

Почему некоторые полимеры не могут быть подвергнуты рециклингу? С какими трудностями сталкиваются переработчики наиболее распространенных видов полимерных отходов? Насколько привлекателен данный бизнес в России и каковы типичные ошибки, приводящие компании из данного сегмента к банкротству? На эти и другие вопросы отвечает эксперт журнала «Пластикс», не понаслышке знающий о переработке отходов. Своим опытом делится руководитель группы компаний «ЭкоТехнологии», в состав которой входит Тверской завод вторичных полимеров, 12 лет успешно работающий на рынке рециклинга

Константин РЗАЕВ,
к.э.н., председатель
совета директоров
ГК «ЭкоТехнологии»

Таблица 1. Объемы потребления пластмасс, млн т/год

Тип пластмассы	Потребление	
	в мире	в России
Все пластмассы*	~240	~5
ПЭТ (без волокна)	~22,5	~0,57
Вторичный ПЭТ	~9,1 (хлопья)	~0,16

*Здесь и далее пластмассами именуется следующие виды полимеров: ПЭ, ПП, суспензионный ПВХ, ПС (включая экструдированный и АБС) и ПЭТ.



Переработка отходов: подбор сырья

Актуальность темы

Почему именно пластмассы являются столь актуальным материалом для рециклинга? Ответ достаточно прост. Во-первых, в природных условиях они плохо или вообще не разлагаются и, следовательно, больше всего нуждаются в переработке. Во-вторых, перерабатываются относительно легко, причем многие полимеры даже во вторичном виде не теряют своих свойств. В-третьих, собираемые объемы отходов пластмасс и широкий спектр применения вторички позволяют организовать масштабный, привлекательный с точки зрения рентабельности бизнес (табл. 1).

Доля пластика в общем объеме твердых коммунальных отходов (ТКО) на сегодняшний день является одной из самых больших (рис. 1): по весу и объему пластмассы занимают второе место, а по стоимости — первое, поскольку они в несколько раз дороже стекла и макулатуры.

Пластики в составе коммунальных отходов — это в основном использованная упаковка, затем пленка, на третьем месте — ПЭТ-бутылки. Однако выбираются и сортируются из общего объема прежде всего ПЭТ-бутылки, так как именно полиэтилен-терефталат легче всего идентифицировать (рис. 2).

Тренды последних лет

В настоящее время интерес к отрасли переработки отходов в России растет, что обусловлено несколькими факторами.

Прежде всего изменения в ФЗ №89 «Об отходах производства и потребления» ввели в России понятие расширенной ответственности производителя (далее РОП), что послужило поводом для начала диалога между переработчиками и товаропроизводителями. Важно, чтобы последние понимали, какова настоящая цена маркетинга и красивой, но неперерабатываемой упаковки, очень быстро превращающейся в отходы, которые будут загрязнять окружающую среду десятки и даже сотни лет.

Несмотря на то, что введение РОП, с одной стороны, стимулирует предпринимателей серьезнее относиться к теме переработки, с другой стороны, существует лазейка: выпуская сложно перерабатываемую упаковку (например с этикеткой из ПВХ), производитель может отчитаться об успешной утилизации, собрав упаковку конкурентов, которые позаботились об экологичности своих изделий.

Другим важным фактором является то, что большинство компаний, образующих массу отходов, к настоящему времени научились их собирать и продавать. Лет 6-8 лет назад крупные торговые сети платили деньги за то, чтобы оставшуюся упаковку просто вывозили с мусором, а теперь налажен самостоятельный сбор и реализация коммерческих видов отходов. Самый яркий пример демонстрирует сеть супермаркетов «Магнит», которая организовала крупнейшую на сегодня в России переработку собственных отходов пленки объемом до 1 тыс. т/мес., а компания «Но-

