

Переработка ВТОРИЧНА

По крайней мере
несколько лет отделяют
Россию от массовой
переработки
полимерных отходов

Екатерина Николаева



На земле производится примерно 150 видов пластика (30 % от этого числа представляют из себя смеси различных полимеров).

Несомненным плюсом полимеров, когда речь идет о качестве изделий, является то, что пластики в основном не разлагаются (не подвергаются гниению, практически не вступают в различные реакции, влаго- и газонепроницаемы), то есть по существу являются вечными. Но очевидно, что, когда мы говорим о полимерном мусоре, все эти качества превращаются в недостатки. К началу нового века выпуск синтетических пластмасс в мире достиг 130 млн. тонн в год. Годовой прирост потребления составляет около 10 %, пропорционально увеличивается объем полимерного мусора.

Лидером мусорных отвалов является упаковка: от общего числа выпускаемых полимеров на производство упаковки приходится 41 %. Далее, половина всех упаковочных материалов — пищевая упаковка.

Победно шествуя по рынку потреб-

ления, полимерная пищевая упаковка вытесняет стеклянную, картонную и бумажную: из них первая может использоваться многократно, вторая и третья разложимы, хотя их выпуск связан с вырубкой лесов.

Эстетичная и дешевая, полимерная упаковка стала представлять серьезную экологическую угрозу.

Три источника, три составных части

Полимерный мусор (как и другие виды отходов) традиционно подразделяется на промышленный и бытовой. Иногда в отдельную категорию выделяют медицинские отходы — использованные шприцы, капельницы, подгузники, одноразовые клеенки и т. д. (Не так давно на рассмотрение парламента депутатом Госдумы Михаилом Рокицким был внесен проект закона о медицинских отходах.)

По классификации видов отходов, представленной в приказе № 527 от 27 ноября 1997 года «О федеральном

классификационном каталоге отходов» Госкомитета по охране окружающей среды, зарегистрированном в Минюсте РФ 29 декабря 1997 года под № 1445, отходы подразделяются на:

1. Отходы органические природного происхождения (животного и растительного).

2. Отходы минерального происхождения.

3. Отходы химического производства, в том числе:

- отходы полимерных материалов и резины;
- затвердевшие отходы пластмасс;
- отходы незатвердевших пластмасс, формовочных масс и компонентов;
- шламы и эмульсии полимерных материалов.

4. Отходы коммунальные (включая бытовые отходы), в том числе:

- твердые бытовые отходы;
- отходы из жилищ;
- мусор уличный;
- медицинские отходы (больниц и лечебно-оздоровительных учреждений);
- медицинские отходы.

Полимерные отходы могут появляться в двух последних группах.

А вот отдельная классификация твердых отходов:

1. Твердые отходы производства.
2. Твердые отходы потребления:
 - 1) отходы промышленности;
 - 2) отходы бытовые:
 - а) мусор;
 - б) отбросы.

К промышленным отходам потребления относятся машины, станки и другое устаревшее оборудование предприятий (нас интересуют полимерные части этого оборудования). К бытовым отходам кроме картона, бумаги, разнообразной тары, в том числе пластиковой, относятся выброшенные старые и поломанные предметы, включающие пластиковые корпуса.

Муниципальные отходы

На жителя мегаполиса приходится 250–300 кг твердых отходов в год, этот источник принято называть муниципальным. Ежегодное увеличение объема твердых бытовых отходов в этом секторе составляет 5 %. Муниципальные отходы в России составляют 4 % от всего объема твердых отходов, в том числе сельскохозяйственных и промышленных. Из этого числа 7 % приходится на полимерные изделия различного назначения (для сравнения, в промышленно развитых странах полимерные отходы составляют 18–30 % от общего объема муниципальных отходов). По различным данным, в России сегодня на мусорных отвалах находится от 50 до 60 мегатонн твердых отходов, и территории, занятые официальными и неофициальными мусорными отвалами, постоянно увеличиваются. Нетрудно посчитать, что на отечественных свалках уже находится от 3,5 до 4,2 мегатонн полимерного сырья.

