонами, участвующими в жизненном цикле продукта, имеет решающее значение для защиты здоровья человека и окружающей среды. Отсутствие информации о химических веществах в продуктах является серьезным препятствием на пути к снижению рисков, связанных с опасными химическими веществами. Доступ к информации о том, какие химические вещества содержатся в пластмассовых изделиях, является необходимым условием, а также предпосылкой для обеспечения рационального управления химическими веществами в изделиях повседневного спроса не только в процессе их производства, но и на протяжении всего жизненного цикла продукции. Обязательная отчетность и маркировка опасных веществ, содержащихся в пластиковых изделиях, даст жизненно важную информацию для потребителей, сборщиков, переработчиков и регулирующих органов.

Программа СПМРХВ «Химические вещества в продуктах» - это уникальная глобальная инициатива, продвигающая различные варианты раскрытия информации о тех химических веществах в продуктах, которые могут быть использованы в качестве токсичных добавок в пластмассах.

Может возникнуть необходимость в оспаривании необоснованных претензий о коммерческой конфиденциальности. Информация о химических веществах, имеющих отношение к здоровью и безопасности человека и окружающей среды, не должна рассматриваться как конфиденциальная, как указано в Программе СПМРХВ «Химические вещества в продукции» в соответствии с Общепрограммной политической стратегией СПМРХВ (пункт 15).



Фото: Приги Арисанди, Escotop



4. ВЫВОДЫ

Производство пластмасс и объем химических добавок, используемых при их производстве, растет экспоненциальными темпами. В 2014 году во всем мире было произведено около 311 миллионов тонн пластмасс (Plastics-Europe 2015): если текущие тенденции производства и использования сохранятся, то производство, по оценкам, приблизится к 2000 миллионам тонн к 2050 году.

Растет уровень информированности о проблеме морского пластикового мусора и микропластиков, в результате чего уже призывают к безотлагательным глобальным действиям по сокращению и предотвращению пластикового загрязнения. На 4-й сессии Ассамблеи ООН по окружающей среде соответствующий вывод был зафиксирован в Декларации министров, в которой обязуются значительно сократить количество одноразовых пластиковых изделий к 2030 году, а также в 26 резолюциях и решениях. Очевидно, что Базельская и Стокгольмская конвенции могут сыграть в этом важную потенциальную роль, и действительно, Конференция Сторон Базельской конвенции рассмотрит ряд конкретных мер.

В то время как общая проблема загрязнения пластиком привлекает все больше внимания, добавкам же до сих пор уделялось меньше внимания. Они очень широко используются и ни один пластик не производится без тех или иных добавок. Они присутствуют во многих продуктах, в том числе во многих используемых в быту, но информация о них редко доступна за пределами цепочек поставок. Многие добавки потенциально токсичны, а некоторые отвечают определению для отнесения к СОЗ. Они представляют опасность для окружающей среды и для здоровья человека, когда выщелачиваются из пластикового мусора. Добавки также создают проблемы при переработке и их использование является потенциальным препятствием для продвижения к многооборотной экономике.

Базельская и Стокгольмская конвенции уже предприняли меры в отношении ряда веществ путем их включения в перечни или выпуска технических руководств. Но существует немало химических веществ, которые еще не подлежат адекватному контролю на международном уровне и в отношении которых дальнейшие действия могут внести значительный вклад в снижение рисков, связанных с использованием пластмасс и в продвижение подходов жизненного цикла и многооборотной экономики.

Конференция Сторон Базельской конвенции имеет несколько возможностей обеспечить рассмотрение вопроса о добавках при рассмотрении рекомендаций Рабочей группы открытого состава, например, при рассмотрении приложений I и III, а также начав работу по пересмотру технического руководства по обращению с пластиковыми отходами. Предлагаемое новое Партнерство Базельской конвенции по пластиковым отходам также открывает еще одну важную возможность. Столь же важную роль может сыграть и Стокгольмская конвенция. Тематическая группа по морскому мусору региональных и координационных центров продолжит работу над этим вопросом и надеется получить возможность внести полноценный вклад в работу по этой проблематике.

Сентябрь 2020 г.