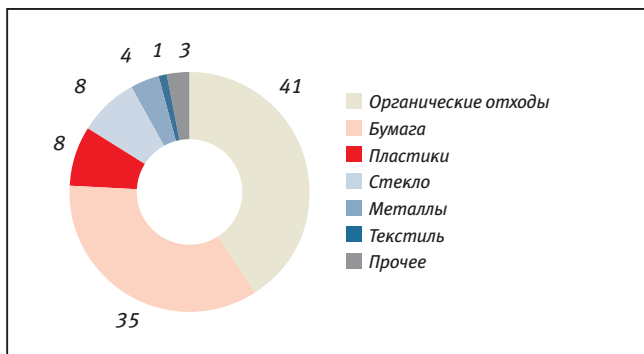


Рисунок 1. Морфологический состав ТКО в России, %

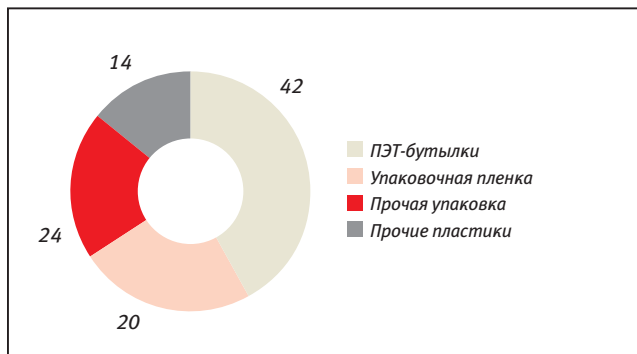


Рисунок 2. Уровень выборки различных видов полимерных изделий из ТКО, %

вые технологии» производит из нее гранулы прекрасного качества.

Кроме того, в России вводится в эксплуатацию все большее количество мусоросортировочных станций, которые ежегодно увеличивают объемы сырья, готового к вторичной переработке. Если в 2012 году три четверти отходов отбирались вручную мусорщиками на полигонах и лишь небольшая часть добывалась благодаря сортировке на специальных станциях, а совсем крохотная доля (0,2%) поступала от ЖКХ в результате раздельного сбора, то в 2017 году отходы,

получаемые с мусоросортировочных станций, составляют 37,4% от общего объема, из систем раздельного сбора приходит 4,7%, с промышленных производств — 2,7%. Таким образом, за 3-4 года ситуация изменилась, и, в общем, демонстрируется гораздо более цивилизованный и рациональный подход к бизнесу (рис. 3).

Объем собираемых полимерных отходов также растет (рис. 4). Например, за последние 13 лет сбор ПЭТ-бутылок в РФ увеличился с 4 тыс. т/мес. до 13-14 тыс. т/мес. (160 тыс. т/год).

WE DRIVE THE CIRCULAR ECONOMY.

Контакты в России:
ООО «ЕРЕМА»
 Москва, Россия
k.iliev@erema.at
t.leontyeva@erema.at

Переработка производственных, бытовых отходов или бутылок: вы можете замкнуть цикл точным и выгодным способом, если только оборудование идеально подходит для соответствующего применения. Вы можете положиться на технологию номер один от компании EREMA: более 5000 наших установок и систем производят около 14 миллионов тонн высококачественных гранул каждый год — высокоэффективным и энергосберегающим способом.

That's Careformance!

CAREFORMANCE
 We care about your performance.

