

## ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЭТ-УПАКОВКИ

Н.Р. Прокопчук, С.Н. Храмцов, Н.В. Юхимец,  
В.П. Линник, И.Н. Жмыхов

(БГТУ, г. Минск; ОАО «Могилевхимволокно», г. Могилев)

Входной контроль качества ПЭТФ-материала, поступающего на вторичную переработку, имеет очень важное значение для производства высококачественных волокон, нитей, нетканых материалов, перевязочных лент, кровельной основы и другой продукции.

В дополнение к существующим на производстве методам, в частности, к оценке вязкости раствора ПЭТФ, являющейся мерой его молекулярной массы, в БГТУ по заказу предприятия разработана экспресс-методика определения остаточного ресурса полимера на всех стадиях переработки бутылок. Методика основана на расчете энергии активации термоокислительной деструкции ( $E_d$ ) ПЭТФ методом Бройдо по данным динамической термогравиметрии. Она позволяет быстро и надежно оценить влияние на энергию разрыва химических связей в макромолекулах ПЭТФ, а следовательно и на остаточный ресурс работоспособности полимера ( $R$ , %), инородных материалов, находящихся на поверхности бутылок, а также качества оборудования по измельчению бутылок (получению флексов), по грануляции флексов, по переработке гранул вторичного ПЭТФ в конечные изделия. Кроме того, отслеживая ресурс работоспособности ПЭТФ на всех стадиях переработки бутылок, можно определить наиболее рациональные направления вторичной переработки ПЭТФ с учетом будущих условий эксплуатации изделий из него.

Для оценки влияния на  $E_d$ , а затем и на остаточный ресурс работоспособности (долговечность) ПЭТФ-материала, источника поступления бутылок, цвета бутылок и инородных материалов, находящихся на их поверхности были отобраны бутылки разных фирм-производителей, служившие упаковкой для различных жидкостей (таблица 1).

Таблица 1 – Вариации параметра  $E_d$ , долговечности  $\tau$  и ресурса  $P$  материала различных ПЭТФ бутылок

Образец	$E_d$ , кДж/моль	$\tau$ , лет	$P$ , %
1 Из-под минеральной воды «Дарида» (чистая)	199	295	98
2 Бутылка №1, но с клеем из-под этикетки	194	256	85
3 Бутылка №1, но с клеем и бумажной этикеткой	187	209	70
4 Бутылка зеленая от напитка «Спрайт»	198	283	94
5 Бутылка темно-желтая из-под «Трайлл-Кола»	200	300	100
6 Бутылка из-под растительного масла «Brolio» (Германия), верхняя часть со следами масла	191	230	77
7 Бутылка из-под растительного масла (Россия), верхняя часть без масла	200	300	100
8 Нижняя часть бутылки №6 со следами масла	165	111	37
9 Дно бутылки №7 со следами масла	163	107	36

Примечание –  $\tau$  – время, за которое в результате разрыва химических связей макромолекул ПЭТФ при 20°C без воздействия УФ-излучения, механических сил и агрессивных сред (только под воздействием кислорода воздуха и тепловых колебаний атомов) прочность на разрыв материала уменьшится в 2 раза, а изделие из него выйдет из эксплуатации

Анализ данных таблицы 1 позволяет сделать следующие выводы.

1 Бутылки различных производителей, не содержащие на своей поверхности инородных материалов, разрушаются с очень высокой энергией активации, характерной для первичного ПЭТФ (среднее значение  $E_d$  составляет 200 кДж/моль).

2 Краситель (зеленый, темно-желтый) не влияет на значение  $E_d$ .

3 Чистые бутылки из-под растительного масла деструктируют с той же энергией активации, что и бутылки из-под минеральной воды; растительное масло, остающееся на поверхности бутылки, существенно понижает  $E_d$ ,  $\tau$  и  $P$ .

4 Клей, которым приклеивается этикетка, понижает  $E_d$ ,  $\tau$  и  $P$  незначительно.

5 Бумажная этикетка вместе с клеем существенно снижает  $E_d$ ,  $\tau$  и  $P$ .

6 Все пробки, независимо от их цвета, изготавливаются из ПЭНД и не могут использоваться вместе с ПЭТФ бутылками.

Для оценки качества оборудования исследованы флексы, агломераты и гранулы, полученные различными производителями (таблица 2).

Таблица 2 – Вариации параметра  $E_d$ , долговечности  $\tau$  и ресурса  $P$  флексов и агломератов из ПЭТФ бутылок

Образец	$E_d$ , кДж/моль	$\tau$ , лет	$P$ , %
1 Флексы прозрачные (Тайвань)	193	246	82
2 Флексы прозрачные (УП «Белжосистема»)	181	178	59
3 Гранулы из флексов №2	163	107	36
4 Флексы прозрачные (ООО «Аллайн», Россия)	205	347	≈100
5 Агломерат из образца №4 (ООО «Аллайн», Россия)	170	128	35
6 Агломерат (ООО «Пластсервис», г. Новосибирск)	166	116	39
7 Флексы голубоватого цвета (ООО «Спецпластик», Московская обл.)	208	376	≈100
8 Агломерат из образца №7 (ООО «Спецпластик», Московская обл.)	178	160	41

Анализ данных таблицы 2 показывает, что белорусские измельчительные линии существенно уступают по способности сохранять ресурс полимера российским линиям. Агломерат ПЭТФ, получаемый на российских линиях, имеет очень низкий ресурс работоспособности полимера, указывающий на несовершенство оборудования по агломерации ПЭТФ бутылок, в отличие от оборудования по их измельчению.

Таким образом, сырье ПЭТФ, поступающее на предприятие, может сильно отличаться по ресурсу работоспособности полимера. Это выдвигает требования: разработки соответствующих технических паспортов на сырье вторичного ПЭТФ (с градацией его по уровню качества); постоянного входного контроля качества вторичного ПЭТФ по значению  $E_d$ ; обоснования количества добавляемого первичного ПЭТФ к вторичному для получения изделий нужного ассортимента с требуемой долговечностью.