Литература

1. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review. Hermabessiere, Ludovic, et al. s.l. : Elsevier, May 2017, Chemosphere.
2. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. Hahladakis, John N., et al. s.l. : Elsevier, 2017, Hazardous Materials.
3. PlasticsEurope, Brussels. PlasticsEurope, Plastics -the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. 2015. PlasticsEurope, Plastics -the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. PlasticsEurope, Brussels. [http://www.plasticseurope.org/documents/document/20150227150049 final plastics the facts 2014 2015 260215.pdf](http://www.plasticseurope.org/documents/document/20150227150049%20final%20plastics%20the%20facts%202014%202015%202015.pdf), 2015.
- 3.a Preliminary draft guidance on preparing inventories of decabromodiphenyl ether. Secretariat of the Stockholm Convention, 2019. UNEP/POPS/COP.9/INF/18
- 3.b Preliminary draft guidance on alternatives to short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Secretariat of the Stockholm Convention, 2019. UNEP/POPS/COP.9/INF/##.
4. Ellen MacArthur Foundation. The new plastics economy: Rethinking the future of plastics and catalysing action. 2017.
5. D.S. Achilias, C. Roupakias and P. Megalokonomos. Chemical recycling of plastic wastes made from polyethylene (LDPE and HDPE) and polypropylene (PP). s.l. : J. Hazard. Mater. 149, 2007. pp. 536–542.
6. European Commission. On a European Strategy on Plastic Waste in the Environment. European Commission. Brussels : s.n., 2013. Green Paper.
7. GEF. Circular Economy. Sixth GEF Assembly. Viet Nam : s.n., 2018.
8. UNIDO. Circular Economy. Vienna : s.n., 2017.
9. European Commission. A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. . Brussels : s.n., 2018.
10. Werner, Mike, et al. The role of safe chemistry and healthy materials in unlocking the circular economy. Ellen MacArthr Foundation, Google.
11. Downsides of the recycling process: harmful organic chemicals in children's toys. Ionas AC, Dirtu AC, Anthonissen T, Neels H, Covaci A. 2014, Environ Int. 65, pp. 54-62.
12. Occurrence of brominated flame retardants in black thermo cups and selected kitchen utensils purchased on the European market. Samsonek J, Puype F. 2013, Food Addit Contam Part A: Chem Anal Control Expo Risk Assess. 30(11), pp. 1976-1986.
13. Evidence of waste electrical and electronic equipment (WEEE) relevant substances in polymeric food-contact articles sold on the European market. Puype F, Samsonek J, Knoop J, Egelkraut-Holtus M, Ortlieb M. 2015, Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Exposure Risk Assess. 32, pp. 410-426.
14. Evidence of bad recycling practices: BFRs in children's toys and food-contact articles. Guzzonato A, Puype F, Harrad SJ. 2017, Environ Sci Process Impacts. 19(7), pp. 956-963.
15. Brominated flame retardants in black plastic kitchen utensils: Concentrations and human exposure implications. Kuang J, Abdallah MA, Harrad S. 2018, Sci Total Environ, pp. 610-611, 1138-1146.
16. Legal limits on single-use plastics and microplastics: A global review of national laws and regulations. UN Environment. 2018.
17. World Economic Forum and Ellen MacArthur Foundation. The New Plastics Economy – Catalysing action. 2017.
18. Tuladhar, Alisha. Circular Economy: A Zero-Waste Model for the Future. [Online] Feb 2018. <https://www.fairobserver.com/world-news/circular-economy-zero-waste-recycling-environment-davos-economic-forum-news-14318/>
19. The Chemicals in Products Programme . SAICM. s.l. : SAICM, 2015. http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/EPI/CiP%20programme%20October2015_Final.pdf
20. Overview of known plastic packaging-associated chemicals and their hazards. Groh, Ksenia J., et al. s.l. : Elsevier, 2018, Science of the Total Environment.
21. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. Hahladakis, John N., et al. s.l. : Elsevier, 2017, Hazardous Materials.
22. Leaching characteristics of polybrominated-diphenyl ethers (PBDEs) from flame-retardant plastics, . Y.-J. Kim, M. Osako, S.-i. Osako,. 2006, Chemosphere 65, pp. 506–513.