На правах рекламы

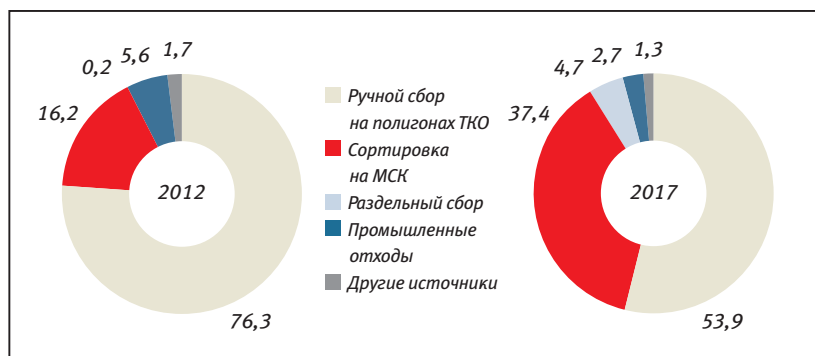


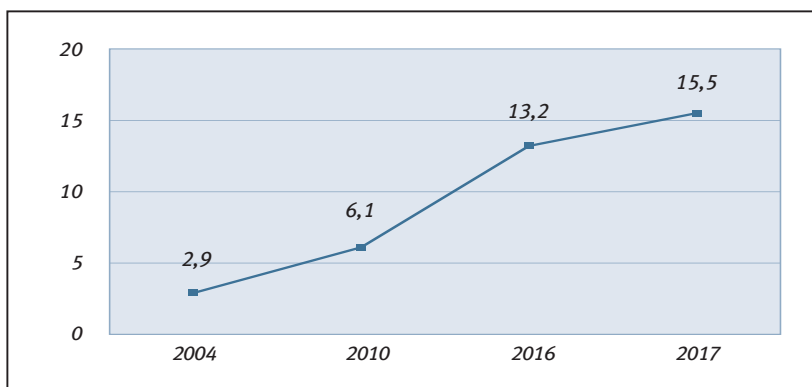
Рисунок 3. Объемы полимерных отходов, собранных в РФ в 2012 и 2017 гг., %

Несмотря на высокие темпы роста, абсолютный уровень сбора ПЭТ-бутылок из ТКО в России по-прежнему остается в пределах 24–26%. Много это или мало? На этот вопрос можно ответить, сопоставив данные статистики в РФ и в других странах мира. Например, уровень переработки пластиковой упаковки из-под напитков в Канаде достиг 98% (по данным журнала *Recycling Today*, февраль 2015 года). Россия же в таком списке находится на одном из последних мест. Потенциал в данной области весьма велик, ведь по сравнению с лидирующими странами объем сбора нужно нарастить в 3–4 раза.

Однако на пути к выстраиванию успешного бизнеса в сфере рециклинга существует несколько трудностей. Одной из серьезных проблем в России является низкое качество бизнес-планирования и оценки постоянных затрат. В «отходный» бизнес в России идут частные предприниматели, многие из которых даже не озабочены учетом важнейших факторов перед запуском рециклингового предприятия. За 12 лет, прошедших с открытия Тверского завода вторичных полимеров, начали работу, а через несколько лет закрылись множество компаний того же профиля. В результате руководство завода «ЭкоТехнологии» постоянно получает предложения выкупить оборудование с некоего завода, который является убыточным.

Сравним цены на первичные и вторичные полимерные материалы в декабре 2017 года (табл. 2). Все видят, что первичка стоит

Рисунок 4. Объем сбора ПЭТ-бутылок в РФ в период 2004–2017 гг., тыс. т/мес.



очень дорого, а так называемый скрэп, то есть спрессованная ПЭТ-бутылка или пленка, — гораздо дешевле. Казалось бы, «золотое дно», можно зарабатывать большие деньги, ведь даже после переработки цена вторички по сравнению со стоимостью первичного полимера как будто бы позволяет потребителям ощутимо экономить. Но компании тем не менее уходят с рынка. Почему? Дело в том, что при покупке отходов необходимо помнить, что в полученных кипках с сырьем будет содержаться лишь 60–70% полезной фракции, и это, безусловно, скажется на себестоимости конечного продукта. Например, в ПЭТ-бутылке только корпус сделан из ПЭТ, а крышка — из ПЭНД. Необходимо учесть массу (а значит, и стоимость) пленки или макулатуры, в которую завернуты кипы бутылок, а также массу грязи, которая там содержится. Согласитесь, без грамотного подсчета всех факторов тут не обойтись...

«Проблемное» сырье

Завод ГК «ЭкоТехнологии» поставляет свою продукцию — чистые ПЭТ-хлопья (флекс) — ведущим производителям полиэфирного волокна, стреп-лент и преформ. При этом заказчики запрашивают материалы только четырех основных цветов — прозрачного, голубого, коричневого, зеленого. Между тем на рынке в последние годы появились и другие виды бутылок из ПЭТ.

В том числе бутылки из матового полиэтилентерефталата. В магазинах в матовом ПЭТ продаются преимущественно молочные продукты (рис. 5). В процессе переработки пластик сортируется, дробится, моется и подвергается другим необходимым производственным операциям. На всех этапах матовый ПЭТ ни в чем не уступает прозрачному, однако сложности начинаются после того, как чистые флекс с его примесью оказываются на заводе по производству полиэфирных волокон. Вязкость матового полиэтилентерефталата меньше требуемой из-за содержания красителя, который придает бутылкам белый цвет (диоксид титана). Из-за недостаточной вязкости матового ПЭТ и неоднородности расплава при экструзии волокна синтетическая нить рвется, что затрудняет процесс производства и отражается на качестве конечного продукта в целом.

