Региональный бюллетень по химической безопасности

Сети НПО ВЕКЦА

Декабрь, 2025г.

Table of Contents

От Редакции ***2***

Editorial ***4***

Производство полимерных материалов в регионе ВЕКЦА ***6***

Основные результаты проекта «Пластик в странах ВЕКЦА» ***21***

Переработка отходов не может решить проблему пластикового кризиса ***23***

Строительство мусоросжигающих заводов в Республике Казахстан ***25***

Управление и минимизация пластиковых отходов в Иссык-Кульской области ***30***

Микропластик: невидимое загрязнение, определяющее наше будущее ***32***

Влияние пластика на здоровье человека ***38***

От Редакции

Пластик и здоровье: факты налицо — теперь нужно действовать

По мере того, как мир вступает в решающие годы для формирования глобального соглашения по пластику, невозможно игнорировать простую истину: загрязнение пластиком — это не только экологический кризис. Это кризис **общественного здоровья, социальной справедливости и управления**.

Научные доказательства продолжают накапливаться. Пластик содержит тысячи химических веществ, в том числе эндокринные разрушители, такие как фталаты, бисфенолы, ПФАС, антипирены и многие непреднамеренно добавленные вещества. Они мигрируют из пластика в нашу пищу, воду, воздух и домашнюю пыль, и сегодня эти вещества обнаруживаются в крови, плаценте, органах и даже в репродуктивной системе человека. Их воздействие охватывает все этапы жизни, начиная с внутриутробного развития, и влияет на здоровье обмена веществ, фертильность, нервно-психическое развитие, функцию щитовидной железы и сердечно-сосудистую систему. Отчет Lancet Countdown on Plastics and Human Health не оставляет сомнений: **современная экономика пластика вызывает заболевания и преждевременную смертность на протяжении всего своего жизненного цикла**.

В то же время рост производства пластика ускоряется. Страны увеличивают производство полимеров, расширяют нефтехимические кластеры и инвестируют в новые предприятия, которые к 2035 году могут удвоить или утроить производственные мощности. Этот рост еще больше укореняет мир в экономике пластмасс, основанной на ископаемом топливе, в то время как показатели переработки отходов остаются на низком уровне, а системы управления отходами оказываются недостаточными. Производство ПЭТ, ПВХ, ПЭ и полипропилена продолжает расти несмотря на то, что мир уже столкнулся с ограниченной инфраструктурой переработки отходов и расширением свалок.

Когда системы обращения с отходами не справляются со своей задачей, в качестве решения часто предлагается сжигание отходов. Спорный план Казахстана по строительству мусоросжигательных заводов показывает, как быстро распространяется эта идея. Однако публичные слушания выявили глубокую озабоченность общества: слабый экологический надзор, риск появления диоксинов и токсичной золы, непрозрачный процесс принятия решений и игнорирование мер по предотвращению образования отходов, повторному использованию и переработке. Предупреждения гражданского общества были ясными: **сжигание отходов подрывает, а не укрепляет устойчивые системы обращения с отходами**, заставляя страны использовать дорогостоящие технологии, которые увеличивают выбросы, загрязнение и социальные конфликты.

Между тем, нарастает более тихая, но не менее тревожная кризисная ситуация: **микропластик**. Эти частицы стали повсеместными — в питьевой воде, пище, почве, воздухе, снеге, морских экосистемах, сельскохозяйственной продукции и отходах и в сточных водах. Обычные очистные сооружения удаляют только часть загрязнения; остальная часть попадает в реки и на поля, накапливается в окружающей среде и возвращается к людям через водные и пищевые цепочки. С более чем 3200 потенциально опасными химическими веществами, связанными с пластиком, микропластик функционирует как долговечный носитель токсичных веществ. Тем не менее, нормативные стандарты по-прежнему отсутствуют, а масштабы воздействия по-прежнему недооцениваются.

В регионе ВЕКЦА работа НПО четко показывает, что возможен альтернативный путь, основанный на **прозрачности химической информации о составе пластика, выборе более безопасных материалов, экологической справедливости и активном участии сообществ**. Новая инициатива «Пластик в регионе ВЕКЦА» подчеркивает, как устаревшие системы обращения с пластиковыми отходами, рост производства и отсутствие раскрытия информации о химических веществах в пластике создают непропорциональные риски для женщин, детей, работников и сообществ. Она также предлагает многообещающие решения: укрепление законодательства и систем права на информацию, переход к более безопасному дизайну продукции, поддержка местных инициатив по минимизации образования отходов и построение подотчетности в цепочках поставок.

Все эти события объединяет растущее признание того, что **политика в отношении пластика – это, в первую очередь, политика в области общественного здоровья** — и что ни обещания по переработке отходов, ни технологические решения не могут заменить устранение первопричин вреда: неконтролируемое производство пластика, опасные химические добавки и непрозрачные цепочки поставок.

В то время как правительства ведут переговоры по глобальному договору о пластике, а страны региона рассматривают новые инвестиции и национальные стратегии, настал момент действовать:

- **Сокращать производство пластика**, а не наращивать его.
- **Постепенно отказываться от токсичных добавок** в пластике.
- **Создавать прозрачные цифровые системы информации о химическом составе пластиковых товарах**, а не скрывать ее.
- **Инвестировать в системы повторного использования**, а не в дорогостоящее сжигание отходов.
- **Сосредоточить внимание на уязвимых группах населения**, а не перекладывать на них риски.

Научные данные однозначны. Сообщества мобилизуются. Альтернативы уже существуют.

В этом информационном бюллетене собраны результаты исследований, региональный анализ и мнения гражданского общества, которые показывают, почему ближайшие годы определят, будет ли мир продолжать идти по пути усиления вреда, причиняемого пластиком, или выберет будущее, основанное на защите здоровья, справедливости и устойчивых инновациях.

Давайте вместе выберем это будущее.

Ольга Сперанская, со-директор HEJSupport и старший советник IPEN и “Эко-Согласия”

Editorial

Plastics and Health: The Evidence Is In — Now Action Must Follow

As the world enters the decisive years for shaping a global agreement on plastics, it is becoming impossible to ignore a simple truth: plastic pollution is not only an environmental crisis. It is a crisis of **public health, social justice, and governance**.

Scientific evidence continues to mount. Plastics contain thousands of chemicals, including endocrine disruptors such as phthalates, bisphenols, PFAS, flame retardants, and many unintentionally added substances. These chemicals migrate from plastic into our food, water, air, and household dust, and today they are found in blood, placenta, organs, and even human reproductive system. Their impacts span every stage of life—from prenatal development to adulthood—affecting metabolic health, fertility, neurodevelopment, thyroid function, and cardiovascular outcomes. The Lancet Countdown on Plastics and Human Health leaves no doubt: **the current plastics economy causes disease and premature mortality across its entire lifecycle**.

At the same time, production is speeding up. Countries are increasing polymer output, expanding petrochemical complexes, and investing in new facilities that could double or triple production capacity by 2035. This growth anchors the world further into a fossil-fuel-based plastics economy, while recycling rates remain stagnant and waste management systems stay inadequate. PET, PVC, PE, and polypropylene production continue to rise, even though the world already faces challenges with limited recycling infrastructure and growing landfills.

Where waste systems fail, incineration is often presented as a solution. Kazakhstan’s controversial plan to build waste-to-energy plants shows how quickly this narrative spreads. Yet public hearings revealed deep community concern: weak environmental oversight, the risk of dioxins and toxic ash, non-transparent decision-making, and the sidelining of prevention, reuse, and recycling. Civil society warnings were clear — **incineration undermines, rather than strengthens, sustainable waste systems**, locking countries into costly technologies that increase emissions, pollution, and social conflict.

Meanwhile, a quieter but equally alarming crisis is growing: **microplastics**. These particles have become ubiquitous — in drinking water, food, soil, air, snow, marine ecosystems, agricultural sludge, and wastewater. Conventional treatment plants remove only part of the load; the remainder escapes into rivers and fields, accumulating in the environment and returning to people through water and food chains. With more than 3,200 plastic-related chemicals potentially hazardous, microplastics function as long-lived carriers of toxic substances. Yet regulatory standards remain absent, and the scale of exposure is still underestimated.

Across the EECCA region, NGO work demonstrates that an alternative path is possible — one grounded in **chemical transparency, safer material choices, environmental justice, and strong community participation**. The new "Plastics in EECCA" initiative highlights how outdated waste systems, rising production, and the absence of chemical disclosure create disproportionate risks for women, children, workers, and communities. It also showcases promising solutions: strengthening right-to-know systems, shifting to safer product design, supporting local zero-waste initiatives, and building accountability within plastic supply chains.

What unites all these developments is a growing recognition that **plastics policy is health policy** — and that neither recycling promises nor technological fixes can replace the need to address the upstream causes of harm: unchecked production, hazardous chemical additives, and opaque value chains.

As governments negotiate the global plastics treaty and countries in the region consider new investments and national strategies, this is the moment to insist on:

- **Reducing plastic production**, not expanding it.
- **Phasing out toxic additives**, not normalizing exposure.
- **Building transparent digital product information systems**, not hiding chemical content.
- **Investing in reuse systems and community-based solutions**, not costly incineration.
- **Centering vulnerable populations**, not externalizing risks onto them.

The science is clear. Communities are mobilizing. Alternatives already exist.

This newsletter brings together research, regional analysis, and civil society perspectives to show why the coming years will define whether the world continues down a path of escalating plastic-driven harm or chooses a future rooted in health protection, equity, and sustainable innovation.

Let us choose that future together.

Olga Speranskaya, Co-Director of HEJSupport and Senior Advisor to IPEN and Eco-Accord

Производство полимерных материалов в регионе ВЕКЦА

Лидером по производству полимеров в мире остается Китай (32 %), который вместе со странами Юго-Восточной Азии (19 %) занимает более половины мирового рынка по этому показателю [1].

Доля российских полимеров на мировом рынка составляет около 2 % по объему произведенных пластмасс, а именно 7,7 млн тонн в 2023 г. С 2022 г. производство полимеров в России выросло примерно на 3,1 % в сравнении, видимое потребление - на 10-11 %. Общее суммарное потребление полимерных материалов в России составило в 2023 г. около 7,0 млн тонн и по темпу роста опережает динамику их производства. Это связано с сокращением экспорта и ростом импорта сырья в сравнении с 2022 г. Экспорт сырья сократился на 28 % за счет более полного потребления полимеров внутри страны, его импорт при этом вырос на 12 %. Лидером среди отраслей, по потреблению полимерных материалов в России является трубная отрасль, рост производства и их применения превысил 1,0 млн тонн в год [1].

Рис. 1. Структура производства полимеров по странам и регионам мира в 2023 г. Источник: [1].