В России от общего числа твердых отходов, к которым относятся и пластики, 90 % находятся на свалках, каждая из которых размещается на площади 6–50 га. Общая площадь территории, занятой «официальными» свалками, — свыше 20 тыс. га.

Практически все полимерные отходы можно перерабатывать. Так появляются

Законы

Общий федеральный закон о промышленных и бытовых отходах, носящий название «Об отходах производства и потребления», был принят Государственной думой в 1998 году. Закон «определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую природную среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья». Помимо названного документа, вопросы сбора и утилизации различных видов отходов определяют федеральный закон «Об охране окружающей среды», постановление правительства РФ от 1 июля 1996 г. N 766 «О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных отходов», Федеральный классификационный каталог отходов, Федеральная целевая программа «Отходы» и ряд других законов, актов и постановлений.

понятия «вторичное полимерное сырье» и «рециклинг». Вторичной переработке подлежат полимеры, а также композитные материалы и изделия из них.

Однако есть исключения. Не могут подвергаться рециклингу и должны уничтожаться полимеры, окончательно утратившие «производительные» свойства или такие, которые представляется невозможным отделить друг от друга или от компонентов другого состава.

Способов активной борьбы с полимерным мусором несколько, а в России самым популярным является уничтожение.

Сжигание. Этот способ, освобождающий жизненное пространство и одновременно позволяющий получать энергию, демонстрирует массу недостатков. Среди продуктов переработки имеются канцерогенные вещества — например, соли тяжелых металлов, попадающие в почву и воду, и ядовитые газы, поступающие в атмосферу; по пищевой цепи эти яды неизбежно поступают к животным и человеку.

Отходы из ПВХ нельзя уничтожать в обычных мусоросжигательных печах — в процессе горения выделяются диоксины. Для определения допустимой нормы диоксинов (очень малой — 10^{-12} – 10^{-14} мг/м³) необходимо дорогое сложное оборудование, в частности, масс-спектрометр с электронным захватом, и надо ли говорить, что далеко не все наши мусороперерабатывающие заводы таким оборудованием обладают.

Кроме того, сжигание не является экономически целесообразным:

- сжигание предполагает предварительную сортировку мусора,
- уничтожается ценное сырье,
- стоимость качественных фильтров и иных эффективных систем очистки очень высока,

- сами мусоросжигательные печи являются сложными и дорогими устройствами,
- установки для сжигания мусора быстро выходят из строя, что тоже влияет на стоимость этого способа утилизации.

Несмотря на все недостатки, «горючий» метод борьбы с полимерным мусором все же рекомендован к использованию, в частности, когда невозможно разделить и отсортировать отходы.

Захоронение. Этот способ является самым неперспективным, поскольку ценное полимерное сырье закапывается, а огромные территории становятся непригодными для сельскохозяйственных и иных нужд.

Радиодеструкция. Радиационная обработка (радиодеструкция) некоторых твердых отходов, в том числе полимерных упаковок и других изделий из пластика, подразумевает разрушение химических связей макромолекул полимеров с помощью нейтронов, гамма-излучения, бета-частиц. При таком воздействии на полимеры в них образуются свободные радикалы (олигомерные, низкомолекулярные), вступающие затем в реакцию с кислородом и вызывающие реакции, разрушающие полимер (фото-, термоокислительная деструкция). Далее макромолекулы распадаются на эфиры, спирты, карбонильные соединения, кислоты (то есть низкомолекулярные продукты), которые уже без вреда для окружающей среды могут быть задействованы в биоциклических процессах.

Для нашей страны этот метод является скорее теоретическим.