23. High levels of medium-chain chlorinated paraffins and polybrominated diphenyl ethers on the inside of several household baking oven doors. Gallstl C, Sprengel J, Vetter W. 2018, *Sci Total Environ*, pp. 615, 1019-1027.
24. Chlorinated paraffins leaking from hand blenders can lead to significant human exposures. Yuan B, Strid A, Darnerud PO, de Wit CA, Nyström J, Bergman Å. 2017, *Environ Int*, pp. 109, 73-80.
25. Final Report. Migration of Phthalate Plasticisers from Soft PVC Toys and Child Care Articles. TNO Report V3932. . Rijk, R. and Ehlert, K. 2001, TNO Nutrition and Food Research, Zeist.
26. Increased migration levels of bisphenol A from polycarbonate baby bottles after dishwashing, boiling and brushing, . C. Brede, P. Fjeldal, I. Skjevrak, H. Herikstad,. 2003, *Food Addit. Contam.* , pp. 684–689.
27. Towards development of a rapid and effective non-destructive testing strategy to identify brominated flame retardants in the plastics of consumer products. Gallen C, Banks A, Brandsma S, Baduel C, Thai P, Eaglesham G, Heffernan A, Leonards P, Bainton P, Mueller JF. 2014, *Sci Total Environ.*, pp. 491-492, 255-265.
28. *PlasticsEurope. Plastics -The Facts 2016 An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data.* Plastics Europe. Brussels. s.l. : Plastics Europe. Brussels, 2016.
29. Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated–chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. Weber, Roland and Kuch, Bertram. s.l. : Elsevier, 2003.
30. Thermolysis of fluoropolymers as a potential source of halogenated organic acids in the environment. Ellis DA, Mabury SA, Martin JW, Muir DC. 2001, *Nature* 412(6844), pp. 321-324.
31. Thermal degradation products of polytetrafluoroethylene (PTFE) under atmospheric condition. Ochi K, Kawano M, Matsuda M, Morita M. 2008, *Organohalogen Compounds* 70, pp. 2090-2093.
32. Quantitation of gas-phase perfluoroalkyl surfactants and fluorotelomer alcohols released from nonstick cookware and microwave popcorn bags. Sinclair E, Kim SK, Akinleye HB, Kannan K. 2007, *Environ Sci Technol.* 41(4), pp. 1180-1185.
33. Pyrolysis products of polytetrafluoroethylene and polyfluoroethylenepropylene with reference to inhalation toxicity. Arito H, Soda R. 1977, *Ann Occup Hyg.* 20(3), pp. 247-255.
34. A.C. Buekens. s.l. : Elsevier, 2010, PVC and waste incineration – modern technologies solve old problems, in: *The 6th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control: Waste to Wealth*,.
35. Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. Weber R, Herold C, Hollert H, Kamphues J, Blepp M, Ballschmiter K. 2018, *Environmental sciences Europe*, 30(1), p. 42.
36. Destruction of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) by Ball Milling. Zhang K, Huang J, Yu G, Zhang Q, Deng S, Wang B. 2013, *Environmental Science & Technology* 47 (12), pp. 6471-6477.
37. Mechanochemical destruction of decabromodiphenylether into visible light photocatalyst BiOBr. Zhang K, Huang J, Wang H, Yu G, Wang B, Deng S, Kanoband J, Zhang Q. 2014b, *RSC Advances* 4(28), pp. 14719-14722 .
38. Recovery of bromine and antimony from WEEE plastics 2016 ,, pp. 1-5. Schlummer M, Popp L, Trautmann F, Zimmermann F, Mäurer A. 2016, *Electronics Goes Green 2016+ (EGG) Berlin*, 2016, pp. 1-5.
39. The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade . Brooks, Wang, Jambeck. 2018, *Sci. Adv.* 2018, p. 4.
40. The state of POPs in Ghana- A review on persistent organic pollutants: Environmental and human exposure. Bruce-Vanderpuije P, Megson D, J.Reiner E, Bradley L, Adu-Kumi S, A.Gardella J. 2019, *Environmental Pollution*, Volume 245, pp. 331-342.
41. Weber, Roland, et al. 20 case studies on how to prevent the use of toxic chemicals frequently found in the Mediterranean Region. Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production (SCP/ RAC). Barcelona : s.n., 2018.
42. From incremental to fundamental substitution in chemical alternatives assessment. Fantke P, Weber R, Scheringer M. 2015, *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 1, pp. 1-8.
43. Camboni, Marco. Substitution, including grouping of chemicals & measures to support substitution. European Commission. 2017.
44. Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. Gallo, Frederic, et al. s.l. : SpringerOpen, 2018, *Environmental Sciences Europe*.