Выпуск пяти базовых полимеров в России по итогам 2024 г. составил около 7,3 млн т (на 2,1 % ниже уровня 2021 г.), объем переработки – 6,9 млн т (+ 10 % к уровню 2021 г.). С 2020 г. производство базовых полимеров в России превышает спрос на них. В 2024 г. их нетто-экспорт составил всего 370 тыс. т, что в 3 раза меньше, чем

в 2021 г. В настоящее время в России базовые полимеры производят 22 предприятия. К 2035 году планируется появление около 10 новых средне- и крупнотоннажных производств. Согласно реалистичному сценарию реализации планов, суммарные производственные мощности по выпуску пяти базовых полимеров должны вырасти с 7,8 млн т в 2024 г. до 15,5 млн т в 2030 и 2035 гг., согласно оптимистичному – до 17,7 и 18, 1 млн т соответственно.

К 2030 году суммарный производственный потенциал по выпуску базовых полимеров в странах Центральной Азии должен вырасти в 2,5 раза (до 5,7 млн т). Основной прирост мощностей произойдет в Казахстане (+2,1 млн т) и Узбекистане (+1,35 млн т). Ряд проектов реализован и реализуется совместно с российскими компаниями [7].

Рис. 2. Видовая структура мирового производства полимеров в 2023 году. Источник: [1].

Производство полимеров в регионе ВЕКЦА

Полиэтилен. Суммарные производственные мощности по его выпуску в Евразийском регионе составляют почти 5 млн тонн в год. Большая их часть (79%) располагается в России и приходится главным образом на предприятия ПАО «СИБУР Холдинг» - ЗапСибНефтехим (30%), «Казаньоргсинтез» (почти 16%), «Томскнефтехим» (6%), «Нижнекамскнефтехим» (почти 5%). Крупные мощности имеют также российские компании «Ставролен» (6% ПАО «НК «Лукойл»)

и «Газпромнефтехим-Салават» (3%). Среди других стран Евразийского региона производство полиэтилена имеется в Узбекистане, Туркменистане и Беларуси. Суммарные мощности Устюртского и Шуртанского ГХК составляют более 0,5 млн тонн продукции в год (10%). На Кыянлынский газохимический комплекс (Туркменгаз) в Туркменистане приходится 8% мощностей региона, на «Полимир» (ОАО «Нафтан») в Беларуси - 3% [2].

Производственный потенциал российских компаний составляет 3,55 млн т, из которых на долю СИБУРа приходится 82 %. В 2024 году закончилась модернизация завода «Казаньоргсинтез» (входит в «СИБУР»), в результате которой ее мощности выросли на 150 тыс. т. Суммарный же выпуск этого полимера составил в 2024 г. 3,3 млн т (на 1,9 % больше, чем в 2021 г.) [7].

Рынок ЛПЭНП является наиболее динамично развивающимся и по объемам производства (+18 % к уровню 2021 г.). В настоящее время ЛПЭНП, в том числе металлоценовый, производится на 3 предприятиях, принадлежащих «СИБУР». На фоне роста производства ЛПЭНП выпуск ПЭВП сокращается. «Нижнекамскнефтехим» несколько лет сокращал, а с 2020 г. прекратил наработку ПЭВП в пользу ЛПЭНП. Переработка этого вида ПЭ за 4 года выросла на 25 %. ПЭНП – без развития. В секторе растет потребление ЛПЭНП вместо ПЭНП в производстве пленок, а в производстве непищевой упаковки (мешки для мусора) растет и доля вторичного сырья. В 2024 г. суммарный импорт ПЭ (с учетом ЭВА) сократился на 11,3 % относительно уровня 2021 г. и составил 415 тыс. т. Основное снижение поставок произошло в сегменте ПЭНП (– 40 %). Более чем в 2 раза упали закупки пленочных марок ПЭ из Белоруссии (завода «ПОЛИМИР»).

До 2022 г. Китай не поставлял ПЭ в Россию. В 2024 г. китайский импорт составил 60 тыс. т (15 %), в том числе 10 тыс. т ЭВА. Поставщики - международные концерны, имеющие производство в КНР (Borealis, Dow Chemical, Lyondell Basell и др.). В России отсутствуют мощности по производству ЭВА, выпуск сэвилена ведется лишь на заводе ПЭНП «Казаньоргсинтез» с объемом производства на уровне 12–13 тыс. т. Дополнительные потребности в ЭВА обеспечиваются импортом из Китая и Южной Кореи [7].

Полипропилен. Выпуск полимеров пропилена налажен в России (74% в Евразийском регионе), Казахстане (18%), Туркменистане (6%) и Узбекистане (3%). Производственные мощности этих стран составляют более 3 млн тонн продукции в год. В России крупнейшие производственные мощности имеют предприятия ПАО «СИБУР Холдинг» - «ЗапСибНефтехим» (почти 34% от итога), Нижнекамскнефтехим (6%), Томскнефтехим (5,5%) и два совместных предприятия с ПАО «Газпромнефть» - «Полиом» (7%) и НПП «Нефтехимия» (5%). По 4%

мощностей приходится на российские Уфаоргсинтез (ПАО «НК «Роснефть») и Ставролен (ПАО «НК «Лукойл»). С вводом в эксплуатацию в 2022 г. интегрированного газохимического комплекса ТОО Kazakhstan Petrochemical Industries Inc. производственные мощности Казахстана по выпуску полипропилена увеличились на 0,5 млн тонн продукции в год. В Туркменистане мощности по полипропилену имеют Кыянлынский газохимический комплекс (Туркменгаз) и Туркменбашинский комплекс нефтеперерабатывающих заводов, в Узбекистане - Устюртский газохимический комплекс [2].

В 2024 г. суммарный выпуск ПП составил 1,92 млн т (- 7,8 % по сравнению с 2021 г.). Последние 2 года только предприятия «СИБУР»а (в том числе «ЗапСибНефтехим») производили сополимеры. В 2024 г. суммарный импорт ПП вырос на 26 % до 290 тыс. т. За последние 3 года в 1,8 раза увеличились поставки ПП из стран ВЕКЦА. Импорт из стран этого региона составил почти 230 тыс. т или 85 %. 25% сополимеров пропилена в России – импортного производства. Сейчас сополимеры завозятся в Россию в основном из Азербайджана (поставщик – SOCAR Polymer) – 68,5 тыс. т в 2024 г. (62 % от всех поставок). В Россию ввозится ПП для производства труб и фитингов, упаковки, автокомпонентов, для изготовления укупорочных средств, а также готовые ПП-компаунды для производства деталей автомобилей и бытовой техники [7].

Поливинилхлорид. Мощности по выпуску ПВХ в Евразийском регионе составляют 1226 тыс. тонн продукции в год. На Россию приходится 92% мощностей, остальное - на Узбекистан. В России основной объем поливинилхлорида производят шесть предприятий: «РусВинил» (27%, г. ПАО «СИБУР Холдинг»), «Саянскхимпласт» (24%), «Башкирская содовая компания» (около 22%), АО «Каустик» (8%), «Полигран» (4%) и ЗАО «Биохимпласт» (2%). В Узбекистане мощности по производству ПВХ имеет «Navoiyazot» [2].

Суммарное производство ПВХ в России за 3 года сократилось на 6,2 % (до 0,94 млн т), его переработка росла на 1,3 % г./г. (до 0,99 млн т). При этом только «Русвинил» работал с высокой загрузкой мощностей. «Башкирская содовая компания» и «Саянскхимпласт» сокращали производство ПВХ из-за падения спроса на внутреннем рынке и низких цен в Турции. Сейчас мощности 4 производителей суспензионного ПВХ (ПВХ-С) составляют 975 тыс. т, и этого вполне достаточно для покрытия текущих потребностей рынка. Среди иностранных поставщиков доминируют поставки из Китая, доля которых в 2024 г. составила 93 % против 86 % в 2021 г. Кроме этого, марка ПВХ К-80, в России не производится, а для ПВХ марки К-70, для производства жестких пленок и кабельных пластикатов на рынке периодически возникает дефицит.

В сегменте эмульсионного ПВХ (ПВХ-Э) единственный отечественный производитель микросуспензионного ПВХ – «Русвинил» физически не может закрыть потребности переработчиков. Объем поставок ПВХ-Э в 2021 г. составил 115 тыс. т (доля импорта – 80 %), в 2024 г. – 81 тыс. т (доля импорта – 74 %). Основные поставки ПВХ-Э из Германии, где расположены заводы крупнейших европейских производителей – Vinnolit и Vestolit, на втором месте – Бельгия. В 2022 году в России появился продукт из Китая, который до этого не поставлял ПВХ-Э на российский рынок. Доля Китая в прошлом году составила 83 % [7].

Полистирол. Общие мощности по выпуску полистирола составляют 663 тыс. тонн продукции в год. Практически весь полистирол в Евразийском регионе производится в России. Крупнейшими производственными мощностями обладают «Нижнекамскнефтехим» и «СИБУР-Химпром» (соответственно 36 и 15%; оба - ПАО «СИБУР Холдинг»), а также «ГазпромнефтехимСалават» (10%) и «Пеноплэкс СПб» (почти 8%) [2].

В 2024 г. суммарное производство ПС в России сократилось на 2,8 % (до 0,5 млн т) относительно уровня 2021 г. Это касается и ПС общего назначения (ПСОН) вместе с ударопрочным ПС (УПС) (–3,5 %), и вспененного ПС (ПСВ) (–1,1 %). Основное падение спроса произошло в сегментах ПСОН и УПС главным образом за счет автопрома и производства бытовой техники. Это, в свою очередь, потянуло за собой вниз и потребление ПСВ в сегменте упаковки. При этом в целом сегмент ПСВ показал незначительный рост в 4 тыс. т. В 2021 г. основными поставщиками ПСОН и УПС были Бельгия и Южная Корея, ПСВ – Финляндия и Китай. В настоящее время основным поставщиком ПС стал Китай: его доля в импорте ПСОН и УПС составила 62 %, ПСВ – 51 % [7].

Полиэтилентерефталат (ПЭТ). Производство ПЭТ осуществляется в России (77%) и Беларуси (23%). Общий объем производственных мощностей оценивается почти в 1 млн тонн продукции в год. Крупнейшими производителями являются 4 российских предприятия – «Полиэф» и «Сибур-ПЭТФ» (соответственно 23% и 8% мощностей; оба - ПАО «СИБУР Холдинг»), «Экопэт» (25%), «Завод новых полимеров СЕНЕЖ» (10%) [2].

Мощности по выпуску ПЭТ в России составляют 766 тыс. т. Их рост произошел в 2021–2022 гг. за счет вовлечения в производственный процесс вторсырья (флексов) на «Заводе новых полимеров «Сенеж» и «ПОЛИЭФе», а также благодаря запуску в 2023 г. «Шахтинского полиэфирного завода» – первого в России производителя первичного волоконного ПЭТ. Потребности в терефталевой

кислоте (ТФК) для синтеза ПЭТ составляют 500–515 тыс. т, а мощности единственного производителя – всего 350 тыс. т.