Термическое разложение. Термическое разложение — способ утилизации вто- ▶

◀ричного полимерного сырья, при котором оно «распадается» на низкомолекулярные соединения. Сюда относятся:

а) *пиролиз* — термическое разложение органических веществ с целью получения полезных продуктов, например, пропана, бензола, кумола, толуола, хлористого водорода, метана, этана и др. Пиролиз имеет ряд издержек, в частности, не содействует улучшению состояния окружающей среды;

б) *каталитический термолиз* предусматривает использование более низких температурных режимов, чем предыдущий способ; этот метод тоже дает возможность получения ценных веществ. Так, в США при переработке определенной пластиковой тары (ПЭТФ) получают дефицитные мономеры — диметилтерефталат и этиленгликоль, которые, в свою очередь, снова применяются для получения ПЭТФ, используемого в выпуске пластиковой тары.



Мегатонны пластикового сырья ждут своей участи на российских свалках

Использование биodeградируемых полимеров (материалов с регулируемым сроком службы). Биodeградируемые пластики со временем самостоятельно разлагаются на безопасные для экологии вещества. Применение данных материалов для выпуска различных изделий, по мнению ученых, занимающихся их созданием, в будущем способно разрешить если не все, то многие проблемы утилизации упаковки и других изделий из полимеров.

Повторное применение. Этот способ знаком российскому потребителю по стеклянной таре. Пластиковую упаковку, как прежде стеклянные бутылки, собирают, подвергают специальной обработке (моют, сушат и т. п.), затем, при получении санитарного разрешения соответствующих органов (для полимеров, непосредственно контактирующих с продуктами), полимерные изделия снова возвращаются в производственно-потребительский круговорот. Данный способ применяется главным образом для бутылок из ПЭТФ.

Самым перспективным сейчас считается строительство мусороперерабатывающих заводов. Их в России крайне мало, а те, которые уже построены, часто не соответствуют официальным требованиям, предъявляемым к таким предприятиям. Наиболее активно у нас ведется строительство мусоросжигательных заводов. Как уже было сказано, в долгосрочной перспективе строительство предприятий для сжигания мусора экологически и экономически нецелесообразно, и злые языки говорят, что власти используют эти решения с преимущественной целью повысить политический вес в глазах общественности. Однако более вероятным основанием такого предпочтения является то, что экономичные в долгосрочной перспек-

тиве решения в краткосрочный период стоят больших денег.

В последние пару лет средства массовой информации довольно часто анонсируют начало строительства очередного мусороперерабатывающего предприятия. В частности, в 2001 году сообщалось, что такие заводы планируется построить в Серпухове (уникальный, по отечественной технологии, без загрязнения окружающей среды, без очистных фильтров, дающий свет, тепло и деньги, стоимостью 1,5–2 млн долларов). Тогда же говорилось, что Новочебоксарск (Чувашская Республика) должен стать третьим городом России, имеющим мусороперерабатывающее предприятие (проектирование и поставка установки для переработки отходов потребления должна была обойтись городу в 7–8 млн рублей). Современный мусороперерабатывающий завод недавно построен в Петербурге.

Нефедьев Николай Борисович, заместитель начальника Управления организационно-методического обеспечения государственного экологического контроля Министерства природных ресурсов РФ, сообщил «Химическому журналу», что в России существует четыре действующих завода по сжиганию мусора и четыре по его переработке. Если работают какие-то другие, то их деятельность не санкционирована. Несколько заводов находятся на реконструкции и пока не введены в эксплуатацию. В частности, ведется реконструкция третьего московского мусоросжигательного завода в Бирюлево, этот завод планировалось запустить в эксплуатацию в текущем, 2003 году.

Как сообщил нашему корреспонденту Маякин Александр Сергеевич, руководитель ГУП «Экотехпром», ведущего работы на московских мусорных заводах, при реконструкции импортное обо-

Применение вторичного ПЭТФ

1. Очищенный и измельченный ПЭТФ при смешении с другими полимерами и наполнителями может давать новые материалы со спектром новых свойств; в России получают литьевой ПЭТФ-КМ с 10 % ПЭНП по ТУ-6-05-1984-85 и стеклонаполненный ПЭТФ-М-КС ТУ-6-19-07388-85.
2. Композиционный материал с отработанными отходами от компакт-дисков из поликарбоната фирмы «Мелодия».
3. Смеси ПЭТФ с ПА-6.
4. Материал со свойствами древесины из бутылочных отходов ПЭТФ, который хорошо пилится, сверлится, скрепляется винтами, в него легко забиваются гвозди.
5. Материал с высокой прочностью к ударным нагрузкам из

смеси ПЭТФ (60 %), поликарбоната (20 %), эластомера АБС (20 %).