Еще один вид пластика, сложный в переработке — яркоокрашенный ПЭТ (рис. 6). В ярких красных, желтых, оранжевых бутылках поставляют газированные напитки многие производители. Как показывает практика, сильные красители меняют химические свойства полиэтилентерефталата, уменьшая его

вязкость, что также сказывается на пригодности вторичного сырья для выпуска синтетического волокна. Данный вид бутылок тоже отсеивается на заводе на этапе сортировки. К сожалению, окрашивая тару в яркие цвета, компании-производители непроизвольно исключают отходы упаковки собственного производства из процесса утилизации, и данный маркетинговый ход достаточно дорого обходится окружающей среде.

Если говорить в целом, то в матовых белых и цветных окрашенных бутылках присутствуют неорганические красители в большом объеме, и при экструзии нитей полиэфирного волокна происходит перегрев расплава из-за падения вязкости. Большая часть переработчиков волокна не справляется с этой проблемой и вынуждена отбрасывать такое сырье как сорное, нестандартное. Разноцветная окрашенная в массе и матовая белая бутылки на заводе отбраковываются, прессуются заново и могут быть в теории реализованы повторно, но на практике продаются очень тяжело.

Многослойный ПЭТ по малой пригодности к вторичной переработке стоит в одном ряду с матовым и цветным. Многослойную ПЭТ-бутылку активно используют для роз-

Полимеры	Цена первички с НДС	Закупочная цена «скрэпа» с НДС	Цена продажи вторичной гранулы с НДС
ПП	86-92	15-25	55-75
ПЭ	80-95	15-38	55-75
ПЭТ	74-81	22-28	47-58*

*Чистые ПЭТ-хлопья

лива слабоалкогольных напитков многие известные во всем мире пивоваренные компании. Наиболее популярной на сегодняшний день является трехслойная ПЭТ-бутылка, в которой между двумя слоями полиэтилентерефталата расположен слой нейлона (Nylon MXD6) или этиленвинилалкоголя (EVOH) и этиленвинилацетата (EVA). Преимуществами нейлона являются неплохие барьерные свойства, высокая прозрачность, низкая стоимость, что привлекает производителя, но такие бутылки трудно подвергаются переработке.

Яркий пример многослойной бутылки — коричневые 19-литровые кеги (рис. 7). Отличить такую бутылку с внутренним слоем от однослойной бутылки можно, только раздробив ее. На срезе будут видны три слоя, край среза бутылки (а потом и хлопьев) может

Таблица 2. Цена с НДС на некоторые крупнотоннажные полимерные материалы в РФ в декабре 2017 г., тыс. руб./т (источник — ГК «ЭкоТехнологии»)

Рисунок 5. Бутылка из матового ПЭТ



CREATIVE RECYCLING

Добавьте ценности вашим продуктам.

Struktol Company of America производит ультрасовременные добавки для вторичной переработки полимеров.

- Борьба с запахом и ЛОС
- Адаптация вязкости и смазочных свойств
- Приготовление, смешивание и гомогенизация смесей

Мы помогаем нашим заказчикам эффективно производить из вторсырья компаунды с высокими технологическими показателями и широким спектром применения.

Подробная информация — на 4struktol.com или по e-mail: plastics@struktol.com

На правах рекламы



struktol®


Рисунок 6. Яркоокрашенные ПЭТ-бутылки
Рисунок 7. ПЭТ-кег

Рисунок 8. ПЭТ-бутылки с маслом
Рисунок 9. Покрытие всей площади тары из ПВХ-«чулка»


махряться, а барьерная пленка — отделяться. Соответственно, мононить для полиэфирино-го волокна из многослойного сырья также рвется и трудно формируется; возникает необходимость очень тщательной подготовки хлопьев перед экструзией расплава. При нагревании для процесса окрашивания средний барьерный слой расплавляется и может менять цвет расплава, причем этот процесс абсолютно не регулируем. В итоге цвет всей партии может непредсказуемо отличаться от запланированного.

Бутылки из-под растительного масла (рис. 8), в принципе, могут перерабатываться, но в силу большой загрязненности маслами их необходимо отмывать тщательно и отдельно от остальной тары. Данный процесс характеризуется потреблением большого количества электроэнергии, воды, моющих средств, времени. Перерабатывать их в российских условиях становится слишком невыгодно, поэтому при поточном производстве приходится отбраковывать такие бутылки на стадии

сортировки и отправлять на повторную реализацию иным потребителям. Если какой-либо поставщик хочет продавать бутылки из-под растительного масла, то такие отходы нужно заранее собирать в отдельную партию,

а не прессовать с другими ПЭТ-бутылками, загрязняя их маслом.