За 3 года спрос на ПЭТ вырос на 21 % (рис. 6). При этом объемы переработки ПЭТ в пленку выросли на 37 % в результате запуска двух пленочных линий на заводе «Титан-Полимер» в г. Псков, потребление бутылочного ПЭТ увеличилось на 20 %. В 2024 г. импорт первичного ПЭТ вырос на 67 % относительно уровня 2021 г., достигнув 350 тыс. т, в результате чего на рынке стало уже 37 % ПЭТ иностранного производства. Особенно быстро росла доля Китая – 92 % в 2024 г. против 77 % в 2021 г. Поставки из Белоруссии («Могилевхимволокно») постепенно снижаются (21 тыс. т в 2024 г. против 25 тыс. т в 2018 г.). Практически прекратился импорт ПЭТ из Литвы, который заместили поставки из Турции, Индии и Египта [7].

Синтетические каучуки. Производственные мощности региона ВЕКЦА по выпуску синтетических каучуков составляют более 2,3 млн тонн в год. Все они располагаются в России. Крупнейшие производители синтетических каучуков - «Нижнекамскнефтехим», «Воронежсинтезкаучук» и «Красноярский завод синтетического каучука» (соответственно 35%, 15% и 2% от общего объема мощностей; все - ПАО «СИБУР Холдинг»), «Тольяттикаучук» (10%, «Татнефть»), «Синтез-Каучук» (6%), «Омский каучук» (ГК «Титан») и «Стерлитамакский нефтехимический завод» (3%) [2].

Полимерно-композитные материалы (ПКМ). По объемам потребления ПКМ занимают последнее место в мире среди конструкционных материалов. По данным [JEC Observer. Overview of the global composites market 2024–2029 // JEC Composite Magazine. Special issue. – January 2025. – 72 p.], объем потребления ПКМ в мире составил 13,5 млн тонн. Объем рынка ПКМ показывает устойчивый рост, увеличившись за последнюю четверть века на 70 %. В 1960–2010 гг. среднегодовой темп роста мирового потребления полимерных композитов составил 8,3 %, в 2010–2019 гг. – 3,7 % и в 2019–2024 гг. – 2,7 %.

Рис. 3. Динамика развития рынка основных видов ПКМ в 2000-2024 гг., в млн. тонн. Источник: [1].

Рост выпуска ПКМ на основе **натуральных волокон** в абсолютном выражении вызван скорее не их качеством, а дешевизной, низкой плотностью и возобновляемостью природного сырья, что важно с экологической точки зрения. Чаще всего речь идет о волокнах льна, джута, кокоса, сизаля, конопли и др. [URL: https://web.archive.org/web/20221224053956/https:/www.compositesworld.com/articles/natural-fiber-composites-whats-holding-them-back].

Их массовому применению, в том числе в автомобильной индустрии (на основе льняных, древесных и других натуральных волокон используются в дверных панелях и конструкциях сидений) препятствует ряд проблем, одним из которых являются относительно плохая совместимость полимерного связующего и натурального волокна и, как следствие, их невысокое адгезионное взаимодействие.

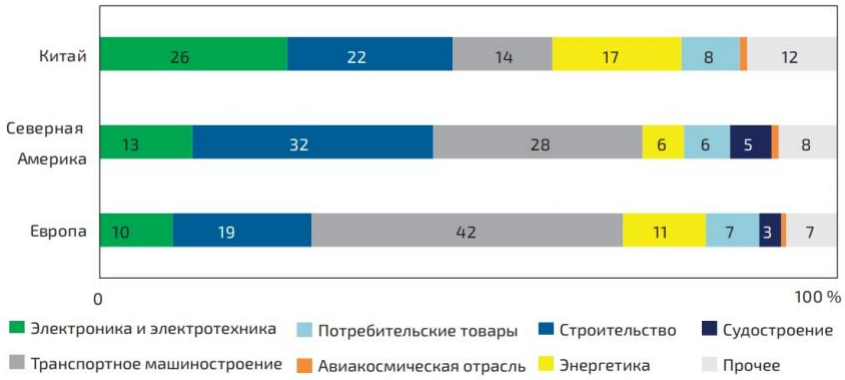

Рис. 4. Использование ПКМ по отраслям в ключевых регионах мира в относительном натуральном выражении в 2024 г. [JEC Observer. Overview of the

global composites market 2024–2029 // JEC Composite Magazine. Special issue. – January 2025., с. 24]

Прогнозируется, что к 2029 г. мировое потребление полимерных композитов увеличится до 16,3 млн т.

Россия представляет лишь крайне малую долю мирового рынка ПКМ в денежном выражении (около 100 млрд руб. в начале 2020-х гг. [*Тюнин А. В.* «Наша цель – сделать Россию передовой страной в области композитных технологий» // Вестник Атомпрома. – № 2. – Март 2024. – 58 с.]), она является одной из немногих стран с практически полным циклом их производства [*Там же*]. Несомненным достижением является также расширение применения ПКМ в авиакосмической промышленности за последнее десятилетие [4].

Около 30 % от объема используемых в строительстве ПКМ приходилось в 2024 г. на производство труб и резервуаров [JEC Observer. Overview of the global composites market 2024–2029 // JEC Composite Magazine. Special issue. – January 2025. – 72 p.].

Первые усиленные ПКМ автомобильные мосты и полностью композитные пешеходные мосты появились на рубеже 1980–90-х гг. К началу 2020-х гг. в мире было построено более 300 пешеходных и 100 автомобильных мостов на основе ПКМ [URL: https://www.mdpi.com/2079-6439/10/4/37]. При этом большинство цельных мостов из ПКМ имеют длину менее 20 м. В 2024 г. в Норвегии установили автомобильный мост длиной 42 м, сделанный целиком из стекло- и углепластиков (рис. 5) [URL: https://www.haskoning.com/en/projects/paradis-bridge] [5].

Рис. 5. Мост в г. Бергене (Норвегия), изготовленный целиком из ПКМ. Источник: [5].

Рост выпуска электромобилей в последние годы способствовал увеличению потребления ПКМ в отрасли – для машины с электромобилем необходимо больше композитов [URL: https://www.lucintel.com/automotive-composites-market.aspx].

Причина – стремление увеличить пробег от одной зарядки аккумулятора при снижении массы электромобиля.

Рис. 6. Первый российский серийный электромобиль «Атом» с широким использованием ПКМ в его конструкции (источник: АО «Кама»). Источник: [5].

Ветроэнергетика лидирует по степени использования полимерных композитов, которые уже сейчас составляют 73 % от всех используемых в этой отрасли материалов. В декабре 2024 г. АО «Русатом ветролопасти» госкорпорации «Росатом» начало выпускать композитные лопасти ВЭУ. Длина одной лопасти ВЭУ, изготавливаемой на основе 90 % стеклянных и 10 % углеродных армирующих волокон, составляет 51 м, масса – 8,5 тонн.

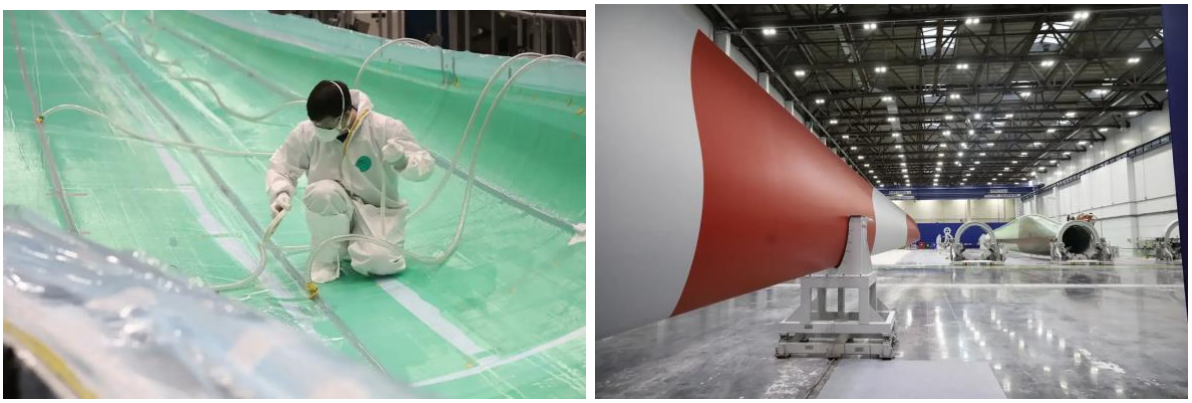

Рис. 7. Этапы (а) изготовления лопасти ВЭУ (б) (источник: «Росатом»). Источник: [5].

Россия является одной из немногих стран с компетенциями по производству судов с композитным корпусом длиной более 50 м – в частности, существует

производство таких изделий длиной 62 м [URL: https://armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/navy/naval-technology/saab-mcmv-80-next-generation-multi-function-mine-counter-measure-vessel]. Однако проблемой остается отсутствие их серийного производства. К 2026 г. в Хабаровске планируется наладить выпуск судов длиной до 50 м из композитных материалов (до 20 кораблей в год) [URL: https://morvesti.ru/news/1679/110334].

Начиная с 1970-х гг. композиты начали активно применяться при проектировании узко- и широкофюзеляжных самолетов – сначала в качестве второстепенных деталей во внутренней отделке, затем в качестве элементов основных узлов и элементов конструкции самолета.

Рис. 8. Интерьер российского пассажирского самолета ВИП-класса (а) с элементами, изготовленными из трехслойных панелей с обшивками из ПКМ (б), несущие элементы крыла самолета МС-21 из углепластика (в) (источники: «ЦАТИ», «Аэрокомпозит»). Источник: [5].

В самолетах Boeing 787 за счет ПКМ удалось снизить общую массу в среднем на 20 %. В наиболее «композитном» самолете российского производства – узкофюзеляжном МС-21 – доля композитов в общей массе находится на уровне 30–40 % [URL: https://eng.yakovlev.ru/products/mc-21] [6].

Отходы полимерных материалов

Объем вторичных сырьевых ресурсов в мировой переработке, полученных за счет рециклинга, достиг уже почти 9 %. Доля биополимеров, в том числе биоразлагаемых полимеров, несмотря на рост объемов производства в абсолютном выражении, пока остается незначительной, составляя всего лишь порядка 0,5 % [1].

При повторной переработке полимеров на нее требуется всего 10% энергии от уровня энергопотребления при первичном производстве полимеров, а по

физическим свойствам и качеству продукт практически идентичен вновь произведенному может быть крайне выгодной в плане затрачиваемых ресурсов. Вторичная переработка минерального стекла требует около 65% от первичного энергопотребления.

Эффективной вторичная переработка отходов полимерных материалов может быть только как единый процесс, начиная от их сбора и сортировки (включая специальные контейнеры для сбора отходов полимерных материалов) и заканчивая производством готовой продукции.

