

## СПОСОБЫ ОБРАЩЕНИЯ С ПЛАСТИКОВЫМИ ОТХОДАМИ

In 2009 in Russia there were generated more than 5 million tons of plastic waste, the main volume part of which is polyethylene.



*Е.Л. Пармухина*



*В 2009 году в России образовалось более 5 млн тонн пластиковых отходов, к которым относятся: отходы из полиэтилена; отходы из ламинированной бумаги; отходы из полиэтилентерефталата (ПЭТФ); отходы из поливинилхлорида (ПВХ); отходы из полистирола; отходы из полипропилена. Наибольший объем полимерных отходов приходится на полиэтилен (рис. 1).*

Согласно ГОСТ 30772-2001, отходы разделяются на две большие группы:

- отходы потребления — остатки веществ, материалов, предметов, изделий, товаров (продукции или изделий), частично или полностью утративших свои первоначальные потребительские свойства для использования по прямому или косвенному назначению в результате физического или морального износа в процессах общественного или личного потребления (жизнедеятельности), использования или эксплуатации;

- отходы производства — остатки сырья, материалов, веществ, изделий, предметов, образовавшиеся в процессе производства продукции, выполнения работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства.

Среди пластиковых отходов потребления выделяют:

- отходы одноразовой посуды;
- пленочную упаковку;

- пластиковые бутылки;
- бывшие в употреблении пластмассовые изделия;
- корпуса бытовой техники.

Производственные полимерные отходы состоят из:

- технологических отходов, образовавшихся в ходе наладки оборудования;
- брака в изделиях из полимеров;
- отходов тары и упаковки из-под сырья и материалов.

80-85% от общего объема образования пластиковых отходов составляют отходы потребления.

Еще одним параметром, по которому можно классифицировать пластиковые отходы, является сложность и цена утилизации. Выделяют отходы:

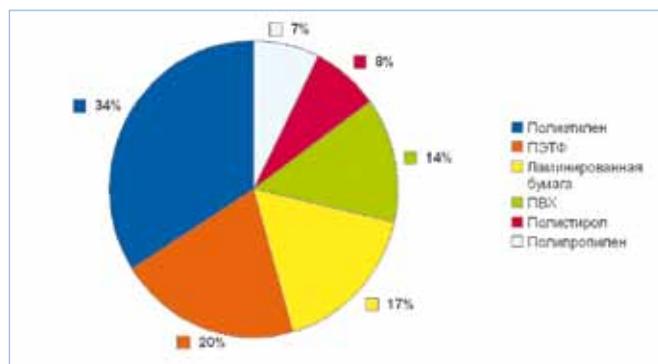
- с хорошими свойствами (отходы, легко поддающиеся утилизации, чистые, рассортированные). При переработке возможно использование 70-90% таких отходов;

- со средними свойствами (отходы, содержащие определенное количество загрязнений). Переработка этих отходов связана с издержками по сортировке, мойке и т.д., возможно использование 20-30% отходов;

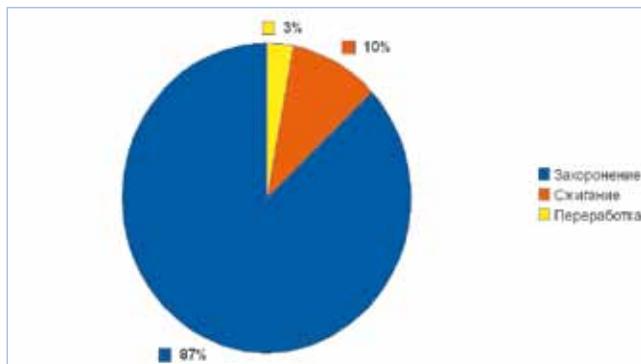
- трудно утилизируемые (сильно загрязненные, смешанные отходы). Возможна переработка только 3% подобных отходов.

Выделяют три принципиально различных способа обращения с пластиковыми отходами: сжигание; захоронение; переработка. В российских условиях переработке подвергается всего 3% отходов (рис. 2).

Сжигание отходов — термический процесс окисления с целью уменьшения объема отходов, извлечения из них ценных материалов, золы или получения энергии. Основной целью применения этого метода к полимерным отходам является получение энергии. При этом необязательно производить



**Рисунок 1. Структура пластиковых отходов по материалам, %.**



**Рисунок 2. Структура утилизации пластиковых отходов в России, %.**

сортировку изделий, достаточно их просто измельчить, чтобы обеспечить их эффективное смешивание с добавками углеродного топлива.

При сжигании пластика в окружающей среду выделяется достаточно много вредных веществ, но в основном это относится к старым мусоросжигательным установкам. Современное оборудование позволяет обеспечить температуру 1200-1400°C, при которой подобные вещества необратимо распадаются, а неразложившаяся часть поглощается в адсорбирующих фильтрах. В этом случае выбросы диоксида в окружающую среду составляют 0,6 мкг на тонну (от сжигания тонны бензина — от 10 до 2000 мкг).

