

- дународного научно-технического семинара. – Мн. УП «Технопринт», 2000. – С. 44 – 48.
- Петров Л.К., Шубин М.И. Повышение морозостойкости кирпича на Обольском кирпичном заводе: сб. научных работ НИИСМ вып. 8. - Изд. АН БССР, Минск, 1959 г. – С. 139 – 143.
 - Кинка А.И. Производство кирпича марки 150. М. «Строительные материалы», 1966 г. № 8. С. 27 – 28.
 - А.С. 658109 Линдиль Л.Ф. и др. Керамическая масса. Оpubл. 25.04.79 Бюл. № 15.
 - Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. – Мн. «Наука и техника». – 1975 г. – 320 с.
 - Гаврильчик А.П. Превращения торфа при добыче и переработке. – Мн.: Наука и техника. – 1992. – 199 с.
 - ТУ РБ 10021992.318 - 2001 Торф верховой. (Взамен ТУ РБ 02999289.002 – 96) Срок действия с 10.02.2002 до 10.02.2007. – 9 с.
 - Августиник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат (Ленинградское отделение), 1975 г. – 592 с.
 - Ле Минь Разработка искусственных шихт с использованием побочных продуктов промышленности для строительной керамики. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Ленинград, ЛИСИ, 1984 г. – 19 с.
 - Иваненко А.М., Бозылев В.В., Аксенова В.А. Получение пористых керамических камней с выгорающей добавкой на основе торфа.//Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений: Сб. трудов. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – С. 146 – 151.
 - Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

УДК 691.17+678

Мухин А.В., Драган А.В.

УТИЛИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Введение

Мировое производство пластмасс составляет около 150 млн. тонн с годовым приростом порядка 10%. Треть всех пластмасс представляет собой смесь различных полимеров с органическими и неорганическими добавками, которые придают им необходимые потребительские свойства. Часть из них обеспечивает пластмассовым изделиям устойчивость против природных воздействий биогенного характера, ультрафиолетового излучения. Рано или поздно пластмассовые изделия превращаются в отходы, которые депонируются на свалках-полигонах, сжигаются или перерабатываются. При захоронении на полигонах они в большинстве своем разлагаются крайне медленно и тем самым изменяют экологическую обстановку в не самом благоприятном направлении, ввиду наличия токсичных добавок в виде красителей содержащих также тяжелые металлы. При сжигании пластмасс образуется много мельчайших частиц, аэрозолей, кислот не полностью задерживаемых фильтрами, а также токсичных химических соединений от диоксида до оксидов различных химических элементов, что может катастрофически влиять на наследственные факторы. Для утилизации некоторых видов пластмасс и органических веществ, которые не поддаются рециклингу, отработаны технологии сжигания с целью получения тепловой энергии или пиролизные технологии. Наиболее экономичным путем утилизации пластмасс представляется их переработка и повторное использование в виде новых материалов или изделий. Особенно актуален рециклинг пластмасс для стран с ограниченными запасами углеводородного сырья, к которым относится Беларусь.

Промышленность Республики Беларусь в основном работает на импортируемом сырье, к которому относятся все виды углеводородных материалов. В тоже время в стране производится большой объем пластмасс, а также поступают значительные объемы органических материалов в виде упаковок

различных материалов и изделий. К такому материалу относится полиэтилентерефталат (ПЭТ), который используется в виде тары для всех видов пищевых продуктов, косметических и фармацевтических товаров, ПЭТ-пленок, аудиопленок, радиотехнических изделий и т. д.

1. Полиэтилентерефталат: необходимость и возможность утилизации

Полиэтилентерефталат обладает высокой механической прочностью и ударостойкостью в сочетании с повышенной пластичностью в холодном и, особенно, нагретом состоянии, инертен ко всем пищевым продуктам, нерастворим в воде и почти всех органических растворителях. Кроме того, ПЭТ относится к трудногорючим материалам, не поддерживающим горения в атмосфере воздуха, является физиологически инертным, обладает санитарно-экологическими преимуществами и, поэтому, может использоваться в медицинской и пищевой промышленности, а также в производстве различного рода изделий, предполагающих контакт с человеком.

Производство ПЭТ осуществляется с 60-х годов 20 века. Общий объем потребляемого упаковочного материала для различной продукции, производимой только в РБ, по некоторым данным составляет около 40000 тонн в год, не учитывая объем ввозимой из-за рубежа ПЭТ-тары в составе импортируемой продукции. Оценить объем ввозимой ПЭТ-тары весьма сложно, по самым приблизительным оценкам она составляет около 7% массы упакованных в неё пищевых продуктов, а это десятки тысяч тонн. Следует отметить, что только страны Восточной Европы в настоящее время потребляют около 800000 тонн ПЭТ в качестве тары, а в России выпускается более 3 миллиардов бутылок из ПЭТ. В Республике Беларусь планируется наращивание мощностей производства полиэтилентерефталата до 300000 тонн в год.

В РБ полиэтилентерефталат производится с 1991 года со-

Мухин Анатолий Викторович. К.т.н., профессор каф. строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Драган Александр Вячеславович. Доцент каф. технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

вместным предприятием «Белпак» в виде ПЭТ-гранул, преформ-заготовок для выдувания емкостей, а также как пленки для формования упаковки для различных пищевых продуктов. СП «Белпак» производит ПЭТ как гомополимер, который имеет объемный вес 1,38-1,40 г/см³, температуру плавления 260°C и сохраняет свои основные свойства в диапазоне температур от -60°C до 170°C.