По данным AMI Plastics, при объеме производства пластмасс в мире в 368 млн тонн за 2019 г. объем отходов полимеров достиг 215 млн тонн, или 58,4%. В ряде стран уже реализуется политика по отказу от неконтролируемого использования одноразовых пластиковых предметов в повседневном потреблении. Наряду с другими факторами (экологичные технологии, возобновляемые материалы, продукты на биологической основе и др.) это стимулирует компании к переориентации на вторичную переработку пластика, использование возобновляемого сырья. По оценке McKinsey & Company, доля вторичной переработки пластика может вырасти с 6% в 2017 г. до 10–15% к 2030 г.

По прогнозам ПАО «Сибур Холдинг», ежегодный рост спроса на вторичные полимеры к 2030 г. может составить 0,3% (на первичные полимеры - 3,5%). Развитие вторичной переработки пластиков, по прогнозу IEA, повлечет за собой сокращение спроса на нефть в качестве сырья для нефтехимии в пределах 6% к 2030 году [2].

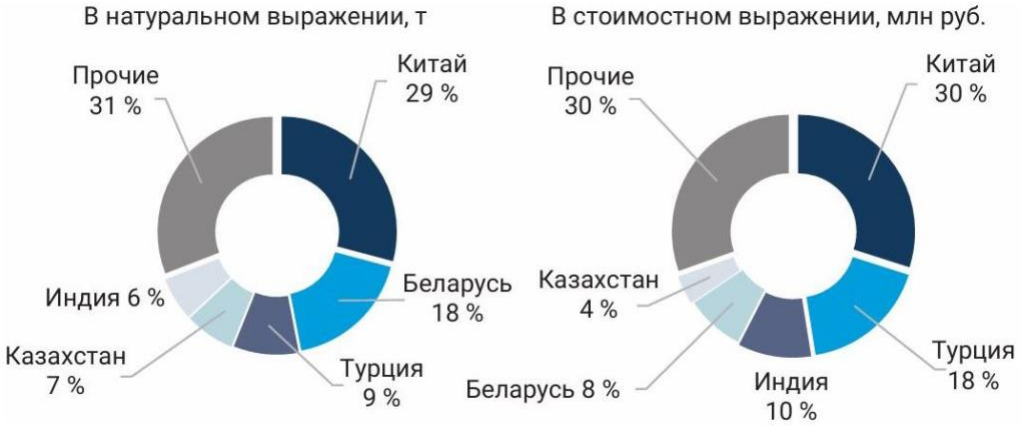

Рис. 9. Структура импорта вторичных ПЭТ-хлопьев в разрезе крупнейших стран-поставщиков в 2022 г., по данным Таможенной службы России. Источник: [3].

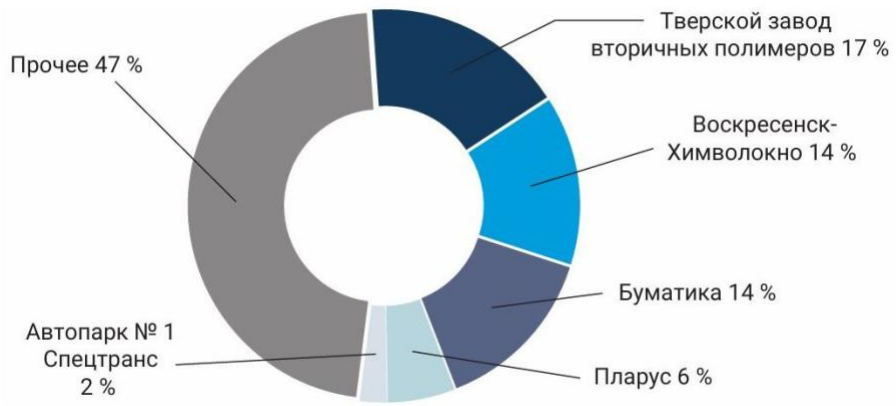

Рис. 10. Структура российского рынка вторичных ПЭТ-хлопьев в натуральном выражении по производителям, %, по данным экспертных интервью, Таможенной службы России. Источник: [3].

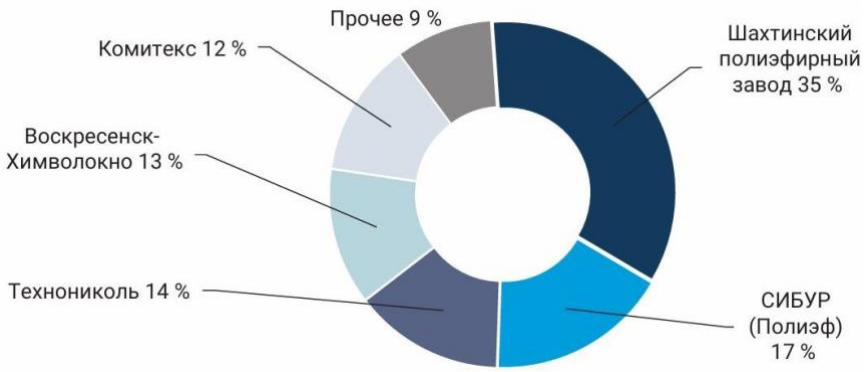

Рис. 11. Структура российского рынка вторичных ПЭТ-хлопьев в натуральном выражении по потребителям, по данным экспертных интервью, Росстат/ Источник: [3].

Отходы ПКМ. Они возникают – в виде брака, обрезков волокнистого наполнителя и препрегов при раскрое, а также отходов обработки готовых изделий. Основная часть отходов возникает в результате израсходования срока службы изделий из ПКМ. Примером служат композитные лопасти ветроэнергетических установок, проблемой утилизации которых сейчас озабочены в Западной Европе, где этот источник возобновляемой энергии освоен ранее, чем в других регионах мира. В совокупности доля отходов ПКМ составляет порядка 55 % от объемов производства и, по оценкам экспертов JEC Observer [JEC Observer. Overview of the global composites market 2024–2029 // JEC Composite Magazine. Special issue. – January 2025, с. 30], будет расти параллельно выпуску ПКМ в ближайшие годы. Если в 2024 г. их было около 7,5 млн т, то в 2029 г. ожидается порядка 9 млн т.

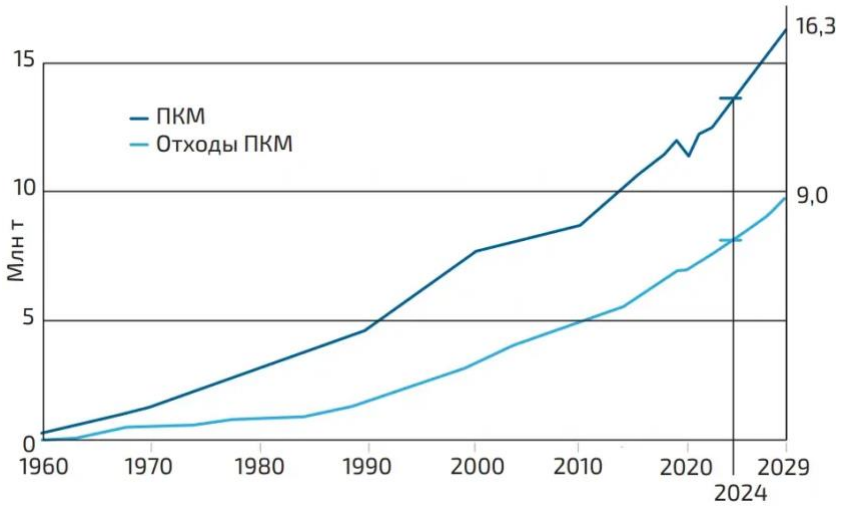

Рис. 12. Динамика развития мирового рынка ПКМ и образования их отходов с 1960 по 2029 г., 2024 г. – оценка, 2025–2029 гг. – прогноз [JEC Observer. Overview of the global composites market 2024–2029 // JEC Composite Magazine. Special issue. – January 2025, с. 30]. Источник: [5].

По данным источника [JEC Observer. Overview of the global composites market 2024–2029 // JEC Composite Magazine. Special issue. – January 2025, с. 31], наибольшая часть отходов ПКМ в мире (около 58 %) захоранивается или сжигается без рекуперации энергии, порядка 32 % – сжигается с рекуперацией энергии, и лишь 4 % подвергается полноценному рециклингу, главным образом механическому – путем измельчения и использования полученного порошка в виде наполнителя в производстве новых изделий из ПКМ. Осложняет рециклинг отходов ПКМ то обстоятельство, что наибольшую их долю представляют РКМ – композиты на основе реактопластичных связующих, которые после отверждения уже не плавятся и не растворяются в каких-либо растворителях, а потому не подлежат вторичной переработке в отличие от термопластов. Известны единичные работы как за рубежом, так и у нас в стране, в направлении химического рециклинга отходов ПКМ, которые, однако, пока что не решают указанной проблемы в глобальном масштабе [6].

Переработка полимерных материалов в России. В 2023 году около 900 предприятий перерабатывающих полимеры произвели примерно 800 тыс. тонн рециклята. Сейчас на российском рынке переработкой пластмасс занято 10 580 предприятий, насчитывающих более 250 тыс. рабочих мест. Большинство переработчиков (около 96 %) относится к категориям малого и микробизнеса. В 2023 г. Федеральной налоговой службой России было зарегистрировано 2354 новых юридических лица с основным видом деятельности «Производство пластмассовых и резиновых изделий», что на 20,3 % больше, чем в 2022 году [1].

Объем рынка вторичных ПЭТ-хлопьев в России в 2022 г. составил 199 тыс. тонн в натуральном выражении. Крупнейшим производителем вторичных ПЭТ-хлопьев в России является «Тверской завод вторичных полимеров» – на долю этой компании приходится 17 %. Также значительная доля флексов производится компаниями «Воскресенск – Химволокно» и «Буматика» – по 14 %. Однако «Воскресенск – Химволокно» не реализует продукцию на открытом рынке. Крупнейшими потребителями вторичных ПЭТ-хлопьев являются «Шахтинский полиэфирный завод» и «Полиэф» (концерн «СИБУР») – 35% и 17 % соответственно [3].