Среди минусов сжигания пластиковых отходов можно отметить следующие:

- высокая стоимость оборудования;
- необходимость дополнительной обработки отходов перед сжиганием (например, сушка, измельчение);
- невозможность полностью уничтожить отходы (остается зола, шлак и т.д., которые могут составлять до 10% первоначального объема и до 30% первоначальной массы отходов).

Следующим методом утилизации пластиковых отходов является

захоронение, под которым понимается размещение отходов в назначенном месте для хранения в течение неограниченного срока, исключаящее опасное воздействие захороненных отходов на незащищенных людей и окружающую природную среду. Положительным аспектом использования такого метода утилизации является относительно невысокая стоимость.

Минусы захоронения:

- занимают большие площади (площадь свалок в России составляет около 0,8 млн га);
- из отходов практически не извлекаются полезные компоненты. При захоронении несортированных отходов теряется около 90% полезной продукции, имеющей спрос на рынке вторичного сырья. Также при захоронении безвозвратно теряется около 2 млн тонн полимерных материалов в год;
- сложности при выборе места захоронения. По санитарным нормам, полигоны должны располагаться за пределами населенных пунктов и расстояние от жилой застройки до границ полигона должно составлять 500 м. Однако рядом с большими городами стоимость земли высока, а строить полигон достаточно далеко экономически нецелесообразно;
- с течением времени полигоны исчерпывают свою ем-

кость (то есть необходимо будет не только организовать новый полигон, но и засыпать землей старый, высадить деревья на поверхности и т.д.).

Самым сложным, но наиболее выгодным методом утилизации пластиковых отходов является их переработка.

Существует достаточно много методов переработки отходов, но все их можно разделить на две группы:

- механические методы (механический рециклинг);
- химические методы (химический рециклинг).

Этапами рециклинга являются: сбор, сортировка, отмывка, сушка и только потом собственно производство. Такие стадии, как сбор, сортировка и очистка отходов от инородных включений являются ресурсо- и энергоемкими, что сказывается на себестоимости конечной продукции.

Механический рециклинг заключается в измельчении, плавлении, грануляции полимерных отходов. Этот способ является наиболее приемлемым и распространенным, так как не требует дорогого оборудования и может быть реализован практически в любом месте скопления отходов.

Химический рециклинг подразумевает использование технологий, расщепляющих по-

**Таблица 1. Количество энергии, выделяемое при горении различных видов пластиковых отходов**

Вид материала	Количество энергии, ккал/кг
Полиэтилен	18720
Полистирол	16082
Поливинилхлорид	5500
Печное топливо	10200 ккал/л

лимеры на мономеры. Также в результате химического рециклинга возможно получение исходных полимеров и других химических соединений, пригодных для использования. К химическим методам переработки пластиковых отходов относятся: пиролиз; гидролиз; гликолиз; метанолиз.

Пиролиз — это термическое разложение органических соединений без доступа воздуха. В процессе пиролиза происходит разложение пластиковых отходов на жидкую и газообразную фракции и выделение небольшого количества твердого остатка. Пиролизный газ направляется на последующее разогревание сырья, то есть происходит частичное самоуничтожение отходов. Жидкая фракция содержит легкие и тяжелые углеводороды и может использоваться для изготовления жидкого топлива и парафина. Твердый остаток может найти применение в строительстве, например, как гидроизолятор. Современные пиролизные установки позволяют производить переработку отходов практически без выделения в атмосферу вредных веществ. Также при использовании данной технологии выделяется большое количество электроэнергии, которое зависит от состава материала.

Из таблицы 1 видно, что использование некоторых видов пластиковых отходов в качестве материала для получения энергии достаточно выгодно. Так, при горении полиэтилена выделяет-

ся практически в 2 раза больше энергии, чем при сжигании печного топлива.

Таким образом, пиролиз является наиболее экологическим и экономически выгодным методом утилизации пластиковых отходов. Однако в России всего 0,4-0,5% энергии получают при сжигании отходов.

Следующим методом переработки отходов является гидролиз, который заключается во взаимодействии вещества с водой, в результате чего образуются различные соединения. Данный метод позволяет разложить некоторые пластиковые отходы (например, ПЭТФ) до исходных компонентов. Именно в этом заключается преимущество гидролиза перед пиролизом.

Еще один способ переработки пластиковых отходов — гликолиз. Здесь деструкция протекает при высоких температурах и давлении в присутствии этиленгликоля и катализатора до получения чистого продукта. При расщеплении ПЭТФ метод позволяет получить дигликольтерефталат. Гликолиз более экономичен по сравнению с гидролизом.

Наиболее распространенным термическим способом переработки пластика является метанолиз — расщепление отходов с помощью метана. В случае применения этого метода к переработке ПЭТФ конечным продуктом является диметилтерефталат. Иногда методы гликолиза и метанолиза применяются в сочетании.