6. Негорючие, антистатичные, упрочненные различными волокнами (углеродным, арамидным, антрацитом и др.) материалы из смеси отходов ПЭТФ/ПЭВП в соотношении 3,5 : 1 + 10 % каучука — блок-сополимера стирол/бутадиен/этилен SEBS, особенно модифицированного акриловой кислотой.
7. Из использованных бутылок ПЭТФ получают, минуя стадию грануляции, прозрачные блестящие листы. Такие листы обходятся намного дешевле, чем по технологии с отдельной сушкой и грануляцией.
8. Нетканое полотно из использованных ПЭТФ-бутылок. Таким образом, используются и отходы текстильного производства полипропилена.

Мусоросжигающие заводы*

Город	Построен
Москва (МПЗ № 2) Алтуфьево	в 1975 г., реконструирован в 2002 г.
Москва (МПЗ № 4) Руднево	в 1983 г.
Мурманск	в 1986 г.
Пятигорск	в 1985 г.

*на всех заводах установлено зарубежное оборудование (Франция, Дания, Чехия)

Мусороперерабатывающие заводы

Город	Построен
Санкт-Петербург	в 1971 г.
Санкт-Петербург	в 1994 г.
Нижний Новгород	в 1987 г.
Тольятти	в 1998 г.

рудование методично заменяется на российское, в результате доля импортного оборудования снижается с 80–90 % до 20–25 %.

Стоимость постройки современного завода, укомплектованного зарубежным оборудованием и системой газоочистки, «под ключ» — 450–500 долл. на 1 тонну установленной годовой мощности. Т. е. постройка завода мощностью 100 тыс. тонн в год при импортной комплектации обойдется в 50 млн долл. Для сравнения, строительство завода, в котором доля российского оборудования составляет около 80 %, обходится в 250–300 долл. за тонну установленной годовой мощности (около 30 млн долл. при мощности 100 тыс. тонн в год).

Уже действующие на нашей территории мусороперерабатывающие предприятия, как правило, являются заводами первого поколения, но некоторые из них, как два петербургских, вполне современны и обеспечивают 100-процентное обезвреживание отходов. На отдельных заводах, например, в Тольятти и Новгороде, дополнительную прибыль извлекают в специальных отделениях для отбора ценного вторичного сырья: пленки, текстиля, бумаги, стекла, цветного и черного металла.

В отличие от мусоросжигательных, мусороперерабатывающие предприятия

чаще строятся по отечественным технологиям, и оборудование, которое используется на этих заводах, главным образом российское.

Вторичная переработка

Сортировка полимерного мусора по химическим составляющим является собой весьма трудоемкий процесс. Даже при тщательном отделении полимерных отходов от других видов мусора редко удается получить из них полимерный материал с удовлетворительными свойствами. Причина — в термодинамической несовместимости различных модификаций (полимеры не способны смешиваться друг с другом).

При соединении полимеров близкой химической природы (например, полиэтилена и полипропилена) образуются так называемые двухфазные дисперсные системы, качества которых, как правило, хуже, чем у исходных компонентов. В специальной литературе приводится пример переработки бутылок из полиэтилентерефталата (ПЭТФ), при которой в общей массе ПЭТФ-бутылок допускается содержание поливинилхлоридной тары в количестве не более 500 бутылок на миллион. Без наличия специальной маркировки на полимерных изделиях осуществлять разделение бес-

смысленно — один внешний вид не позволяет сделать однозначного вывода о происхождении.