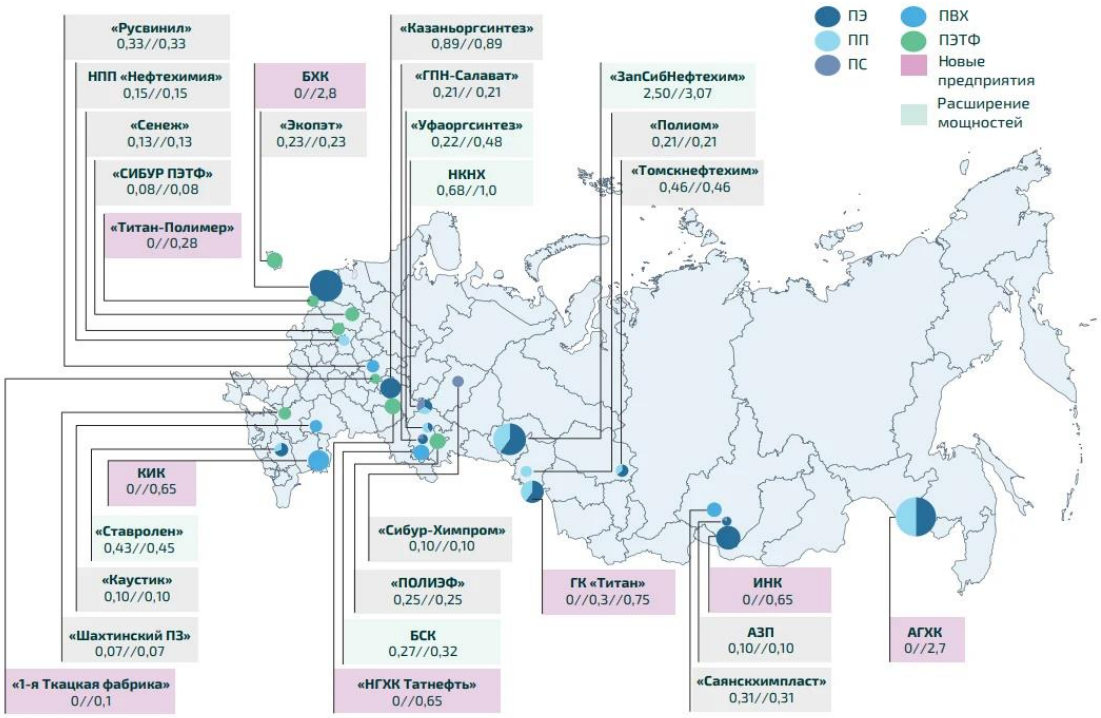

Рис. 13. Существующие и планируемые мощности по производству 5 базовых полимеров в России, в млн. тонн. Источник: [7]. Обозначения, «0//0,75//1,80» первое число (0) означает существующую сейчас мощность в миллионах тонн, второе (0,75) – планируемую к 2030 г. и третье (1,80) – планируемую к 2035 г.

Источники:

1. М. Л. Кацевман. «Состояние российской отрасли переработки пластмасс». 12.03.2024. Журнал «Полимерные материалы». Электронный ресурс: https://polymerbranch.com/articles/sostoyanie-rossijskoj-otrasli-pererabotki-plastmass;

2. Ахунбаев, А., Адахаев, А., Чуев, С., Игнатов, С., Прозорова, М., Печенская-Полищук, М., Лукин, Е., Ползиков, Д. «Нефтегазохимическая промышленность

Евразии: перспективы углубления переработки». Доклады и рабочие документы 24/4. Алматы: Евразийский банк развития. 2024. Электронная версия доклада: https://eabr.org/analytics/special-reports;

3. Н. А. Ситникова. «Рынок вторичных ПЭТ-хлопьев». Журнал «ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ». Октябрь 2023. Электронный ресурс: https://news.solidwaste.ru/wp-content/uploads/2023/11/208_Sitnikova.pdf;

4. А. И. Филатов. «Мировой рынок полимерных композиционных материалов: состояние, тенденции, перспективы. Часть 1». Журнал «Полимерные материалы» № 7 (314) 2025 г., с. 24-29. Электронный ресурс: https://polymerbranch.com/articles/mirovoj-rynok-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov-sostoyanie-tendentsii-perspektivy-chast-1;

5. А. И. Филатов. «Мировой рынок полимерных композиционных материалов: состояние, тенденции, перспективы. Часть 2». Журнал «Полимерные материалы». 23.07.2025. Электронный ресурс: https://polymerbranch.com/articles/mirovoj-rynok-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov-sostoyanie-tendentsii-perspektivy-chast-2;

6. А. И. Филатов. «Мировой рынок полимерных композиционных материалов: состояние, тенденции, перспективы. Часть 3». Журнал «Полимерные материалы». 19.08.2025. Электронный ресурс: https://polymerbranch.com/articles/mirovoj-rynok-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov-sostoyanie-tendentsii-perspektivy-chast-3/?utm_term=2024-06-13&utm_medium=mail&utm_source=unisender&utm_campaign=infoletter;

7. Л. Д. Огрель. «Сырьевое обеспечение сектора переработки полимеров: итоги трех лет санкционных ограничений». Журнал «Полимерные материалы» № 8 (315) 2025 г., с. 37-43. 04.08.2025. Электронный ресурс: https://polymerbranch.com/articles/syrevoe-obespechenie-sektora-pererabotki-polimerov-itogi-treh-let-sanktsionnyh-ogranichenij/

Основные результаты проекта «Пластик в странах ВЕКЦА»

«Пластик в странах ВЕЦА» (https://hej-support.org/plastic-eecca/ru/home-ru/) — уникальный проект, поскольку в рамках него впервые был проведен комплексный анализ производства, импорта, экспорта и утилизации пластика в пяти странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Все целевые страны использовали одинаковую методологию для выявления источников загрязнения пластиком, оценки осведомленности общественности о токсичных пластиковых добавках и их влиянии на здоровье, а также для оценки готовности и способности заинтересованных сторон перейти на альтернативы, не содержащие пластика.

Ключевой результат проекта заключается в устранении значительного разрыва в информации и партнерстве между заинтересованными сторонами путем объединения гражданского общества, ученых, бизнеса и политиков для решения проблемы загрязнения пластиком у ее истоков. Особое внимание в проекте уделяется токсичным добавкам в пластике, более безопасным альтернативам и праву общественности на информацию.

Повышение осведомленности и предоставление практических инструментов для сокращения использования пластика не только будет способствовать принятию мер на местном уровне, но и поможет странам региона Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии соблюдать глобальные стандарты в рамках Базельской конвенции и переговоров по Договору о пластике.

Важно увидеть, как страны, участвующие в этом проекте, будут продолжать укреплять региональное сотрудничество в целях сокращения зависимости от пластика, предоставлять населению научно обоснованную информацию о воздействии содержащихся в пластике химических веществ на здоровье и о наличии более безопасных альтернатив, а также поддерживать переход к циркулярной экономике, свободной от токсичных веществ.

Подробнее о количественных и качественных результатах проекта можно узнать здесь:

https://hej-support.org/plastic-eecca/ru/home-ru/

Переработка отходов не может решить проблему пластикового кризиса

Недавняя статья в журнале TIME «Переработка отходов не может решить проблему пластикового кризиса» (https://time.com/7337065/auto-draft-26-2/) подчеркивает суровую реальность: глобальные показатели переработки отходов остаются на тревожно низком уровне, и одна только переработка не может решить основную проблему пластика, наполненного сотнями потенциально вредных химических добавок.

Кроме того, переработка пластика принципиально отличается от переработки таких материалов, как стекло или алюминий, и является гораздо менее экологичной. Стекло и алюминий можно перерабатывать бесконечно, не теряя качества. Пластик — нет. Пластиковая бутылка, как правило, может быть переработана только 2–3 раза, прежде чем она будет «переработана» в такие изделия, как ковровое покрытие или полиэстеровые ткани — товары, которые не могут быть переработаны снова и почти всегда попадают на свалки или на мусоросжигательные заводы, выделяя загрязняющие вещества в воздух, почву и воду. Другими словами, переработка пластика не предотвращает образование отходов — она только откладывает его.

До тех пор, пока производители ставят удобство выше безопасности, а переработка остается «волшебным средством», поддерживая системы, которые способствуют загрязнению окружающей среды и воздействию химических веществ.

Эта идея находит сильный отклик в нашем проекте “Пластик в странах ВЕКЦА”, реализованном в Армении, Азербайджане, Грузии, Украине и Узбекистае. В ходе проекта удалось показать, что пластмассы и пластмассовые изделия часто содержат опасные химические вещества, такие как бисфенолы и бромированные антипирены. Переработка пластика приводит к тому, что эти вещества попадают в новые товары, произведенные с использованием переработанного сырья.

Важно понимать, что пластмассы — это не только загрязнители окружающей среды, но и материалы с высоким содержанием химических веществ, которые представляют прямую угрозу для здоровья человека.

Простой сбор и переработка пластика не устраняют химическую опасность: переработанная пластмасса может по-прежнему содержать токсичные добавки, что приводит к продолжению воздействия.

Необходимо коренным образом изменить подход к проектированию, регулированию и обращению с пластиком, уделяя приоритетное внимание нетоксичным материалам, прозрачности и отслеживанию информации о химическом составе пластиковых материалов и изделий, более безопасным альтернативам и устойчивым моделям производства и потребления.

Наш проект «Пластик в странах ВЕЦА» направлен на повышение осведомленности, продвижение более строгого регулирования и поддержку перехода к циркулярной экономике без токсичных веществ, а не к подходу «перерабатывать любой ценой».

Для сокращения загрязнения пластиком и защиты здоровья необходимо не только управление отходами, но и переосмысление пластмасс на уровне проектирования, производства и потребления.

Обзор результатов проекта представлен в данном материале: https://tinyurl.com/bdzjez3h

Строительство мусоросжигающих заводов в Республике Казахстан

Ежегодно в Казахстане производится около 5 миллионов тонн отходов. При этом доля переработки едва превышает 18 процентов. Все остальное отправляется на полигоны. По сути там, где свалки уже переполнены, мусор «наваливают» сверху. В стране предостаточно таких примеров. Скажем, жителям Усть-Каменогорска приходится фактически жить на городской свалке. За последние годы она настолько разрослась, что полигон потихоньку «подползает» к жилым домам. Но закрывать свалку никто не спешит, ведь мусор девать больше некуда.

По способам утилизации мусора захоронение находится в самом низу пирамиды этой иерархии. Как правило, чем ниже процент захоронения, тем более развиты в стране сортировка и переработка бытовых отходов.

Вообще само словосочетание «мусоросжигающий завод» звучит не очень экологично. Воображению обывателя рисуется предприятие с многочисленными трубами, едким дымом и неприятным запахом, отравляющим легкие. Те же ассоциации посетили и казахстанских экоактивистов, которые идею строительства энергетических комплексов в стране восприняли негативно[1].

[1] https://tinyurl.com/mwf5ntrk

12 апреля 2022 года в Алматы общественность организовала публичное обсуждение проекта по строительству мусоросжигательных заводов в Казахстане, создание которых было запланировано на 2022 год в Алматы, Нур-Султане, Актобе, Усть-Каменогорске, Шымкенте и в Караганде. Экоактивисты решили провести это мероприятие из-за низкой информированности населения о пилотном проекте и по причине того, что власти не слышат экологов и не включают в обсуждение жителей самих городов.

