

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ БУТЫЛКИ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ЧЕРЕПИЦЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) значительно более устойчивый полимер, чем полиэтилен (ПЭ), ко всем видам старения. Это обусловлено самой природой полимера, так как часть алифатических звеньев $-CH_2-CH_2-$ в макромолекулах ПЭТФ по сравнению с ПЭ замещена на устойчивые жесткие бензольные кольца и полярные сложноэфирные группы. Кроме того, ПЭТФ, как и ПЭ, обладает низким влагопоглощением (доли процента), поэтому не подвержен разрушению под действием закономеренных температур. Поэтому использованные бутылки из ПЭТФ для упаковки безалкогольных напитков, растительного масла и других жидкостей не разрушаются под воздействием климатических факторов, не обостряют экологическую обстановку.

Вместе с тем существует технология утилизации вторичного ПЭ в черепицу из термопластполимеров, в которой роль связующего выполняет ПЭ, а роль наполнителя – песок. Такая черепица обладает рядом преимуществ по сравнению с шифером, керамической черепицей и другими кровельными материалами. Однако у этой черепицы есть один существенный недостаток – сравнительно низкий срок эксплуатации (до 20 лет), обусловленный неустойчивостью полиэтиленового связующего к процессам атмосферного старения. Кроме того, это связующее требует дополнительно специальных мер по стабилизации ПЭ и проведению технологического процесса ее производства.

Цель настоящей работы – обоснование альтернативной замены полиэтиленового связующего на полиэтилентерефталатное для создания черепицы повышенной долговечности.

Нами было проведено искусственное длительное старение 20 образцов материалов из ПЭТФ, различающихся способами получения, степенью ориентации и вытяжки, степенью кристалличности, температурами плавления и, как следствие, исходными значениями эффективной энергии активации процесса термоокислительной деструкции E . В качестве образцов были использованы волокна, нити, гранулы, прутки, куски различных участков пластиковых бутылок и прочее. По результатам старения были найдены коэффициенты α и β , входящие в предэкспоненциальный множитель уравнения для долговечности материалов на основе ПЭТФ:

$$\tau = 10^{\alpha E + \beta} \times \exp(E/RT)$$

В дальнейшем для оценки долговечности любого материала из ПЭТФ требуется лишь экспериментальное определение параметра E по данным динамической термогравиметрии, реализованной методом дериватографии.

Для анализа качества ПЭТФ использованных бутылок были отобраны образцы, которые служили упаковкой для различных жидкостей: минеральной воды, напитков «Спрайт», «Кока-кола», подсолнечного масла - и были произведены разными предприятиями Республики Беларусь, России и Германии.

Исследовались стенки бутылок и их горлышко, пробки из-под бутылок и крепежная полоска от пробки. Изучалось влияние на процесс деструкции ПЭТФ клея из-под этикетки, бумажной этикетки с клеем, красителя полиэтилентерефталатного материала (прозрачные, желтые, зеленые бутылки), остатков подсолнечного масла. Полученные результаты сведены в таблицу.

Таблица

Вариации энергии активации термоокислительной деструкции ПЭТФ в зависимости от источника поступления бутылок и инородных материалов, находящихся на их поверхности

№	Образец	E , кДж/моль
1	Из-под минеральной воды «Дарида» (чистая)	199
2	Та же бутылка, но с клеем из-под этикетки	194
3	Та же бутылка, но с клеем и бумажной этикеткой	187
4	Бутылка зеленая «Спрайт»	198
5	Горлышко от этой бутылки	196
6	Из-под подсолнечного масла «Brolio» (Германия), верхняя часть со следами масла	191
7	Нижняя часть этой бутылки с маслом	165
8	Из-под растительного масла (Россия), верхняя часть без масла	209
9	Дно этой бутылки с маслом	163
10	Из-под «Трайпл - кола» темно-желтая	206
11	Горлышко от этой бутылки	207
12	Полоска белая от белой пробки (бутылка «Дарида»), $T_{пл} = 126^{\circ}\text{C}$	ПЭНД
13	Полоска желтая (бутылка от раст. масла (Россия)), $T_{пл} = 124^{\circ}\text{C}$	ПЭНД
14	Пробка синего цвета (бутылка из-под минеральной воды), $T_{пл} = 125^{\circ}\text{C}$	ПЭНД

Анализ данных таблицы позволяет сделать следующие выводы:

- бутылки различных производителей, не содержащие на своей поверхности инородных материалов, разлагаются с очень высокой

энергией активации, характерной для первичного ПЭТФ. Среднее значение E составляет 201 кДж/моль;

- краситель (зеленый, темно-желтый) не влияет на значение E ;
- горлышко бутылки отлито из того же материала, что и сама бутылка;
- чистые бутылки из-под растительного масла разрушаются с той же энергией активации E , что и бутылки из-под минеральной воды;
- растительное масло, скопившееся на дне бутылки, существенно (с 209 до 163 и с 191 до 165 кДж/моль) понижает E ;
- клей, которым приклеивается этикетка, снижает E на 5 кДж/моль, т.е. незначительно;
- сама бумажная этикетка снижает E еще на 7 кДж/моль, т.е. этикетка с клеем уже заметно снижает (на 12 кДж/моль) E ;
- все пробки на бутылки из ПЭТФ, независимо от цвета, изготовлены из ПЭНД и не могут использоваться вместе с бутылками.

Входной контроль качества материала бутылок на основе ПЭТФ рекомендуется устанавливать по значению параметра E , равному 190 кДж/моль (среднее арифметическое значение E в табл.). Сырье с таким значением E обеспечивает долговечность черепицы с полиэтилентерефталатным связующим при ее эксплуатации в климатических условиях РБ свыше 100 лет, то есть примерно в 5 раз большую по сравнению с черепицей с полиэтиленовым связующим.

Использованные бутылки, независимо от завода-изготовителя и природы содержащихся в них жидкостей, характеризуются небольшими колебаниями E , что гарантирует стабильность качества полимерного сырья, а следовательно, и долговечности в значительной мере готовой продукции. Черепица с ПЭТФсвязующим должна быть вне конкуренции на рынке южных стран с жарким климатом. Даже при круглогодичном режиме эксплуатации (40°C ночью и 60°C днем) эта черепица будет иметь долговечность 30 лет. При таких жестких условиях эксплуатации долговечность черепицы с ПЭсвязующим, даже стабилизированным, не превышает 6 лет.

ЛИТЕРАТУРА

Прокопчук Н.Р., Мардилович А.И., Лосев Ю.П., Пикус М.М. Долговечность черепицы из термопласткомпозиатов // Полимерные композиты-2000: Сб. трудов Межд. науч.-техн. конф./ ИММС НАНБ. – Гомель, 2000. – С.29-30.