45. Dechlorane plus and related compounds in the environment. A review. Sverko, E., et al. 2011, *Environmental Science and Technology*. 45:5088-5098.
46. Perfluorooctanoic acid (PFOA) – main concerns and regulatory developments in Europe from an environmental point of view. Vierke, Lena, Staude, Claudia and Bieg, Annegret. s.l. : Springer Berlin Heidelberg, May 2012, *Environ Sci Eur* (2012) 24: 16. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-24-16>.
47. Stockholm Convention. Risk management evaluation on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE). Persistent Organic Pollutants Review Committee Eleventh meeting. 2015.
48. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Engler, RE. Nov 2012, *Environ Sci Technol*. 2012 Nov 20;46(22):12302-15. doi: 10.1021/es3027105. Epub 2012 Nov 2.
49. Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. Meeker, John D, Sathyanarayana, Sheela and H. Swan, Shana. s.l. : The Royal Society, Jul 2009, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*.
50. Distribution and Fate of HBCD and TBBPA Brominated Flame Retardants in North Sea Estuaries and Aquatic Food Webs. Morris, et al. s.l. : PubMed, Dec 2004, *Environmental Science and Technology* 38(21):5497-504.
51. Scientific Opinion on Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and its derivatives in food. European Food Safety Authority. 2013, *EFSA Journal* 2011;9(12):2477.
52. Maternal levels of perfluorinated chemicals and subfecundity . Fei, C, et al. 2009, *Hum Reprod*. 24(5):1200-1205.
53. Do perfluoroalkyl compounds impair human semen quality? Joensen, UN1, et al. 2009, *Environ Health Perspect*. 117(6), 923-927. doi: 10.1289/ehp.0800517.
54. Endocrine disruption of androgenic activity by perfluoroalkyl substances: clinical and experimental evidence. Di Nisio, A, et al. 2018, *J Clin Endocrinol Metab*. doi: 10.1210/jc.2018-01855.
55. The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Blum, Arlene, et al. 2015, *Environmental health perspectives*. 123. A107-A111. 10.1289/ehp.1509934. Xenia & Goldenman, Gretta & Cousins, Ian & Diamond, Miriam & Fletcher, Tony & Higgins, Christopher & E Lindeman, Avery & Peaslee, Graham & De Voogt, Pim & Wang, Zhanyun & Weber, Roland. (2015). The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs).
56. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. . Buck, RC, et al. [ed.] doi: 10.1002/ieam.258. 2011, *Integr Environ Assess Manag*. 7(4):513-541.
57. A critical review of the application of polymer of low concern and regulatory criteria to fluoropolymers. *Integr Environ Assess Manag*. 14(3):316-334. Henry, BJ, et al. Mar 2018. doi: 10.1002/ieam.4035. Epub 2018 Mar 30.
58. Structure and surface properties of polyacrylates with short fluorocarbon side chain: Role of the main chain and spacer group. J. Wang, Q, et al. 2010, *Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, 2010, 48, 2584–2593.
59. Arbeitsgemeinschaft and P.V.C., Umwelt, e.V. Plasticizers Market Data. (Accessed 31 May 2016). [Online] 2006. http://www.pvc-partner.com/fileadmin/user_upload/downloads/Weichmacher/Marktdaten_Weichmacher_230106.lin_en.pdf
60. Effect of Bisphenol A (EDC) on the reproductive potential of *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879). Gabr, Mostafa, et al. 2015, *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 19. 35-49. 10.21608/ejabf.2015.2275.
61. Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices. . Net, S, et al. 2015, *Environ. Sci. Technol*. 49, 4019e4035. <http://dx.doi.org/10.1021/es505233b>.
62. Bisphenol A causes reproductive toxicity, decreases dnmt1 transcription, and reduces global DNA methylation in breeding zebrafish (*Danio rerio*). Laing, LV, et al. Jul 2016, pp. 11(7):526-38. doi: 10.1080/15592294.2016.1182272. Epub 2016 Apr 27.
63. An ecological assessment of bisphenol-A: evidence from comparative biology. Crain, DA, et al. 2007, *Repr Toxic*, pp. 225-39.
64. Bisphenol A and Reproductive Health: Update of Experimental and Human Evidence, 2007–2013. Peretz, J, et al. Aug 2014, *Environ Health Perspect*., pp. 122(8): 775–786.
65. Leaching of bisphenol A (BPA) to seawater from polycarbonate plastic and its degradation by reactive oxygen species. Sajiki, J and Yonekubo, J. Apr 2003, *Chemosphere*.
66. Environmental contaminants of emerging concern in seafood – European database on contaminant levels. Vandermeersch, G, et al. Nov 2015, *Environmental Research Volume 143, Part B*., pp. 29-45.

