

## **РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ СЫРЬЕВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭФИРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Жмыхов И.Н.**

**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий  
г. Могилев, Беларусь**

Важной особенностью полиэтилентерефталата (ПЭТ) является относительно легкая переработка его отходов [1]. Основную долю в составе отходов ПЭТ представляют пластиковые бутылки из-под напитков и других продуктов. Совокупность технологических, экологических и экономических факторов объективно способствует росту сбора и переработки, использованной ПЭТ – тары. Примечательно, что объем сбора использованных ПЭТ бутылок в Китае и Японии в 2020 г. составлял около 80 %, в Швейцарии – 90 %.

В мире в 2023 г., по прогнозу PCI (PET Packaging Resin & Recycling Ltd), около 80 % собранной ПЭТ – тары будет собрано порядка 9,7 млн. т ПЭТ-тары за вычетом технологических потерь (1,9 млн. т) при сортировке (отделение побочных составляющих – пробок, этикеток, загрязнений и т.п.), измельчении, очистке (фильтрование, сушка, вакуумирование) и дополиконденсации.

В США из вторичного ПЭТ производится почти половина всех ПЭТ-волокон, а в Западной Европе – самый высокий уровень (более 25 %) переработки вторичного ПЭТ в бутылки.

В разных странах проблема сбора отходов решается разными методами. Есть страны, где в цену продукта (напитка) в ПЭТ-таре входит залоговая стоимость тары, возвращаемая при ее возврате (Швейцария, Германия и др.). В ряде стран установлены так называемые фандоматы (автоматы) для возврата пустой ПЭТ тары. Известна практика сбора бутылок в установленные контейнеры (с маркировкой «Пластик») для отдельного сбора бытовых отходов. Проводится сбор бутылок из общих контейнеров бытовых отходов (локально) или их выборка на полигонах (свалках). При этом эффективны при выборке пластмасс с полигонов автоматизированные станции, работающие с использованием сенсорных датчиков и сканеров.

При переработке вторичного ПЭТ большое внимание уделяется очистке, измельчению и отмывке его отходов. Традиционная схема переработки ПЭТ бутылок в чистые флексы (хлопья), пригодные в качестве сырья для дальнейшей переработки, состоит из следующих основных стадий: сортировки; дробления; первичной воздушной классификации и вибросепарации; флотации; отмывки, полоскания, водоотделения и сушки; измельчения; вторичной воздушной классификации; пылеулавливания. Общая тенденция при этом состоит в сокращении количества технологических стадий (ранее их число достигало 25 и более) для того, чтобы снизить затраты при одновременном обеспечении гарантий качества.

Широкое распространение получил механико-химический способ переработки измельченных и очищенных отходов ПЭТ, при котором они плавятся, гомогенизируются, очищаются от загрязнений и фильтруются в экструдере с дегазацией под вакуумом. После гранулирования продукт может поступать на дополнительную поликонденсацию в твердой фазе, если это требуется для дальнейшего использования ПЭТ.

Области применения перерабатываемых ПЭТ отходов определяются главным образом степенью их загрязненности и молекулярной массой материала. Важной областью применения вторичного ПЭТ является производство текстильных изделий. Около 40 % всего вторичного европейского ПЭТ уходит на производство нетканых материалов и волокон. Реологические и физико-механические свойства вторичного ПЭТ вполне позволяют использовать его также при изготовлении емкостей для моющих средств, бытовой химии. При переработке по принципу «бутылка из бутылки» может применяться так называемая «многослойная технология», когда вторичный ПЭТ оказывается между двумя слоями первичного полимера. Многослойные бутылки могут содержать до 50 % и более вторичного ПЭТ.

Вторичный ПЭТ более низкого качества можно использовать в качестве сырья при производстве клеев и эмалей, в производстве конструкционных материалов (КМ) для строительства, композиционных материалов и т. д. Эксплуатационные свойства таких КМ позволяют изготавливать из них кровельную черепицу, тротуарную плитку, строительные листовые материалы и т. д. Кроме того на основе отходов ПЭТ получают прочный и долговечный материал – полимербетон. Классическими стали такие виды продукции из вторичного ПЭТ, как аморфные листы (для производства коробок и контейнеров методом вакуумного формования) и бандажная лента промышленного назначения. Приблизительно 9 % общего объема использования вторичного ПЭТ занимают различные контейнеры и коробки (для ягод, яиц и т.д.). Перспективны новые направления рециклинга посредством: применения удлинителей цепи, позволяющих восстановить исходное значение молекулярной массы ПЭТ; введения в небольших количествах (от 0,5 до 3 %) в основной полимер в процессе его переработки различных модификаторов.

Можно резюмировать, что процессы переработки ПЭТ отходов имеют многообещающие перспективы в части их широкомасштабной реализации.

В целях широкомасштабной реализации переработки ПЭТ отходов в мировой практике признано целесообразным:

– ввести налогообложение производителей напитков за использование ПЭТ тары и продавцов напитков на разность между количеством проданных бутылок с напитками и количеством, возвращённых их в переработку.

– стандартизировать качественные показатели регранулятов, обеспечивающих их применение в производствах высокотехнологичных нетканых материалов, волокна для ткачества, нитей РОУ, коврового жгутика.

Представители ведущих компаний – участников рынка пластмасс сходятся во мнении, что бывшая в употреблении ПЭТ бутылка может служить экологически обоснованным и экономически выгодным вторичным сырьём при условии развития сбора и переработки полимерных отходов. С учетом быстрого роста интереса к вторичным пластикам уровень сбора наиболее вероятно станет следующим ключевым испытанием для всей отрасли и еще больше подтолкнет производителей и упаковщиков к созданию легко перерабатываемых видов упаковки [2].

#### **Список использованных источников**

1. Керницкий В. И. Переработка отходов полиэтилентерефталата / В. И. Керницкий, Н. А. Жир // Полимерные материалы. – 2014. – № 8. – С. 11-21.
2. Кормильцева, К. А. Переработка пластиковых отходов: полиэтилентерефталат / К. А. Кормильцева, О. А. Тришина // Молодой ученый. – 2022. – № 22 (417). – С. 611-614.