

Проведенные опыты позволили выявить влияние технологических факторов на износ режущего инструмента и тем самым предложить производству рациональные режимы, на которых следует обрабатывать кромки ламинированного ДСтП, чтобы уменьшить расход дефицитных вольфрамосодержащих твердых сплавов, затраты на переналадку станка и перезаточку режущего инструмента. Полученные режимы можно применять на фрезерных, четырехсторонних продольно-фрезерных станках, а также на автоматических линиях и обрабатывающих центрах.

ВТОРИЧНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЭТФ-ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

О. М. Самокар, Л. А. Попова, П. О. Максимов

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель А. В. Яценко

Проблема вторичной переработки полиэтилентерефталата (ПЭТФ) является актуальной, т. к. объем выпуска упаковок из этого материала, преимущественно одноразового использования, постоянно увеличивается. Вопрос об утилизации использованных бутылок решается в рамках международной программы, в которой участвует 21 страна [1].

Использование отходов пластмасс в качестве конструкционного материала является экономически выгодным, однако реализовать это достаточно сложно технологически, поскольку свойства вторичного полимерного сырья обычно несколько хуже первичного из-за процессов деструкции, протекающих в материале при эксплуатации изделий, их хранении, повторной переработке и т. п.

Полиэтилентерефталат появился в 1978 г. и захватил почти 100 % мирового рынка бутылочной тары от 0,33 до 5 литров, используемой для упаковки прохладительных напитков, пива, масла, соков и т. д. На сегодняшний момент ПЭТФ наиболее распространенный пластик в пищевой и упаковочной промышленности. И как следствие этого именно полиэтилентерефталат как наиболее гибкий техничный полимер является самым перерабатываемым пластиком в мире, потому что вторичный ПЭТФ имеет широкие возможности использования, начиная с гранул и пленки для упаковки, заканчивая предметами одежды, ковров, багажа и офисной мебели, аудио-видео пленкой. В последнее двадцатилетие область применения ПЭТФ значительно расширилась благодаря конкурентоспособности по отношению к традиционному сырью: натуральным, искусственным и синтетическим волокнам, а также металлу, стеклу и картону. Этим изменениям способствовало развитие новых технологий.

Мировое потребление ПЭТФ в 2000 г. составило более 29 млн т, из которых 65,5 % составила потребность текстильной промышленности – производство волокон, около 24 % потребляет производство тароупаковочных изделий и тары, оставшееся количество используется на производство пленки – 5,2 % и изделий технического назначения – 5,2 % [2].

Установлено, что полимерные материалы составляют 20–30 % коммунальных отходов, из которых 70 % – бутылки из ПЭТФ.

В свою очередь, использование вторичного полиэтилентерефталата обосновано его низкой стоимостью. Этот показатель является основополагающим при определении себестоимости изготовления изделия, а следовательно, и его конкурентоспособности.

Выбор материалов, используемых в качестве связующих, производился среди термопластичных материалов, получающих все большее распространение при изготовлении конструкционных изделий. Это обосновано в первую очередь возможностью их вторичной переработки, что снижает загрязнение окружающей среды промышленными отходами.

Эффект успешного применения вторичного ПЭТФ в нагруженных изделиях может усиливаться за счет армирования высокопрочными волокнами, например, стеклянными. Для повышения прочностных и упругих характеристик предпочтение отдается однонаправленным материалам с непрерывными волокнами. Одним из возможных способов вторичной переработки ПЭТФ является использование его для модификации вторичного полиэтилена [1].

Что можно получать из ПЭТФ-бутылок?

1. Очищенный и измельченный ПЭТФ можно смешивать с другими полимерами и наполнителями, получать новые материалы со спектром новых свойств.

2. Получать смеси ПЭТФ с ПА-6 с добавкой функционализированной кислотой или глицидиловым эфиром полиолефина.

3. Материал со свойствами древесины можно получать из бутылочных отходов ПЭТФ, 4–12 % отходов поликарбоната с 0,5 % вспенивающего агента, например, 5-фенилтетразола и отливать разные изделия при 240–260 °С, с температурой формы 16 °С, со временем смыкания формы 60 секунд, временем впрыска расплава 60 секунд. Изделия или заготовки с плотностью 0,63 г/см³, как дерево, хорошо пилятся, сверлятся, скрепляются винтами, в них легко забиваются гвозди.

4. Смесь из (%): ПЭТФ-60, поликарбонат-20, эластомер АБС-20-материал с высокой прочностью к ударным нагрузкам.

5. Смесь отходов ПЭТФ/ПЭВП в соотношении 3,5 : 1 плюс 10 % каучука-блок сополимера стирол/бутадиен/этилен SEBS, особенно модифицированного акриловой кислотой, имеет ударную вязкость (на образцах с надрезом) 65 кгс/см², у исходной смеси – 73 кгс/см². Можно получать негорючие, антистатичные, упрочненные различными волокнами (углеродным, арамидным, антрацитом и др.) материалы.

6. Благодаря усовершенствованной конструкции установки фирмы «Ерема» и гибкой технологии, из использованных бутылок ПЭТФ получают, минуя стадию грануляции, прозрачные блестящие листы. Используют экструдер со специальной геометрией сжимающего шнека, работающего под вакуумом, с фильтром в конце процесса, действующий по принципу обратной перемотки. Такие листы обходятся намного дешевле, чем по технологии с отдельной сушкой и грануляцией.

7. Получают и нетканое полотно из использованных бутылок на оборудовании, представляющем собой экструдер с шестеренчатым насосом перед соплом, к которому подводят воздух под давлением, и расплав распыляют на вращающийся коллектор-собиратель, на котором нити склеиваются в полотно. Чтобы получить нетканое полотно, сопоставимое по качеству с исходным, рециклат ПЭТФ смешивают с исходным. Таким образом, используются и отходы текстильного производства полипропилена.