Для разделения полимерных отходов (идентификации, сортировки и отделения) используются электронно-оптические устройства, определяющие свойства материалов по их реакции на лазерное или рентгеновское излучение. В мировой практике немало примеров, когда удавалось достичь 99-процентной чистоты разделения различных полимеров. Лучшее всего удается рециклинг ПЭТФ-и ПЭНД-бутылок (в Западной Европе каждая третья ПЭТФ-бутылка изготовлена из вторичных материалов, как правило высокого качества).

И все же переработанные полимеры по качеству хуже первичных. Так, к упаковочным материалам, полученным из вторичного полимерного сырья, требования ниже, чем к произведенным из первичных пластиков. На применение рециклизованных полимеров для производства пищевой упаковки накладывается масса ограничений — по причине высокого содержания токсичных соединений. («Обезопасить» вторичный ПЭТФ позволяют технология нанесения барьерного покрытия полиэтилентерефталатных пленок плазмоосаждающим слоем оксида кремния и некоторые другие методики.)

Вторичное использование сельскохозяйственных пленок

1. Возможно получение пленок с несколько пониженным качеством, к которым не предъявляются высокие требования (для мульчирования, дна водоемов, мешков для сбора отходов на улицах и др.).
2. Канистры для бензина, масел, детергентов, емкостей для химикатов, урны-корзины для мусора и многое другое из смеси пленок с другими пластиками, например, ПЭ из одноразовой посуды и других, не потерявших сильно свои свойства.
3. Деструктурированные под действием УФ-излучения сельскохозяйственные пленки можно измельчать до порошка (криогенным или другим способом) и продавать бумажным фабрикам для абсорбции красителей на стадии пульпирования-

волокнизации бумажной макулатуры. Легкий полиэтилен окрашивается и всплывает наверх, обесцвечивает пульпу.

4. Плоской пленкой можно облицовывать (декоративно) неплавкие листы стеклопластиков или текстолита (отработавшего) и производить палетты, ограды для дачных участков, всевозможных настилов, скамеек для мест отдыха и пр.
5. Направлять на крекинг для превращения в бензин или первичные мономеры либо предварительно очищенные и обработанные вводить в определенную стадию нефтепереработки (на нефтеперерабатывающем заводе).
6. Деполимеризацией получать твердые и мягкие парафины.
8. Использовать вместо кокса для выплавки чугуна в доменных печах. Полиэтиленовые пленки (без ПВХ) являются источником углерода при восстановительной плавке в доменной печи.

По данным recyclers.ru

◀ Как уже было сказано, стоимость вторичного полимерного сырья велика (высокие инвестиции при низких доходах). В Европе с целью понизить эту стоимость переработчики вторичного полимерного сырья борются за гибкость в применении методов рециклинга, чему препятствует жесткая экологическая политика ЕС.

Итак, в целом вторичные полимеры уступают первичным из-за своей высокой стоимости и более низкого качества, однако для ряда изделий отличия между этими двумя формами не имеют значения: мешки для сбора мусора, ручки для инструментария и т. д.

Кроме того, специалисты полагают, что вторичные пластики могут и должны быть дешевле первичных на 20 % и более, что становится возможным при большом объеме и отлаженной системе переработки: чем больше использованных полимеров будет поступать на перерабатывающие предприятия, тем они будут качественнее, чище и дешевле.

Способы модификации

Чтобы повысить качество вторичного сырья, переработку отходов производят с одновременной или последующей модификацией. Вот некоторые способы модификации:

- химические (сшивание пероксидами, например, пероксидом дикумила, малеиновым ангидридом, кремнийорганическими жидкостями и др.);
- физико-химические (введение различных добавок органической природы, например, технических лигнинов, сажи, термоэластопластов, восков и др., создание композиционных материалов);
- физические (введение неорганических наполнителей: мела, оксидов, графита и др.);
- технологические (варьирование режимов переработки).

Сферы применения

Из вторичного полимерного сырья выпускают гранулят с добавками (стабилизаторы, красители, модификаторы), повышающими его качество, этот гранулят используется, в частности, для выпуска строительных материалов (панелей, декоративных материалов), труб, пленок, листов, выдувных, литьевых, экструзионно-погонажных изделий.