В процессе рециклинга ПЭТ-бутылок приходится сталкиваться с тем, что не только некоторые виды бутылок трудно перерабатывать, но и их отдельные составные части — крышки, дозаторы, насадки и этикетки.

Крышка представляет собой смесь ПЭНД или ПЭВД и ПП. Она прекрасно перерабатывается, превращаясь в качественную вторичную гранулу.

Этикетка в большинстве случаев может быть изготовлена из ПП, который легко рециклируется. Но в последнее время сугубо в рекламных целях производители тары стали использовать ПВХ. У этикетки из поливинилхлорида есть ряд сходных черт с полипропиленовой: она прозрачная, обладает хорошей термоусадкой, что позволяет полностью повторять очертания используемой емкости. Но имеется также ряд отличительных черт:

- не растягивается;
- более жесткая;
- при сжатии в руке сохраняет «сжатую» форму, а распрямляется, только если приложить усилие (ПП-этикетка сама принимает первоначальную форму);
- являясь прозрачной, закрывает всю поверхность флакона, но чаще всего на всю ее внутреннюю поверхность нанесен рисунок и информация.

Отличительной чертой этикетки из ПВХ является ее расположение на бутылке. Часто она покрывает более половины изделия или всю тару (рис. 9). Это так называемые «чулки» — термоусадочные пленки из ПВХ. Но встречаются случаи, когда пленка из ПВХ занимает не более четверти упаковки, и тогда ее трудно отличить от этикетки из ПП. Тут все решает опыт сортировщиц и наглядные пособия в виде стенов с различными видами тары, выпускаемой с ПВХ-этикеткой. Информация постоянно обновляется, так как производители, не задумываясь о защите окружающей среды, выпускают все новые и новые виды продукции в ПЭТ-таре с ПВХ-этикеткой.

Почему ПВХ-этикетка доставляет переработчикам много хлопот? В процессе отмывки дробленых ПЭТ-хлопьев в больших флотационных ваннах происходит отделение материалов: легкие полимеры (крышка из ПЭ, этикетка из ПП) всплывают на поверхность воды, тяжелый ПЭТ оседает на дне ванны. А плотность ПВХ-этикетки такая же, как и у ПЭТ, поэтому ПВХ-этикетка вместе с ПЭТ-хлопьями путешествует далее по всему циклу переработки и остается как примесь в готовых чистых ПЭТ-флексах. Дальнейшая

переработка ПЭТ-хлопьев с ПВХ-этикеткой невозможна вследствие того, что при экструзии ПВХ выделяет хлористые соединения, вызывающие деструкцию (разложение) ПЭТ-материала. Поэтому необходимы дополнительные усилия и затраты для извлечения ПВХ-этикеток как из ПЭТ-отходов на стадии сортировки, так и на стадии готовой продукции.

Есть еще нюанс, связанный с выбором клея для этикетки: некоторые компании в целях наибольшего скрепления применяют клей, который полимеризуется при приклеивании этикетки и не поддается разложению ни водой, ни температурой. Таким образом, в переработанных хлопьях могут присутствовать компоненты клея, которые также доставляют неприятности производителям волокон.

Наглядный пример сложности сортировки демонстрируют бытовые флаконы (рис. 10). Большинство флаконов для моющих и стиральных средств сделано из полиэтилена низкого давления (ПЭНД), пригодного для переработки и последующего формирования гранул, однако в производстве тары для бытовой химии кроме ПЭ также используют полипропилен, полиэтилентерефталат, поливинилхлорид, полистирол. Перечисленные

виды пластиков, попадая в основной ПЭНД и смешиваясь с ним, ухудшают качество получаемого регранулята. При большой доле примесей прочих пластмасс в ПЭНД гранула может не сформироваться совсем.

Все вышеперечисленные виды пластиков перерабатываются по отдельности. Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы каждый из них был отсортирован. Смесь пластика в разных долях не позволяет изготовить высококачественный однородный гранулят для дальнейшего использования. Плюс во флаконах присутствует большое количество инородных элементов (дозаторов, распылителей с металлическими частями) (рис. 11), которые требуют тщательной отбраковки.