Экоактивисты назвали проект непродуманным, опасным и убыточным. По их словам, в Казахстане слабое экологическое регулирование. Сжигание — очень опасный процесс, и система управления отходами должна строиться на том, чтобы предотвратить сжигание и на полигонах, и на МСЗ и увеличить долю сбора и переработки. Система должна строиться на иерархии: прежде всего это предотвращение загрязнения, сбор, переработка всех вторичных ресурсов и уж только потом, если будут необходимые условия для мониторинга, условия по составу отходов, можно рассмотреть возможность сжигания, но опять-таки при очень жестком регулировании.

Как считают спикеры, были нарушены публичные интересы, а выбор населенных пунктов с общественностью не обсуждался. Экоактивисты, ссылаясь на опыт мусоросжигательных заводов других стран, сказали, что в атмосферу от сжигания выбрасываются диоксины и фураны, диоксид углерода, оксиды азота, хлороводород, соединения тяжелых металлов.

По словам экоактивистов, мировой опыт показывает, что 80 процентов мусора можно перерабатывать. Часть отходов, в том числе и пищевых, нельзя сжигать. Экоактивисты призвали власти заняться переработкой, а не сжиганием. По мнению экспертов, сжигающие различный мусор предприятия будут наносить колоссальный урон окружающей среде. Проекты по строительству МСЗ, по мнению международного эксперта по вопросам экологического права Вадима Ни, проходят непрозрачно и с «элементами коррупции». По его словам, строить эти заводы без проведения общественных слушаний нельзя. Спикеры выразили опасение, что продвигаемые проекты приведут к протестам. Активисты усматривают за предложениями правительства интересы частных групп и компаний.

Очень часто мусоросжигающие заводы пытаются представить как мусороперерабатывающие, прикрываясь переработкой мусора в тепло. Инициаторы считают, что мусор можно утилизировать, сжигая в печах цементных заводов вместо топлива, что позволит снизить расходы на растопку печей. Общественности говорят, что такой метод – распространенная мировая практика. Температура в цементной печи, в зоне спекания, доходит до 2000 градусов по Цельсию, поэтому мусор сгорает без остатка – органика полностью разрушается, а

неорганические соединения становятся частью клинкера (полуфабрикат для изготовления цемента). Температурный режим имеет решающее значение и для экологии. На традиционных мусоросжигательных заводах температура в среднем доходит до 800-900 градусов, поэтому после сжигания остается 20-30% золы, которую требуется обязательно захоранивать далее. При температуре более 1500 градусов мусор полностью уничтожается. Также использование ТБО в виде топлива дает возможность снизить долю угля, что в свою очередь приведет к снижению выбросов CO_2.

Сомнительность данного утверждения заключается в том, что цементные печи предназначены для производства цемента. Для сжигания мусора необходимо достраивать целое производство, начиная от загрузки, сортировки, утилизации газов в восходящем потоке. Это если еще не учитывать образование вторичных диоксинов и фуранов при понижении температуры восходящих газов. Расчеты реагентов осложнены из за неоднородности и не предсказуемости морфологии мусора.

Решением экологической и энергетической проблемы часто называют замену ископаемых энергоносителей на альтернативное топливо из отходов, например RDF (теплотворная способность составляет 20000 ± 2000 кДж/кг.), SRF (Solid Recovered Fuel) или TDF (Tired Derived Fuel)[2], что тоже само по себе выглядит сомнительным из за сложного состава отходов и опасных химических веществ, входящих в первоначальный состав некоторых отходов.

На публичное обсуждение были приглашены и представители министерства экологии, но никто из них не пожелал выступить, хотя и пообещали, что мнения будут выслушаны.

Участники обсуждения высказались о необходимости создать межправительственную комиссию и направить обращение в Генеральную прокуратуру, чтобы та рассмотрела непрозрачность этой схемы. Также они подготовили резолюцию с рядом требований: запретить строительство и эксплуатацию МСЗ, вывести «сжигание отходов» из зеленых технологий и прочее. Ранее активисты запускали петицию с подобными требованиями.

Ранее в ответе на запрос в министерство экологии была предоставлена информация о подготовленных проектах. Так, из 94 проектов 28 составляют проекты по приобретению 223 единиц спецтехники и 2050 контейнеров, 21 проект по строительству (19) и модернизации (2) сортировочных линий мощностью более 3 млн. тонн в год, 45 проектов по строительству (37) и модернизации (8) заводов по переработке мощностью более 1,2 млн. тонн в год.

---

[2] https://tinyurl.com/mrxu2rcp

В целом 94 проекта охватывают все 17 областей, 3 города республиканского значения. Необходимо отметить, что в рамках механизма льготного финансирования все проекты инициируются действующими предприятиями и новыми местными инвесторами», – сообщили в минэкологии. В ведомстве также подчеркнули, что согласно законодательству, проекты, предусматривающие строительно-монтажные работы подлежат общественным слушаниям, которые должны организовать местные исполнительные органы.

В минэкологии добавили, что реализация проектов механизма льготного финансирования предусматривается на 3 года, таким образом, реализацию проектов планируется завершить до конца 2026 года.

Одна из первостепенных задач устойчивого развития любого государства — рациональное использование природных ресурсов. Не в последнюю очередь это касается создания эффективных систем управления бытовыми отходами. Концепция комплексного управления отходами базируется на том, что последние состоят из различных компонентов, которые не должны смешиваться и, соответственно, уничтожаются отдельно друг от друга наиболее экологичными и экономичными способами.

Оглядываясь на мировой опыт, можно утверждать, что инсинерация (прямое сжигание отходов) метод неприемлемый, как с экологической точки зрения, так и с экономической точки зрения – теряется энергетический потенциал отходов. Использование распространенного в СНГ способа утилизации отходов – захоронение на полигонах – также нерационально (под почвой отходы не получают кислород, поэтому они разлагаются, выделяя биогаз. В самых глубинных частях образовывается «фильтрат» – это жидкость с концентрированной токсичностью).

При сжигании отходов приходится иметь дело не только с оставшейся золой, но и с выхлопными газами. Они могут быть токсичными, пыльными, это нельзя просто выбрасывать в окружающую среду. Необходимо устанавливать дорогостоящие фильтры и проводить химическую обработку под наблюдением квалифицированных специалистов. Все это требует дополнительных затрат, помимо строительства самого предприятия. Для сжигания отходов необходимо дополнительное топливо, а то, что остается после сжигания отходов, все еще является опасными материалами и должно храниться в безопасном месте.

На первый взгляд, процесс преобразования мусора в полезную энергию довольно прост. Мусоровозы привозят отходы на завод, где их взвешивают, сортируют и извлекают предметы, представляющие потенциальную опасность.

Далее отходы подлежат измельчению и сжигаются на специальных решетках. Температура, при которой сжигают отходы, достигает 1000 градусов. Любые органические соединения при такой температуре непременно разрушаются.

Газы, выделяемые при сжигании, обезвреживаются с помощью многоступенчатой системы фильтрации. Оставшиеся после утилизации шлак и металлы отправляются соответственно на строительные и металлургические предприятия в качестве вторсырья.

Система фильтров позволяет задерживать вредные для здоровья человека вещества, и из труб завода выходят по большей части углекислый газ, азот и водяной пар. Вот так теоретически должен работать завод, сжигающий коммунальные и производственные отходы. Однако далеко не всегда реальность такова.

Зачастую красивая идея превращения ТБО в полезную энергию на деле вытекает в банальное незаконное сжигание мусора фактически под окнами у мирных жителей. Происходит это, как правило, ночью, когда граждане спят и не видят клубов черного дыма, валящего из труб мусоросжигающего завода. Нужно понимать, что затраты на очищение и техническое обслуживание систем фильтрации должны составлять не менее 2/3 всех расходов предприятия по сжиганию мусора, но иногда компании, занятые переработкой, предпочитают «сэкономить».

Но выбросы вредного дыма в атмосферу — это не единственная проблема мусоросжигающих заводов, чья работа организуется недобросовестными руководителями. Случается и так, что отходы, оставшиеся после утилизации мусора, не отправляются на предприятия для дальнейшего применения в строительстве, а попросту сваливаются где-нибудь в тихом уголке подальше от города.

Именно так поступило руководство одного из московских мусоросжигающих заводов, наладив вывоз шлака за город, в пойму реки под названием Пехорка. Это далеко не первый и не единственный случай столь вопиющего нарушения норм безопасности.

Что касается казахстанского проекта, то критики считают, что фокус на сжигании мусора не соответствует экологической повестке страны в целом, так как отодвигает на второй план введение повсеместной сортировки отходов и извлечение из них максимума полезных ресурсов создавать дополнительных затрат и увеличения стоимости[3].

[3] https://mk-kz.kz/social/2021/06/09/v-kazakhstane-postroyat-shest-musoroszhigayushhikh-zavodov.html

Управление и минимизация пластиковых отходов в Иссык-Кульской области

Предлагаем вашему вниманию короткий фильм об опасности сжигания отходов, подготовленный в рамках проекта **"Управление и минимизация пластиковых отходов в Иссык-Кульской области"** : https://video.wixstatic.com/video/d408fe_4a5c026676864b47955cc73cd5d33da4/1080p/mp4/file.mp4

Фильм снят общественной организацией Кыргызстана PF «Door». Автор и руководитель проекта - Вячеслав Гончаров.

Задача проекта - содействовать созданию условий для внедрения устойчивой и экономически доступной системы управления и минимизации пластиковых отходов в Иссык-Кульской области путем повышения осведомленности и укрепления потенциала местных органов власти, а также распространения успешных местных практик.

Иссык-Кульская область, имеющая статус биосферного заповедника, была объявлена зоной, свободной от пластика. Однако на практике этот статус не подкрепляется единой и эффективной системой управления отходами, что приводит к широкомасштабному загрязнению уникальной экосистемы озера Иссык-Куль. Наиболее опасной и распространенной практикой в отопительный сезон является сжигание пластика местными жителями, в результате чего в атмосферу попадают высокотоксичные вещества (диоксины, фураны), нанося непоправимый вред здоровью человека и окружающей среде.

Этот проект направлен на устранение разрыва между официальным статусом территории и реальной ситуацией путем объединения исследовательской деятельности, коммуникации, повышения осведомленности на уровне местного самоуправления и широкого распространения проверенных решений.

Микропластик: невидимое загрязнение, определяющее наше будущее

Микропластик: новая экологическая реальность

К началу XXI века человечество было вынуждено столкнуться с тревожной правдой: мы загрязнили планету огромным невидимым слоем синтетических частиц, происходящих из одного из наших самых прославленных изобретений — пластика. Хотя пластик обеспечил значительный технологический и экономический прогресс, он также разложился на микропластик и нанопластик, которые теперь проникли во все уголки экосистем Земли и человеческого организма.

То, что началось как научное любопытство, стало проблемой общественного здравоохранения во всем мире. Микропластик больше не ограничивается океанами — он присутствует в нашей питьевой воде, почве, пище, домах и даже в нашей крови и плаценте. В то время как правительства ведут переговоры по Глобальному договору о пластике, научные данные о микропластике дают четкий сигнал: риски растут, и профилактика должна иметь приоритет.