Также из вторичных полимеров можно получать профили, балочные элементы гаражей, навесы сараев, обрешетки крыш, столы и стулья для пикника, скамейки для парков, звуко-

(шумо-) изоляционные плиты для привокзальных мест и автостанций, урны для сбора отходов, поддоны для транспортировки и хранения упакованных химикатов, распушенное волокно для мягких набивок сидений, мебели и др.

Перспективы

Вторпереработка — главный метод избавления от полимерных отходов в индустриально развитых странах. Так, в США существует национальная программа по переработке полиэтилен-терефталатной тары, включающая сбор бутылок у населения (на этом этапе планируется привлечь к исполнению программы до 50 % граждан), переработка в различные изделия, их реализация.

Уровень выполнения этой программы за последние 10 лет вырос с 10 % на старте до 30 % в 2002 году. Реализации проекта способствует активная информационная политика: специальные центры, публикация информации по сбору отходов, реклама, огромное количество специальных телефонных линий и прочие атрибуты западного способа пропаганды.

После того как создана система сбора и утилизации — население идеологически подготовлено, по всей стране установлены специальные поддоны для сбора бутылок, наступает очередь законодателей и время силового воздействия на производителей. Так, в ЕС существуют единые нормативные акты, которые регулируют объемы пластикового мусора (в т. ч. упаковки) на мусорных отвалах; оговорены оптимальные и экономически целесообразные способы утилизации и/или переработки пластиковых отходов. В ряде высокоразвитых стран обязательно нанесение на продукцию из полимеров (и не только) специальной экологической маркировки, что значительно удешевляет переработку. Сейчас ЕС борется за введение общей маркировки для всех стран, входящих в содружество. На сегодняшний день общее европейское законодательство предписывает применять при выпуске новой полимерной упаковки 15 % так называемых вторичных полимерных материалов. В ряде европейских государств эта доля увеличивается внутренним законодательством (например, Германия стремится к 60 %).

Кроме названных выше экономических издержек на повестке дня ряд вопросов:

- как много покупателей будут приобретать продукцию, упакованную «вторичными» полимерами, каков будет процент людей, поддерживающихся от таких покупок;

- сколько раз можно будет подвергать полимер повторной переработке;
- очевидно, что бесконечная переработка невозможна; как поступать с «уставшим» материалом, объем которого неуклонно растет? Снова сжигание и вывоз на свалки?

Для России три последних вопроса представляют пока зрительский интерес, поскольку не пройден даже подготовительный этап: система сбора, сортировки пластиковых отходов — в зачаточном состоянии. На сегодняшнем этапе (по данным Минприроды Российской Федерации) только 30 % отходов используется повторно или перерабатывается, в том числе промышленные отходы перерабатываются на 35 %, а твердые бытовые отходы (ТБО) всего на 3–4 %.

В целом страна не готова к вторичной переработке полимеров ни морально, ни материально. Вторичная переработка, включающая агитационную кампанию, повсеместный прием тары у потребителей, дополнительную сортировку на свалках и строительство специальных предприятий, требует огромных по российским масштабам инвестиций: вполне очевидно, что подобные программы не под силу администрациям городов и коммунальным службам.

Министерством природы разработана федеральная система переработки отходов, на создание условий для развития бизнеса по переработке различных видов отходов в рамках этой программы запланировано потратить 42 млрд руб.

Как представляется, для России данное направление является целиком затратным, дотируемым со стороны федеральных структур или же, если повезет, международных фондов.

А в зарубежной практике вторичная переработка отходов является одним из самых прибыльных видов бизнеса (показателем экономической привлекательности является, в частности, проникновение на этот рынок мафиозных структур).

**Мировой рынок услуг
по переработке
промышленных отходов и
очистке почв оценивается
в 20 млрд евро.**

Россия представляет в этом отношении интерес для лидеров данного бизнеса, однако, по разным прогнозам, достигнет нынешнего европейского уровня вторичной переработки только через 5–10 лет. ■