67. Exposure of the U.S. Population to Bisphenol A and 4-tertiary-Octylphenol: 2003–2004. M. Calafat, Antonia, et al. 2004, Division of Laboratory Sciences, National Center for Environmental Health, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA.
68. Developmental exposure of zebrafish (*Danio rerio*) to bisphenol-S impairs subsequent reproduction potential and hormonal balance in adults. Naderia, M, Y.L.Wong, Marian and Fatemeh, Gholamic. 2014, Aquatic toxicology Volume 148,, pp. 195-203.
69. Obesogen effects after perinatal exposure of 4,4'-sulfonyldiphenol (Bisphenol S) in C57BL/6 mice. Del Moral, Ivry, et al. May 2016, NCBI. doi: 10.1016/j.tox.2016.05.023. Epub 2016 May 27.
70. Bisphenol S (BPS) Alters Maternal Behavior and Brain in Mice Exposed During Pregnancy/Lactation and Their Daughters. Catanese, MC and Vandenberg, LN. s.l. : NCBI, 2017, Endocrinology.
71. Bisphenol S and F: A Systematic Review and Comparison of the Hormonal Activity of Bisphenol A Substitutes. Rochester, JR and Bolden, AL. Jul 2015, Environ Health Perspect. , pp. 123(7): 643–650.
72. Exposure to the BPA-Substitute Bisphenol S Causes Unique Alterations of Germline Function. Chen, Yichang, et al. s.l. : NCBI, Jul 2016, Plos Genetics.
73. Subacute oral toxicity study of bisphenol F based on the draft protocol for the “Enhanced OECD Test Guideline no. 407. Higashihara, N, et al. s.l. : Springer Link, Jul 2007, Arch Toxicol. <https://doi.org/10.1007/s00204-007-0223-4>
74. Exposure to bisphenol S alters the expression of microRNA in male zebrafish. Lee, J, et al. 2018, Toxicol Appl Pharmacol. , pp. 1;338:191-196.
75. Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. Soares, A, et al. s.l. : Elsevier, 2008, Env Int Vol 34 Iss7 1033-1049.
76. Brussels: PlasticsEurope. PlasticsEurope, Compelling facts about plastics. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008. 2009. http://www.plasticseurope.org/Documents/Document/20100225141556Brochure_UK_FactsFigures_2009_22sept_6_Final-20090930-001-EN-v1.pdf
77. Occurrence of brominated flame retardants in black thermo cups and selected kitchen utensils purchased on the European market. Samsonak, J and Puype, F. 2013, Food Additives & Contaminants. Food Addit Contam Part A: Chem Anal Control Expo Risk Assess. 30(11), 1976-1986.
78. Evidence of bad recycling practices: BFRs in children's toys and food-contact articles. Guzzonato, A, Puype, F and Harrad, SJ. 2017, Environ Sci Process Impacts, pp. 19(7):956-963.
79. Brominated flame retardants in black plastic kitchen utensils: Concentrations and human exposure implications. Kuang, J, Abdallah, MA and Harrad, S. 2018, Sci Total Environ, pp. 610-611, 1138-1146.
80. Evidence of waste electrical and electronic equipment (WEEE) relevant substances in polymeric food-contact articles sold on the European market. Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Exposure Risk Assess. Puype, F, et al. 2015, pp. 32, 410-426.
81. Downsides of the recycling process: harmful organic chemicals in children's toys. Ionas, AC, et al. 2014, Environ Int., pp. 65, 54-62.
82. Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCP) CAS 85535-84-8 Regulation (EU) 2015/2030 amending Regulation (EC) 850/2004 (POPS). BTHA. 2016. <http://www.btha.co.uk/wp-content/uploads/2016/08/SCCP-Guide.pdf>
83. Draft technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with short-chain chlorinated paraffins. . UNEP. 2018, UNEP/CHW/OEWG.11/INF/10.
84. Children's exposure to polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) through mouthing toys. Ionas AC, Ulevicus J, Gómez AB, Brandsma SH, Leonards PE, van de Bor M, Covaci A. 2016, A4Environ Int. 87, pp. 101-107.
85. Brominated flame retardants in children's toys: concentration, composition, and children's exposure and risk assessment. Chen SJ, Ma YJ, Wang J, Chen D, Luo XJ, Mai BX. 2009, Environ Sci Technol. 43(11), pp. 4200-4206.
86. Fluorinated Compounds in U.S. Schaidler, LA, Balan, SA and Blum, A. 2017, Fast Food Packaging Environ Sci Technol Lett. , pp. 4(3), 105–111.
87. PFAS in paper and board for food contact – Options for risk management of poly- and perfluorinated substances. Trier, X, et al. 2017, Nordic Council of Ministers. TemaNord, p. 573.
88. Black plastics: Linear and circular economies, hazardous additives and marine pollution. Turner, Andrew. s.l. : Elsevier, 2018, Environment International.