Вышеперечисленные методы широкого промышленного применения в России не нашли. По большей части это связано с тем, что необходимо чистое сырье, оборудование, позволяющее обрабатывать материалы при высоких давлении и температуре, а также дорогостоящие катализаторы. Все это значительно снижает рентабельность производства.

Среди минусов переработки пластиковых отходов можно отметить:

- высокую стоимость;
- необходимость сортировки отходов;
- необходимость специального оборудования;
- невозможность, в большинстве случаев, переработки различных видов пластиковых отходов вместе (например, в процессе совместной переработке ПЭТФ и ПВХ образуются кислоты, которые нарушают химическую и физическую структуру ПЭТФ, что приводит к появлению желтизны и делают материал ломким).

Таким образом, все методы утилизации пластиковых отходов имеют много недостатков, однако переработка является самым экологически безопасным из них. По некоторым данным, при переработке пластмасс в атмосферу выбрасывается в 5-9 раз меньше углекислого газа, чем при их производстве.

*Статья подготовлена Research Techart ([www.research.techart.ru](http://www.research.techart.ru), (495) 790-75-91 #124 [research@techart.ru](mailto:research@techart.ru)) специально для журнала «ЭВР» на основании исследования российского рынка переработки твердых бытовых отходов <http://www.research-techart.ru/report/municipal-solid-waste.htm>*

## УЧЕННЫЕ НАШЛИ БЕЗОПАСНЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Утилизация радиоактивных отходов в высокотемпературных гидротермальных системах, в частности на Камчатке и Курильских островах, является экологически безопасным и низкзатратным способом решения проблемы, которая стоит перед Россией и всем миром, заявили разработчики технологии на пресс-конференции в РИА Новости.

Как пояснил почетный деятель нефтегазовой отрасли и один из авторов проекта Александр Вайнер, идея помещения жидких и полужидких отходов в высокотемпературные (до 350°C) гидротермальные системы возникла при изучении возможностей развития геотермальной энергетики.

Технология предполагает, что отходы, уносимые потоками в гидротермальных системах, посте-

пенно охлаждаются, связываются силикагелем в рамках естественных физико-химических процессов и превращаются в нерастворимый халцедон, оседающий под землей. В ходе испытаний на Парамуширской станции выяснилось, что «вынос и закрепление солей радиоактивных металлов происходит в течение часа».

В 1993-1996 гг. группа разработчиков получила три патента на способ утилизации отходов. Как отметили авторы проекта, для того, чтобы конкретная гидротермальная система была пригодна для утилизации отходов, необходим ряд условий, в частности, высокие температура и давление, а также мощная разгрузка потока при его высокой минерализации. Такие системы существуют не только на Камчатке, но и в других регионах планеты.

По оценкам заведующего отделом геотермии и геохимии Института вулканологии ДВО РАН Виктора Сугрובה, система, подобная Парамуширской, позволит утилизировать до 100 т урана в год и может обеспечить нейтрализацию накопленных объемов радиоактивных отходов. Сугробов также отметил, что этот метод полностью соответствует требованиям МАГАТЭ.

Эксперты оценили инвестиции, необходимые для завершения работ на Парамуширском участке, в 70 млн рублей. При этом начать утилизацию отходов, по их словам, можно будет уже через год. Для внедрения технологии, как подчеркнули ученые, нужна политическая воля.

Оргкомитет форума: +7 812 321 2718, 321 2639, [eco-city@lenexpo.ru](mailto:eco-city@lenexpo.ru), [ecology@lenexpo.ru](mailto:ecology@lenexpo.ru), [www.ecology.lenexpo.ru](http://www.ecology.lenexpo.ru)



## Международный экологический форум **ЭКОЛОГИЯ БОЛЬШОГО ГОРОДА**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
«ЛЕНЭКСПО»

**21–24 МАРТА 2011**

### УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

промышленная выставка-ярмарка оборудования и технологий по сбору, переработке, транспортировке, рециклингу, утилизации, обезвреживанию и захоронению отходов производства и потребления

### ВОДООЧИСТКА

выставка оборудования и технологий по очистке сточных вод, промышленной водоподготовке, водоснабжению и водоотведению. Очистка акваторий

### ВОЗДУХООЧИСТКА

выставка оборудования и технических средств по защите атмосферного воздуха от стационарных и передвижных источников загрязнения

### ПРИРОДООХРАННЫЕ УСЛУГИ И ОБОРУДОВАНИЕ

выставка экологического и правового сопровождения проектов, контрольно-измерительного и лабораторного оборудования, средств обеспечения экологической и промышленной безопасности

ОРГАНИЗАТОР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

Научно-практический журнал  
**ТВЭДМЕ**  
выбросы  
отходы

**ЭКОЛОГИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА**  
Научно-практический журнал