Наряду с рядом существенных достоинств ПЭТ, обуславливающих его широкое применение в различных сферах деятельности человека, в настоящее время весьма остро стоит экологический аспект его широкого использования, связанный с возрастающей необходимостью утилизации вторичного полиэтилентерефталата. Данная задача полностью не решена ни в одной стране мира, поскольку ПЭТ не разлагается естественным путем, а дробление ПЭТ-бутылок и захоронение их в землю или использование дробленки в качестве наполнителя при изготовлении строительных изделий не может рассматриваться как экономически эффективное решение.

2. Технологии вторичной переработки ПЭТ

Существует ряд технологий по переработке собранной ПЭТ-тары. Первым этапом традиционной технологии переработки является дробление ПЭТ-изделий до фракций с размерами 3-10 мм. В дальнейшем дробленка промывается водой и каустической содой и сушится при температуре выше 100°C. Сухая дробленка перерабатывается на литьевых машинах с червячной пластификацией и раздувных машинах при температуре 260-280°C. Качественные изделия отливают в формах с температурой 130-140°C. Очевидно, что некоторые проблемы с переработкой вторичного сырья из ПЭТ-тары возникнут при смешивании изделий из гомополимера и сополимера, который имеет температуру плавления ниже чем первый материал. При температурах выше 300°C происходит разложение полиэтилентерефталата с выделением терефталевой кислоты, ацетальдегида и оксида углерода.

Предварительные исследования возможности получения изделий из ПЭТ путем переработки вторичного сырья показали, что, в основном, использованные ПЭТ-материалы в Республике Беларусь применяются для получения ПЭТ-гранул и дробленки. В мировой практике рециклинговый гранулят пользуется спросом на мировом рынке в качестве одного из компонентов сырья при формовании ПЭТ-бутылок, а также некоторых других изделий и его стоимость составляет около 600 USD за тонну.

В Беларуси используется ряд технологий по переработке ПЭТ-тары и повторному использованию полученного сырья. Так в РУП СКТБ «Металлополимер» (г.Гомель) разработаны технологии и линии для измельчения и мойки отходов ПЭТ, а также получения ПЭТ-агломерата. Объединение «Химволокно» разработало технологию переработки ПЭТ-материалов в установках метанолиза, в г. Гродно используется установка для получения ПЭТ-гранулята из ПЭТ-материалов. На заводе ЖБИ в г. Барановичи имеется пример применения вторичного ПЭТ в качестве связующего материала при производстве черепицы. Известна также возможность сжигания отходов из ПЭТ-материалов как добавок к твердому топливу.

В то же время в зарубежных источниках имеются также сведения о возможности получения из ПЭТ волокон, нетканых полотен (Jingau Enterprise Co. Ltd, Тайвань), ПЭТ-листов различной номенклатуры («АХХИС» и «Barlo Plastics», Бельгия; «Simona» и «Eastman», Германия), связующих веществ

для некоторых строительных материалов (ООО «СКАБ-2000», Россия) и др.

Однако большинство технологий получения изделий из ПЭТ предусматривают использование в качестве сырья дорогостоящего первичного ПЭТ-гранулята, стоимость которого на мировом рынке составляет 900 – 1200 USD за тонну. В то же время далеко не всегда требуется получение ПЭТ-изделий, оптимизированных по всем своим физико-механическим и декоративным свойствам и имеющих, соответственно, относительно высокую стоимость. В ряде случаев имеются лишь ограничения по некоторым свойствам, а эстетические характеристики вообще играют второстепенную роль. Их получение вполне возможно при использовании вторичного сырья из использованных ПЭТ-изделий, имеющего минимально достаточные качественные характеристики, стоимость которого в 3-5 раз ниже.

Так например, перспективным направлением является получение сырья из утилизированной ПЭТ-тары и изготовление из него материалов в виде листов и погонажных изделий, которые могут быть использованы при реконструкции и ремонте зданий и сооружений. Также возможно применение ПЭТ для защитных покрытий металлических и бетонных поверхностей вместо полиэтилена путем нанесения его в порошкообразном виде на горячие металлические поверхности или продувом через газо-ацетиленовое пламя на бетонные или металлические конструкции или изделия [1]. Учитывая, что температура плавления полиэтилентерефталата в несколько раз выше, чем полиэтилена, область его применения с использованием упомянутой технологии может быть намного шире. ПЭТ можно применять также для защиты трубопроводов горячей воды и пара, радиаторов отопления и т. д.

Необходимо отметить, что возможно получение сырья различного уровня качества из дробленой ПЭТ-тары в виде гранулята нетрадиционной технологией с использованием установок пульсирующего горения [2] с расплавлением пластмассовой крошки в струе продуктов, горения и охлаждением расплава в воде с одновременной его промывкой и сортировкой, а также применять получаемый расплавленный продукт для защитных покрытий.

Заключение

Таким образом, подобная постановка задачи утилизации ПЭТ способствует решению двух крупных практических задач: создания новых, востребованных в различных отраслях народного хозяйства материалов и изделий, а также улучшения экологической ситуации за счет изъятия из окружающей среды практически неразлагаемых ПЭТ-отходов. Комплексный, научно обоснованный подход к характеристикам и технологиям получения вторичного сырья из отработанных ПЭТ-изделий и его использования предполагают удешевление конечного продукта и получение за счет этого значительного экономического эффекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии / Под. Ред. И.В. Семеновой – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336с.
2. Северянин В.С., дерещук Е.М. О перспективах использования пульсирующего горения // Известия вузов: Энергетика, 1977, №5, с. 138-141.