89. The Statistics Portal. Distribution of fiber consumption worldwide in 2017, by type of fiber*. [Online] <https://www.statista.com/statistics/741296/world-fiber-consumption-distribution-by-fiber-type/>
90. Long-term emissions of hexabromocyclododecane as a chemical of concern in products in China. Li, L, et al. 2016, *Environ Int.* 91, 291-300.
91. Secretariat of the Stockholm Convention. Draft guidance on preparing inventories of polychlorinated naphthalenes (PCNs). 2017.
92. Draft guidance on preparing inventories of short-chain chlorinated paraffins. 2019.
93. Petersen, K. Short and medium chained chlorinated paraffins in buildings and constructions in the EU. Submission of Netherland to POPRC, 5.01.2015. 2012.
94. ELSA. PCB in der Elbe – Eigenschaften, Vorkommen und Trends sowie Ursachen und Folgen der erhöhten Freisetzung im Jahr 2015. Behörde für Umwelt und Energie Hamburg, Projekt Schadstoffsanierung Elbsedimente. 2016.
95. Painted surfaces—important sources of polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination to the urban and marine environment. Jartun, M, et al. 2009, *Environ Pollut.*, pp. 157(1), 295-302.
96. Environmental implications of plastic debris in marinesettings—entanglement ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions,. Gregory, M.R. . 2009, *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci.* 364 2013–2025.
97. Microplastic ingestion in fish larvae in the western English Channel. Steer, M, et al. 2017, *Environ. Pollut.* 226 , pp. 250–259.
98. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. Rochman, C.M., et al. s.l. : ResearchGate, Sep 2015, *Scientific Reports.* 5. 10.1038/srep14340. . DOI: 10.1038/srep14340.
99. Marine anthropogenic litter. Bergmann, M, Gutow, L and Klages , M. 2015, Springer, Berlin, pp 57–74.
100. UNEP/MAP. Marine Litter Assessment in the Mediterranean . United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan (UNEP/ MAP). 2015.
101. McKinsey & Company and Ocean Conservancy. Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean. 2015.
102. Preliminary draft guidance on preparing inventories of decabromodiphenyl ether. Secretariat of the Stockholm Convention. 2019a. UNEP/POPS/ COP.9/INF/18.
103. Preliminary draft guidance on alternatives to short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Secretariat of the Stockholm Convention. 2019b. UNEP/POPS/ COP.9/INF/##.
104. Can the Basel and Stockholm Conventions provide a global framework to reduce the impact of marine plastic litter? Raubenheimer, Karen and McIlgorm, Alistair. s.l. : ELSEVIER, Marine Policy.
105. Electronic waste – an emerging threat to the environment of urban India. Needhidasan, Santhanam, Samuel, Melvin and Chidambaram, Ramalingam. s.l. : Springer, 2014, *J Environ Health Sci Eng.* 2014; 12: 36.
106. Greenpeace. Dirty Discount Supermarkets: Dangerous Chemicals in Supermarket Clothing . 2014. https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/factsheet_dangerous_chemicals_in_supermarket_clothing.pdf
107. Endocrine society. Common EDCs and Where They Are Found. Hormone science to health. [Online] <https://www.endocrine.org/topics/edc/what-edcs-are/common-edcs>
108. Parker, Ceri. <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/macron-at-davos-i-will-shut-all-coal-fired-power-stations-by-2021/> [Online] 2018.
109. Progress Toward a Circular Economy in China. Mathews, John A. s.l. : Wiley Online Library, March 2011, *Journal of Industrial Ecology.*
110. Watson, Anna. Companies putting public health at risk by replacing one harmful chemical with similar, potentially toxic, alternatives. Chemtrust. 2018. <https://www.chemtrust.org/toxicsoup/#more-4775>.
111. McGrath, Meredith. EU approves use of recycled plastics containing DEHP. Reuters. Apr 2016. <https://www.reuters.com/article/us-europe-regulations-plastics-idUSKCN0XI29T>
112. Production, use, and fate of all plastics ever made. Roland Geyer, Jenna R. Jambeck and Kara Lavender Law. *Science Advances*, 2017: Vol. 3, no. 7, e1700782.
113. Guidance for the inventory, identification and substitution of Hexabromocyclododecane (HBCD), Secretariat of the Stockholm Convention, 2017. UNEP-POPS-NIP-GUID-InventoryAndSubstitution-HBCD-201703.En (1).
114. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Engler, RE. Nov 2012, *Environ Sci Technol.* 2012 Nov 20;46(22):12302-15. doi: 10.1021/es3027105. Epub 2012 Nov 2.