Растущий масштаб проблемы: Производство пластика опережает контроль

С момента изобретения современных полимеров в 1856 году производство пластмасс резко возросло, достигнув почти **400 миллионов тонн в год**, и, по прогнозам, **к 2040 году** оно вырастет до **736 миллионов тонн** (ОЭСР). В производстве пластмасс используется более **16 000 химических** веществ, в том числе более **четверти из них вызывают озабоченность**, так как представляют собой вещества, нарушающие работу эндокринной системы, канцерогены, репродуктивные токсины и стойкие загрязнители.

При разложении пластмассы не исчезают. Вместо этого они образуют **микропластик** (<5 мм) и **нанопластик** (<1 мкм), которые сохраняют токсичные химические добавки и поглощают загрязняющие вещества из окружающей среды.

КАК ОБРАЗУЕТСЯ МИКРОПЛАСТИК

Первичный микропластик

- Гранулы, используемые в производстве (нурдлы)
- Микрогранулы в косметике (в настоящее время запрещены во многих странах)
- Абразивы, используемые в промышленной очистке

Вторичный микропластик

Образуется в результате фрагментации:

- Упаковки
- Бутылок и контейнеров
- Синтетических текстильных изделий
- Шин и дорожной краски
- Строительных материалов
- Морского и речного пластикового мусора

Фрагментация происходит под воздействием ультрафиолетового излучения, механического истирания, окисления и воздействия окружающей среды. Нанопластик, вызывающий еще большую озабоченность из-за своей способности проникать через биологические барьеры, образуется в основном в результате плохо изученных процессов разложения.

Пути воздействия на человека

1. Вдыхание

- Микропластик в воздухе происходит из:
- Синтетических текстильных волокон

- Частиц износа шин
- Пыли в помещениях (ковры, мебель, краски)
- Строительных материалов

Концентрация микропластика в воздухе внутри помещений часто **выше,** чем на улице. Вдыхаемые частицы могут проникать глубоко в легочную ткань.

2. Проглатывание

- Микропластик был обнаружен в:
- Воде из-под крана и бутилированной воде
- Морепродуктах и соли
- Фруктах и овощах
- Чае, заваренном в пластиковых пакетиках
- Продуктах, загрязненных пластиковой упаковкой

3. Возможное воздействие на кожу

Нанопластик может проникать через кожу или попадать в организм через раны, хотя исследования в этой области еще продолжаются.

Микропластик в организме человека

Недавние исследования обнаружили микропластик в:

- **Крови** (Leslie et al., 2022)
- **Плаценте** (Ragusa et al., 2021)
- **Легких** (Jenner et al., 2022)
- **Грудном молоке, кале и тканях яичников** (различные исследования 2021–2023)

Их способность проникать через эпителиальные барьеры вызывает опасения по поводу системного распространения и хронического воспаления, нарушения иммунной регуляции, эндокринных нарушений и окислительного стресса.

Сточные воды, сельское хозяйство и ил: скрытый цикл загрязнения

Очистные сооружения сточных вод (ОСВ) являются одним из наиболее изученных путей проникновения микропластика. Исследования стран ЕС и ВЕКЦА показывают:

- Обычные очистные сооружения удаляют **80–95 %** микропластика.

- Усовершенствованные системы удаляют **95–99** %.

Однако из-за огромных объемов сточные воды остаются **основными точечными источниками** попадания микропластика в реки и океаны.

Еще большую проблему представляют осадки сточных вод: они накапливают **высокие концентрации** микропластика.

Во многих странах осадки сточных вод используются в качестве удобрения, в результате чего микропластик попадает в сельскохозяйственные почвы.

Международных стандартов по загрязнению микропластиком осадка, почв или удобрений **не** существует.

Осадки могут представлять собой один из **крупнейших и наименее регулируемых путей** попадания микропластика в пищевые системы.

Микроволокна: текстильная сфера

Синтетическая одежда при стирке теряет микроволокна. Одна загрузка стиральной машины может выпустить в сточные воды **от сотен тысяч до миллионов** микроволокон.

Эти волокна:

- Обходят системы фильтрации
- Накапливаются в речных отложениях и почвах
- Попадают в организм рыб, птиц, домашнего скота и, в конечном итоге, человека
- Микроволокна в настоящее время являются **наиболее распространенной формой микропластика в окружающей среде**.

Глобальные меры – проблемы и прогресс

Что делается:

- Инициативы ООН в отношении пластмасс и микропластика
- Национальные запреты на микрогранулы
- Исследования в области фильтров для улавливания волокон и передовых технологий очистки сточных вод
- Растущее давление на промышленность с целью перепроектирования текстиля и упаковки
- Мониторинг микропластика с помощью микроскопии

Остаются серьезные пробелы:

- Отсутствие согласованной глобальной методологии мониторинга

- Отсутствие нормативных ограничений на содержание микропластика в воде, почве, продуктах питания или осадках
- Отсутствие международных ограничений на химические добавки в пластике
- Продолжающийся рост мирового производства пластика, перегружающий системы утилизации отходов

Вывод очевиден: технологические решения на низовом уровне не могут компенсировать перепроизводство на верхнем уровне.

Центральная проблема - профилактика

В конечном итоге, наиболее эффективным действием является **предотвращение попадания микропластика в окружающую среду**.

Это означает:

- **Сокращение общего объема производства пластика**, особенно одноразового пластика и синтетического текстиля, склонного к распаду
- **Постепенный отказ от опасных добавок**
- **Улучшение дизайна пластиковых изделий** с целью минимизации фрагментации
- **Разработка цифровых систем информации о продукции** для обеспечения прозрачности химического состава
- **Регулирование износа шин, износа текстиля и потери пластиковых гранул при производстве и транспортировке**
- **Ограничение использования донных отложений в сельском хозяйстве**
- **Обязательное использование фильтров в стиральных машинах**
- **Инвестирование в системы кругового оборота и нулевого образования отходов**

Превентивные меры также являются единственным подходом, который соответствует требованиям по смягчению последствий изменения климата и защите здоровья населения.

Заключение

Загрязнение микропластиком - стойкое, повсеместное и усугубляющееся явление. Однако оно не является неизбежным.

Научные данные становятся все более очевидными, политическая динамика набирает обороты, а сообщества требуют перемен. Для защиты здоровья человека и экосистем необходимо сосредоточить усилия на основных вопросах — на химических веществах, проектировании изделий, производстве, прозрачности и

системных изменениях, направленных, в частности, на отказ от одноразового пластика.

Только благодаря профилактике, инновациям и эффективному управлению мы сможем предотвратить превращение микропластика в определяющий загрязнитель нашего века.

Использованная литература

1. ОЭСР (2022). *Глобальный прогноз по пластику: политические сценарии до 2060 года*.
https://www.oecd.org/environment/waste/global-plastics-outlook-policy-scenarios-to-2060.htm
https://www.oecd.org/publications/global-plastics-outlook-policy-scenarios-to-2060-b928fd71-en.htm
2. Zimmermann, L. et al. (2020). *Говорим ли мы на одном языке? Рекомендации по определению и классификации пластикового мусора.* Экологическая наука и технология.
https://doi.org/10.1021/acs.est.0c01409
https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c01409
3. ВОЗ (2022). *Микропластик в питьевой воде — обновленный технический отчет.*
(Второе обновление обзора ВОЗ 2019 г.)
Страница публикации ВОЗ: https://www.who.int/publications/i/item/9789240054608
https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/356873/9789240054608-eng.pdf
4. Ragusa, A. et al. (2021). *Пластик в плаценте человека.* Environment International.
https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020322297
5. Leslie, H. et al. (2022). *Обнаружение и количественная оценка пластиковых частиц в крови человека*
https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022001258
6. Jenner, L. et al. (2022). *Обнаружение микропластика в ткани легких человека.* Журнал «Опасные материалы». https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128066
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389422003830
7. Prata, J. (2020). *Микропластик в воздухе: последствия для здоровья человека?* Загрязнение окружающей среды. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113484
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749119354780

Влияние пластика на здоровье человека

1. Пластик как химический материал

Пластик представляет собой сложную смесь, состоящую из полимерных основ и многочисленных добавок. К ним относятся пластификаторы, антипирены, стабилизаторы, красители, биоциды, технологические добавки и непреднамеренно добавленные вещества, такие как примеси и побочные продукты. Многие добавки являются биологически активными и могут мигрировать из пластмассы в пищу, воду, пыль, воздух или непосредственно в организм человека.[4]

2. Глобальный рост производства пластика и отходов

Глобальное производство пластика выросло с 2 миллионов тонн (1950 г.) до 475 миллионов тонн (2022 г.) и, по прогнозам, к 2060 г. превысит 1,2 миллиарда тонн.[5] Менее 10 % пластиковых отходов перерабатывается. По оценкам, 8 миллиардов тонн пластиковых отходов в настоящее время загрязняют планету, причем до 12 миллионов тонн попадают в океаны каждый год.

Этот рост усиливает:

- Воздействие на климат из-за производства пластика на основе ископаемого топлива

[4] *Symeonides et al., 2024; Wiesinger et al., 2021*
[5] (Landrigan et al., 2025)

- Стойкость в окружающей среде, приводящую к образованию микро- и нанопластика.[6]

3. Воздействие на человека химических веществ, связанных с пластиком

Загрязнение пластиком представляет собой не только экологическую, но и глобальную медико-биологическую проблему. Основной риск для здоровья человека связан не с полимерной матрицей, а с миграцией низкомолекулярных химических добавок и продуктов деградации в процессе ежедневного бытового контакта человека (вдыхание, проглатывание, накожное применение и т.д.) с пластиковыми материалами, такими как антипирены (PBDE, полибромированные дифенилэфиры, ПБДЭ), бисфенол А (BPA, БФА), фталатные пластификаторы (например, DEHP, ДЭГФ), перфторированные соединения (ПФАС). Все перечисленные группы химикатов относят к “химическим веществам, нарушающим работу эндокринной системы” (ХВНРЭС) - endocrine disrupting chemicals. ХВНРЭС - по определению Американского общества эндокринологов, это “экзогенные [не природные] химические вещества (или смесь химических веществ), которые влияют на любой аспект действия гормонов”[7]. Они могут оказывать воздействие даже в очень низких дозах.

Подчеркнем еще раз, что основную угрозу представляют не сами полимеры, а химические добавки и продукты разложения, которые мигрируют при повседневном использовании. К ним относятся:

Химические вещества, нарушающие работу эндокринной системы (ХВНРЭС): фталаты, бисфенол А (БФА), полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ)

ПФАС: используются для обеспечения водонепроницаемости, жиронепроницаемости и устойчивости к пятнам

Стирол, винилхлорид и другие мономеры; примеси и побочные продукты

Пути воздействия:

- Проглатывание (пища, вода, пыль)
- Вдыхание частиц, находящихся в воздухе
- Контакт с кожей
- Передача через плаценту и грудное молоко.