Процент переработки может быть выше даже при существующих условиях, но известны случаи, когда один и тот же производитель применяет разные виды пластиков, например ПЭНД и ПВХ, на разных заводах для изготовления флаконов одного типа. При руч-



Рисунок 10. ПЭ-флаконы из-под бытовой химии

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭКСТРУЗИОННО-ВЫДУВНОГО ФОРМОВАНИЯ

Agent wanted!

150 mm accumulate or continuous
120 mm die head available
for various request

По запросу доступны для заказа
головки диаметром 150 мм накопительного типа
и стандартные головки диаметром 120 мм



Ищем представителя в России!

We are machinery specialist in Taipei,
keep our eyes to the development although more
new technology plus competitive prices

Наша компания — тайваньский специалист
в области машиностроения — следит за развитием
новых технологий и предлагает оборудование
по конкурентоспособным ценам


Рисунок 11. Дозаторы и распылители

ной сортировке такие флаконы все уйдут в мусор, так как обычно разглядывать обозначения на грязной таре нет ни возможности, ни времени.

Полиэтиленовые канистры из-под химических ядов-

пестицидов чаще всего появляются сезонно в результате сельскохозяйственной деятельности. Очень часто данная тара делается с внутренним слоем из полиамида (ПА), который защищает основной пластик от воздействия химически агрессивных жидкостей. В результате гранула из такой канистры получается, но качество оставляет желать лучшего. Отличить канистры из-под пестицидов не всегда просто. Иногда на них присутствует маркировка — предупреждение об опасном содержимом, но ввиду того, что канистра поступает на завод в смятом виде, увидеть это не всегда возможно. Различить такую канистру можно разве что по оставшейся этикетке с предупреждающей надписью или по резкому химическому запаху. Кстати, стойкий запах также является большой проблемой переработки таких канистр.

Многослойные полиамидно-полиэтиленовые и другие пленки (из них часто изготавливают пакеты с кормом для животных) состоят из нескольких слоев различных полимеров. Переработка и повторное использование таких структур сегодня крайне затруднены и не получили широкого распространения по причине отсутствия соответствующего оборудования и технологий. В Европе и в мире только появляются технологии переработки смешанных отходов (например решение компании Trenntechnik Ulm (Германия)).

Кабели из ПЭ очень часто предлагаются продавцами отходов. Это вполне перерабатываемый материал, кроме одного — кабеля из сшитого полиэтилена. Его переработка осложнена тем, что данный полимер не плавится в экструдере при обычных температурах плавления, а только размягчается, и получение товарной продукции, то есть гранулята,

невозможно. Технологии переработки этого вида материала пока нет.

Продавцы отходов также охотно предлагают смесь пленок любых оттенков и типов, и здесь необходима тщательная сортировка по виду пленки (стретч, термоусадочная, ПВХ-пленка), так как перерабатывать их нужно в основном по отдельности. Таким смесям характерна сильная загрязненность пищевыми отходами, большая неоднородность, зачастую они деструктивированы (разлагаются при прикосновении) из-за длительного воздействия окружающей среды, как, например, сельхозпленка, используемая в парниковом хозяйстве.

В канистрах из-под минеральных масел содержимое (автомасла) плохо отмывается, и сильно загрязняет рециклинговое оборудование. Помимо увеличения количества времени на переработку требуются также большие финансовые затраты за счет увеличения расхода воды, моющих средств и электричества. К тому же предприятию-переработчику необходимо иметь лицензию на осуществление переработки таких отходов, так как побочные продукты влияют на окружающую среду и должны быть соответствующим образом утилизированы или обезврежены.

Все вышеперечисленные сложности помимо негативного влияния на экономику перерабатывающих предприятий тормозят развитие программы раздельного сбора отходов: достаточно много нужно знать, чтобы отправлять в контейнер для пластика подходящее изделие. На данный момент путь сортировки отходов выбирают только самые экологически ответственные компании либо предприятия, просто не имеющие выбора. Однако именно продуманная стратегия отбора «правильного» сырья может усилить мотивацию компаний заниматься рециклинговым бизнесом. III

Рисунок 12. Канистры из-под автомасел


Е
А.