115. Qualitative Analysis of Additives in Plastic Marine Debris and Its New Products. Manviri Rani, Won Joon Shim, Gi Myung Han, Mi Jang, Najat Ahmed Al-Odaini, Young Kyong Song, Sang Hee Hong. Arch Environ Contam Toxicol DOI 10.1007/s00244-015-0224-x.

116. Migration of Nonylphenol from Plastic Containers to Water and a Milk Surrogate Jorge E. Loyo-Rosales, Georgina C. Rosales-Rivera, Anika M. Lynch, Clifford P. Rice, and Alba Torrents. J. Agric. Food Chem. 2004, 52, 7, 2016–2020 Publication Date: March 11, 2004 <https://doi.org/10.1021/jf0345696>

117. European Parliament targets DEHP plasticizer in recycled PVC. Health & Safety Environment, Health and Safety Issues. [Additives for Polymers Volume 2016, Issue 2, February 2016, Page 11.](#)

118. [Brominated flame retardants, European Food Safety Authority, 2012.](#)

Приложение: Авторы публикации

Координация подготовки документа: Magali Outters, руководитель группы SCP/RAC и Kimberley De Miguel, ассоциированный эксперт SCP/RAC.

Члены Тематической группы по морскому мусору, которые внесли свой вклад в данный документ:

Имя	Должность
Alexandra Caterbow	Health and Environmental Justice Support (HEJSupport)
Anton Purnomo	Региональный центр Базельской и Стокгольмской конвенции - Индонезия
Arturo Gavilán García	Региональный центр Стокгольмской конвенции - Мексика / Национальный институт экологии и изменения климата, SEMARNAT
Bjorn Beeler	Международная сеть по ликвидации загрязнителей (IPEN)
Carolina Pérez Valverde	MedCities
Dana Lapešová	Региональный центр Базельской конвенции - Словакия
Dania Abdul Malak	Европейский тематический центр Университета Малаги (ETC-UMA)
David Santillo	Исследовательские лаборатории Greenpeace
Denise Delvalle-Borrero	Технологический университет Панамы
Dolores Romano	Ecologistas en Acción
Esther Kentin	Лейденский правовой проект по пластику, Лейденский университет
Francesca Cenni	Секретариат Базельской, Роттердамской и Стокгольмской конвенций
Gabriela Nair Medina Amarante	Координационный центр Базельской конвенции и Региональный центр Стокгольмской конвенции - Уругвай
Giulia Carlini	Центр Международного экологического права (CIEL)
Hildauro Acosta de Patiño	Региональный центр Базельской конвенции - Панама
Imogen P Ingram	ISACI (Альянс устойчивости островов)
Jewel Batchasingh	Региональный центр Базельской конвенции - Карибы
Joao Sousa	IUCN
John Roberts	Wimbledon Chemicals Management, Ltd.
Kei Ohno Woodall	Секретариат Базельской, Роттердамской и Стокгольмской конвенций
Lady Virginia Traldi Meneses	Региональный центр Стокгольмской конвенции - Бразилия
Lee Bell	Международная сеть по ликвидации загрязнителей (IPEN), Австралия
Leila Devia	Региональный центр Базельской конвенции - Аргентина
Mariann Lloyd-Smitth	Национальная сеть по токсичным веществам, Австралия
Maurissa Charles	Региональный центр Базельской конвенции - Карибы
Melissa Wang	Greenpeace International
Mostafa Hussein Kamel	Региональный центр Базельской конвенции - Египет
Olga Speranskaya	Health and Environmental Justice Support (HEJSupport)
Patricia Eisenberg	Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI – Plásticos, Argentina)
Pedro Fernández	Региональный центр Стокгольмской конвенции - Испания / SCP/RAC
Rémi Lefèvre	Европейское агентство по химическим веществам (ECHA)
Roland Weber	POPs Environmental Consulting
Sara Brosché	Международная сеть по ликвидации загрязнителей (IPEN)

Примечания

(i) Как показали исследования, химические вещества, добавляемые в процессе производства различных пластиковых продуктов, такие как антипирены, стабилизаторы, бисфенол А (БФА) и полибромдифениловые эфиры (ПБДЭ), могут выщелачиваться из проглоченного пластика и биоаккумулироваться в живых организмах. Микропластики вызывают аналогичные проблемы с заглатыванием, поглощением химических веществ и выщелачиванием.

(ii) UNEP/EA.4/21, Глобальный обзор по химическим веществам (Global Chemicals Outlook II): Резюме для политического руководства, пункт 20.

(iii) Например, в ЕС очень опасным веществом считается химическое вещество (или часть группы химических веществ), для которого было предложено, что оно подлежит разрешению в соответствии с Регламентом REACH.

(iv) Получение энергии из отходов или рекуперация энергии из отходов- это процесс производства энергии в виде электрической и/или тепловой энергии в процессе первичной переработки отходов или же переработки отходов в топливо.

(v) Институт зеленой научной политики, который разработал Программу шести классов (<http://www.sixclasses.org/>).

(vi) Не было какого-то конкретного исключения для утилизации продуктов, содержащих декаБДЭ. Но при этом сложно определять и анализировать продукты, содержащие этот антипирен, остается также неясно, кто будет отвечать за анализ на присутствие этих химических веществ. В результате все ПБДЭ и КЦХА, первоначально использовавшиеся в пластике, появляются в новых продуктах, изготовленных из переработанного пластика, включая игрушки, несмотря на соответствующие ограничения Стокгольмской конвенции.

(vii) Полифторированные алкилированные вещества частично разлагаются до перфторированных ПФАС, которые рассматриваются СПМРХВ.

(viii) Директива 94/62/ЕС от 20 декабря 1994 г. об упаковочных материалах и отходах упаковочных материалов.



<http://www.cprac.org>



United Nations
Environment Programme



Mediterranean Action Plan
Barcelona Convention

<https://www.unenvironment.org/uneppmap/>



<http://www.brsmeas.org>



for a toxics-free future

<https://ipen.org>