---

[6] *Landrigan et al., 2025*
[7] Gore et al., 2015; Zoeller et al., 2012)

4. Опасные и относительно безопасные виды пластика

Из многообразия видов пластика условно можно выделить относительно опасные и безопасные.

К условно безопасным типам пластика относятся #2 HDPE (ПНД), полиэтилен высокой плотности; #4 LDPE (ПВД), полиэтилен низкой плотности и #5 PP (ПП), полипропилен. К опасным типам пластика относится #3 PVC (ПВХ), поливинилхлорид, так как содержит токсичные добавки (фталаты как пластификаторы), выделяющиеся в течение всего срока службы. Более того, при сжигании ПВХ могут образовываться диоксины.

Опасность другого пластика #6 PS (ПС), полистирола объясняется выделением при нагревании стирола, химиката с канцерогенными свойствами.

Смесь пластиков, которые маркируются как #7 OTHER (ПРОЧЕЕ), включают поликарбонат, который (в зависимости от производителя) может содержать бисфенол-А.

Опасные пластики

- ПВХ (#3) – содержит фталаты; при сжигании выделяет диоксины
- PS (#6) – выделяет стирол (вероятный канцероген)
- № 7 «Прочие» – может содержать БФА (например, поликарбонат)

Относительно безопасные материалы (Безопасность является относительной: даже эти пластики могут содержать и выделять токсичные добавки под воздействием тепла, ультрафиолета и истирания).

- HDPE (#2)
- LDPE (#4)
- PP (#5)

5. Критические периоды уязвимости

Концепция “чувствительных (критических) окон (периодов) развития организма” (“критическое окно восприимчивости”) и “критических периодов воздействия (экспозиции)” является одной из основополагающих для оценки эффектов на здоровье вследствие влияния ХВНРЭС, так как ХВНРЭС особенно опасны во время чувствительных периодов развития организма. В целом, такие периоды характеризуются различной (повышенной) секрецией гормонов, различным (повышенным) содержанием гормонов в крови и различной (повышенной) чувствительности рецепторов к гормонам (повышение экспрессии генов, кодирующих гормональные рецепторы). Можно сказать, что период воздействия определяет эффект воздействия ХВНРЭС. Воздействие в более чувствительные

периоды развития организма, когда гормональная система более чувствительна, предрасполагает к более выраженному патологическому эффекту (Сергеев & Сперанская, 2020)

Наиболее уязвимыми к воздействию пластико-ассоциированных химических веществ являются пренатальный период, неонатальный (первый месяц жизни), период младенчества (первый год жизни), включая период грудного вскармливания, детство (до пубертата), перипубертатный период (1-2 года до начала полового развития и сам пубертат) и период до зачатия (Сергеев & Сперанская, 2020).

В течение пренатального период ХВНРЭС, преодолевающие плацентарный барьер, могут нарушать процессы роста и органогенеза. Это подтверждается взаимосвязями экспозиции с уменьшением веса и длины тела при рождении, сокращением аногенитального расстояния (показателя гормонального воздействия) и спонтанной потерей беременности. Раннее детство также является периодом высокого риска из-за продолжающегося развития мозга, нервной и репродуктивной систем, а также более высокого уровня воздействия в пересчете на массу тела. Доказательства включают нарушения когнитивного развития, психомоторики, повышенный риск астмы и изменения в метаболизме, ведущие к ожирению. Пубертатный период, характеризующийся выраженной гормональной перестройкой, представляет собой еще одну уязвимую фазу, о чем свидетельствуют данные о влиянии экспозиции на время наступления полового созревания .

Таким образом, время воздействия имеет решающее значение. Химические вещества, нарушающие работу эндокринной системы, наиболее вредны в периоды быстрого гормонального и физиологического развития, в том числе:

- Пренатальный период (в утробе матери)
- Неонатальный период и младенчество
- Детский возраст
- Период полового созревания
- Период до зачатия
- Влияние, зафиксированное на этих этапах, включает:
- Снижение веса и роста при рождении
- Изменение аногенитального расстояния (AGD)
- Выкидыши и влияние на фертильность
- Когнитивные и поведенческие расстройства

- Астма, метаболические нарушения, ожирение. [8]

6. Влияние химических веществ, связанных с пластиком, на здоровье

Данные, синтезированные из 52 систематических обзоров и мета-анализов, позволяют выявить убедительные ассоциации между воздействием основных классов химических веществ и широким спектром патологий.[9]

Бисфенол А (BPA) и эндокринно-метаболические нарушения, включая сахарный диабет 2 типа (СД2) у взрослых, инсулинорезистентность у детей и взрослых, синдром поликистозных яичников (СПКЯ), ожирение и артериальную гипертензию. Кроме того, установлена связь с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) и уменьшением ано-клиторального расстояния у младенцев женского пола.

Фталаты (единственная группа пластификаторов, оцененная в мета-анализах) и репродуктивные нарушения: спонтанные потери беременности, уменьшение ано-генитального расстояния у мальчиков, ухудшение качества эякулята (концентрация, морфология, подвижность сперматозоидов), эндометриоз и преждевременное половое созревание у девочек. Также выявлены связи со снижением веса при рождении, инсулинорезистентностью, СД2 у взрослых, нарушениями нейроразвития (снижение когнитивных функций и IQ, ухудшение мелкой моторики), повышением артериального давления у детей и астмой у детей и взрослых.

Антипирены (ПБДЭ) и снижение веса при рождении. ПБДЭ неблагоприятно влияют на нервную систему, вызывая нарушения когнитивного развития, снижение IQ у детей и изменение функции щитовидной железы.

Перфторированные и полифторалкильные соединения (ПФАС) и изменение функции щитовидной железы, повышение индекса массы тела у детей. Также выявлены взаимосвязи с синдромом дефицита внимания и гиперактивности у девочек и аллергическим ринитом.

Вкратце отметим следующее:

Бисфенол А (БФА) связан с:

- Диабетом 2 типа, инсулинорезистентностью
- Гипертонией, ожирением
- Сердечно-сосудистыми заболеваниями

---

[8] *Сергеев и Сперанская, 2020*
[9] Symeonides et al., 2024

- Снижением AGD у девочек-младенцев

Фталаты связаны с:

- Снижением качества спермы и изменением морфологии
- Снижением AGD у мальчиков
- Эндометриозом
- Самопроизвольными выкидышами
- Низким весом при рождении
- Нарушением нервно-психического развития, снижением IQ
- Ранним половым созреванием у девочек
- Детской астмой, повышенным кровяным давлением

Антипирены (ПБДЭ) связаны такими проблемами, как

- Когнитивные нарушения, снижение IQ
- Нарушение функции щитовидной железы
- Снижение веса при рождении

ПФАС оказывают влияние на

- щитовидную железу
- Повышенный индекс массы тела (ИМТ) у детей
- Дефицит внимания у девочек
- Аллергический ринит. [10]

7. Микропластик и нанопластик (МНП)

МНП в настоящее время обнаруживаются в:

- Крови
- Плаценте
- Легких
- Тканях сердца и печени
- Сперме и фолликулярной жидкости

Они могут проникать через биологические барьеры и вызывать:

- Воспаление и окислительный стресс
- Дисфункцию митохондрий

---

[10] *Обзор 52 систематических обзоров и метаанализов – Symeonides et al., 2024*

- Повреждение ДНК

Появляются новые данные, связывающие воздействие МНП с заболеваниями дыхательной, сердечно-сосудистой и желудочно-кишечной систем, а также с некоторыми видами рака.[11]

8. Общий вывод

Пластмассы влияют на здоровье человека на всех этапах своего жизненного цикла, от производства до утилизации. Воздействие химических веществ, содержащихся в пластике, особенно в критические периоды развития (окна уязвимости), связано с неблагоприятными последствиями для здоровья человека в широком спектре, и каждая группа химических веществ, содержащихся в пластике, связана как минимум с одним неблагоприятным последствием для здоровья человека на протяжении всей жизни, от внутриутробного развития до зрелого возраста.

Микропластик и нанопластик представляют собой быстро развивающуюся область, вызывающую обеспокоенность.

Комиссия Minderoo-Monaco и Lancet Countdown подчеркивают, что пластмассы представляют собой глобальную проблему для общественного здравоохранения, требующую системных политических мер в области производства, проектирования, регулирования и управления отходами.[12]

Литература

Symeonides et al., 2024 «Обзор метаанализов, оценивающих связь между здоровьем человека и воздействием основных классов химических веществ, связанных с пластиком».
https://doi.org/10.5334/aogh.4459
Wiesinger, Wang & Hellweg, 2021
«Углубленное исследование пластиковых мономеров, добавок и технологических добавок».
https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00976
Лэндриган и др., 2025
The Lancet Countdown on Health and Plastics.
https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01447-3
Лэндриган и др., 2023
Комиссия Minderoo-Monaco по пластику и здоровью человека.
https://doi.org/10.5334/aogh.4056

[11] *Symeonides et al., 2024*

[12] *Landrigan et al., 2023; 2025*

Gore et al., 2015
«EDC-2: Второе научное заявление Эндокринного общества о химических веществах, вызывающих эндокринные нарушения».
https://doi.org/10.1210/er.2015-1010
Zoeller et al., 2012
«Химические вещества, вызывающие эндокринные нарушения, и защита здоровья населения».
https://doi.org/10.1210/en.2012-1422
Сергеев и Сперанская, 2020
Проблема воздействия веществ, нарушающих работу эндокринной системы, во время пандемии COVID-19.
https://www.stoptoxicsineecca.com/home
Олег Сергеев
Химические вещества, нарушающие работу эндокринной системы: воздействие на женский организм
https://ipen.teachable.com/p/women-and-chemicals-07-ru

Редакционная коллегия

- Ольга Сперанская, со-директор HEJSupport и старший советник IPEN и “Эко-Согласия”
- Олег Печенюк, директор НПО «Независимая экологическая экспертиза»
- Дмитрий Левашов, руководитель НПО «ЭКОСПЭС»
- Оксана Цитцер, эксперт НПО «Эко-Согласие»
- Олег Сергеев, врач-эндокринолог
- Вячеслав Гончаров, руководитель общественной организации Кыргызстана PF «Door»

В следующих выпусках регионального бюллетеня мы продолжим публиковать материалы, подготовленные общественными организациями региона ВЕКЦА.

Мы надеемся на вашу поддержку по распространению бюллетеня и ждем от вас новые материалы для их включения в последующие выпуски.

Напоминаем, что региональные бюллетени размещены на сайтах:

https://www.stoptoxicsineecca.com

https://hej-support.org/eecca-start/

https://ipen.org/about/regional-hubs

****