8. Загрязненные отходы можно фильтровать на экструдере с короткой компрессией и удлиненной зоной течения и экструдировать профили для строительной отрасли, балки элементов гаражей, навесов сараев, обрешеток крыш и пр.

9. Можно формовать столы для пикника с дворовыми скамейками, скамейками для парков, звуко-, шумоизоляционные плиты для привокзальных мест и автостанций, урны для сбора отходов, распушенное волокно для мягких набивок сидений,

мебели. Для этого можно использовать устаревшие, загрязненные, выброшенные отходы пластиков.

Проблема вторичного применения ПЭТФ-отходов актуальна и в Республике Беларусь. Объемы отходов растут, экологическая ситуация в связи с этим обостряется, а уровень работы с отходами (сбор, размещение, сортировка и утилизация) серьезно отстает от требований времени. Растут и темпы «производства» твердых бытовых отходов (ТБО), по которым мы уже явно догоняем показатели развитых зарубежных стран. Угрожающе меняется и химический состав отходов, в котором растет количество экологически опасных компонентов.

Нами были проведены исследования свойств ПЭТФ различного типа (кристаллический, аморфный и саженаполненный) на прочность при растяжении и прочность при статическом изгибе. Прочность при растяжении определяли с целью установления характеристик материала, необходимых при конструировании пластмассовых изделий, и контроля качества пластмасс. Прочность при статическом изгибе определяли с целью нахождения максимального напряжения при изгибе.

Для проведения испытаний использовались образцы, изготовленные методом литья под давлением, прямоугольного сечения длиной не менее 80 мм, шириной 10 + 0,5 мм и толщиной 4 + 0,2 мм.

Все полученные данные представлены в нижеприведенной таблице.

**Результаты испытаний на прочность
при растяжении и при статическом изгибе**

Вид образца	Прочность при растяжении, МПа	Прочность при статическом изгибе, МПа
Черный саженаполненный ПЭТФ	102,2	98
Белый (кристаллический) ПЭТФ	52	24,9
Белый (аморфный) ПЭТФ	68	36

Определение степени кристалличности исследуемых композиций

Для определения степени кристалличности найдем теплоту плавления. Она определяется по формуле:

$$\Delta H_{\text{пл}} = \Delta H \cdot M_{\text{эт}} \cdot A / M \cdot A_{\text{эт}},$$

где $M, M_{\text{эт}}$ – массы образца и эталонов, г; $A, A_{\text{эт}}$ – площади пиков плавления полимера и бензойной кислоты.

$$\Delta H_{\text{эт}} = 142 \text{ Дж/г},$$

$$\Delta H_{\text{пл}}^{\text{кр}} = 142 \cdot 0,1 \cdot 0,0335 / 0,1 \cdot 0,2 = 23,79 \text{ Дж/г},$$

$$\Delta H_{\text{пл}}^{\text{ам}} = 142 \cdot 0,1 \cdot 0,0230 / 0,1 \cdot 0,2 = 16,33 \text{ Дж/г}.$$

Степень кристалличности:

$$\alpha = \Delta H_{\text{пл}} / \Delta H_{\text{пл}}^{\text{кр}} \cdot 100 \%,$$

где $\Delta H_{пл}^{кр} = 117$ Дж/г;

$$\alpha^{кр} = 23,79/117 \cdot 100 \% = 20,3 \%$$

$$\alpha^{ам} = 16,33/117 \cdot 100 \% = 14 \%$$

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что каждый из материалов имеет свои особенности, свои специфические свойства. Наилучшими прочностными свойствами обладает ПЭТФ саженаполненный, что обусловлено наличием углеволокнистого наполнителя.

Литература

1. Пластические массы. – 1998. – № 4. – С. 40.
2. Технологии переработки и упаковки. – 2004. – № 8. – С. 39.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ КОМПОНЕНТОВ В КОМПОЗИЦИЯХ ПОЛИМЕРОВ СО СТАБИЛИЗАТОРАМИ

Е. З. Хрол, В. Ю. Кузьмин

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель Т. А. Бутько

Современный научно-технический прогресс в народном хозяйстве базируется на широком использовании различных типов полимерных материалов, приоритетными представителями которых являются полиолефины. Темпы развития и области применения многотоннажного представителя полиолефинов – полиэтилена, а также композиционных материалов на его основе непрерывно растут, т. к. в связи с созданием новых технологий повышается интерес к материалам, обладающим повышенной стойкостью к действию высоких и низких температур, химикатов, света, погодных условий и т. д.

Возрастающий спрос на композиционные полимерные материалы вызывает необходимость изучения новых эффективных наполнителей, стабилизаторов, создания высоконаполненных полимеров с заранее заданными уникальными свойствами при одновременном снижении их стоимости.

Известно, что свойства полимерных композиционных материалов зависят не только от природы исходных компонентов композиции, но в большей степени определяются поверхностными явлениями, которые протекают на границе раздела фаз – адсорбцией, смачиванием и др. Однако эти явления, играющие важную роль при взаимодействии отдельных составляющих и оказывающие влияние на конечные свойства полимерных композиций, изучены недостаточно [1], [2].

Целью данной работы является оценка характера взаимодействия ряда стабилизаторов класса полидисульфидов с наполнителями полиэтилена – мелом марки ММО и стеклянным ровингом РБТ 1324000030А и установление связи между характером этих поверхностных явлений и устойчивостью композиций.

Исследовали следующие водорастворимые стабилизаторы класса полидисульфидов: полидисульфид галловой кислоты (ПГК); полидисульфид 5-аминосалициловой кислоты (ПАСК); полидисульфид 2-амино-4-нитрофенола (ПАНФ).