

зоне реакции, снижают температуру пламени, уменьшая тем самым обратный тепловой поток на поверхность горючего материала. Считают, что механизм действия ряда антипиренов (силикаты, алумосиликаты и бораты металлов, фосфаты, их органические производные) обусловлен образованием на поверхности полимера защитного слоя. Механизм действия антипиренов не сводится к какому-то одному эффекту. Например, фосфорсодержащие соединения могут влиять на кинетику газофазных пламенных реакций, на направление деструктивных процессов полимера и на гетерогенные реакции окисления на горячей поверхности материала.

## РЕЦИКЛИНГ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Зинович З.К., Халецкий В.А.

Как волокнообразующий полимер полиэтилентерефталат (ПЭТФ) стал известен с 1941 г. В 50-60-х гг. ПЭТФ используют для производства пленок. И, наконец, со второй половины 70-х гг. сначала в США и Канаде, а затем в Западной Европе полимер применяется для изготовления бутылок для газированных напитков. Последнее обстоятельство привело к резкому увеличению объема производства ПЭТФ: только в Европе с 1982 по 1991 г. оно утроилось составив 680 тыс. тонн ежегодно. Соответственно возрастает и количество отходов полимера.

На сегодняшний день существует два основных подхода к вторичной переработке ПЭТФ: материальный рециклинг и химический рециклинг.

Материальный рециклинг ПЭТФ, как и в случае других типов полимеров, состоит из нескольких стадий: сбор, очистка от загрязнений, измельчение, осушка и высокотемпературная переработка. Однако специфика химических и физических свойств ПЭТФ накладывает отпечаток на все стадии рециклинга. Так на стадии очистки от загрязнений необходимо добиться максимально полного удаления примесей посторонних полимеров (во-первых температура плавления ПЭТФ (256°C) выше чем у остальных пластиков, во-вторых даже незначительное присутствие поливинилхлорида приводит к деструкции и нежелательной окраске ПЭТФ). Степень осушки полимера перед конфекционированием во избежание гидролиза должна быть менее 0.05%, а непосредственно при высокотемпературной переработке в состав пластмассы вводятся удлиители цепи.

Химический рециклинг основан на процессах алкоголиза, чаще всего метанолиза полимера. ПЭТФ при этом разлагается до исходных мономеров (диметилтерефталата и этиленгликоля), которые снова можно использовать в синтезе. Полный метанолиз экономически нецелесообразен, поэтому деполимеризацию проводят до определенного предела. Несмотря на высокое качество регенерированного материала, данный метод обладает рядом существенных недостатков (необходимость тон-

кой очистки сырья, работа при высоких температурах и давлениях, неполная утилизация гликольного компонента).

Тем не менее существующие в настоящее время методы рециклинга ПЭТФ позволяют регенерировать до 80% отходов полимера.

## **РЕЦИКЛИНГ ПОЛИУРЕТАНОВ.**

**Зинович З.К., Халецкий В.А.**

Полиуретаны относятся к крупнотоннажным полимерам. Ежегодно во всем мире производится порядка 6 млн. тонн полиуретанов (ПУ). Используются полиуретаны практически во всех сферах экономики: от мебельной промышленности до автомобилестроения. Поэтому вопросы утилизации отходов этих полимеров приобретают очень важное значение.

Принципиальная возможность и основные подходы к рециклингу ПУ определяются прежде всего структурой и физико-механическими свойствами полимера. Линейные низкоплавкие полимеры могут перерабатываться многократно как обычные термопласты. При этом большое значение приобретает способ измельчения полимера. Раздробление массивных отходов происходит в мельницах молоткового типа. В случае эластичных полиуретанов и особенно эластичных пенополиуретанов используется техника криогенного измельчения. Термопластичные измельченные вторичные ПУ можно перерабатывать в готовые изделия прессованием, экструзией, литьем под давлением как в индивидуальном виде так и с наполнителями (стекловолокно, древесина и др.)

Переработка промышленных и бытовых отходов пеноматериалов на основе ПУ имеет свою специфику. Мелкоизмельченные пенополиуретановые отходы используются чаще всего в качестве наполнителей в различного рода композициях (жидких полиуретановых, на основе термо и реактопластов, резиновых смесей различного состава).

Для утилизации густосетчатых и высокоплавких линейных ПУ в промышленности широко используют химический рециклинг. ПУ как и другие гетероцепные полимеры подвергаются реакциям гидролиза, алкоголиза (гликолиза), аминюлиза. В результате образуются вещества, которые можно использовать в качестве сырья для получения ПУ или других материалов. Реакции деструкции полимера в значительной степени ускоряются при повышенной температуре и давлении, а также в присутствии катализаторов, имеющих основной характер.

Большинство технологических схем химического рециклинга предусматривает неполное разложение ПУ. В результате деструктивных реакций в полимере возникают функциональные группы (гидроксильные, аминные). Добавлением к такому продукту небольшого количества полиизоцианатов можно получать полиуретановые материалы с минимальным расходом изоцианатного компонента.