

ЛИТЕРАТУРА

1. Полимерный композиционный материал на основе терпеноидного сырья для производства пластиковых лыж / И.А. Латышев, Е.И. Гапанькова, А.В. Полховский, А.В. Бильдюкевич, С.В. Шетько, С.А. Прохорчик, А.Ю. Ключев, Н.Г. Козлов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – Вып. 233. – С. 208–220.
2. Композиты полимерные. Определение массы на единицу площади препрегов : ГОСТ 34649-2014. – Введ. 01.09.2015. – М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с.
3. Композиты полимерные. Препреги. Метод определения содержания исходных компонентов в препреге : ГОСТ Р 56796-2015. – Введ. 01.01.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
4. Композиты полимерные. Препреги. Метод определения содержания летучих веществ в препреге : ГОСТ Р 56789-2015. – Введ. 01.01.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
5. Арматура стеклопластиковая. Технические условия: СТБ 1103-98. – Введ. 01.10.1998. – Минск : Издательство стандартов, 1998. – 36 с.

УДК 678.5.002.8

Хаппи Вако Б. Ж., Шрубок А.О.

(Белорусский государственный технологический университет)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЭТ-ОТХОДОВ В ПОЛИМЕРНЫЕ ПОРОШКИ

Полиэтилентерефталат (ПЭТ) является одним из широко используемых полимеров в производстве полимерных волокон, тары, пищевой упаковки, изделий технического назначения. Мировой объем производства ПЭТ в 2000 г. составил около 0,7 млн. т, а в 2021 г. – около 20 млн. т [1]. Вместе с ростом потребления ПЭТ возрастает и объем образующихся и накапливаемых отходов. ПЭТ-отходы представляют собой небиоразлагаемые углеводородные материалы, накопление которых приводит к значительному загрязнению окружающей среды. В связи с этим, анализ и разработка новых способов переработки ПЭТ-отходов являются актуальными задачами и направлены на сокращение расходов на производство первичного ПЭТ, защиту окружающей среды и решение проблемы утилизации отходов.

Наиболее распространен механический способ переработки ПЭТ-отходов с получением ПЭТ-хлопьев. Вторичный ПЭТ применяют как

сырье для получения волокон, нетканого полотна, изделий технического назначения, компонентов строительных материалов. Присутствие загрязнителей, влаги и продуктов деструкции в ПЭТ-хлопьях ограничивает сферы их применения.

Перспективным направлением использования ПЭТ-отходов представляется переработка их в порошки. ПЭТ-порошки могут использоваться при получении коррозионностойких, антифрикционных полимерных покрытий, композиционных материалов [2–3]. Традиционным методом получения полимерных порошков из ПЭТ является механическое измельчение предварительно охлажденных в жидком азоте ПЭТ-гранул. Такой способ характеризуется большим расходом жидкого азота и высокими удельными энергозатратами на измельчение. Одним из альтернативных методов получения ПЭТ-порошков является сольвентный способ, который заключается в растворении полимера в подходящем растворителе с последующим осаждением его из раствора. К преимуществам данного метода относится возможность получения полимерного порошка высокой степени чистоты, дисперсности и удельной поверхности.

Был разработан сольвентный способ переработки ПЭТ-отходов, включающий в себя следующие стадии: приготовление раствора ПЭТ в малотоксичном органическом растворителе, очистка от механических примесей, осаждение ПЭТ из раствора, осушка осадка, механическое измельчение полученного осадка до мелкодисперсного состояния (порошка).

В данной работе объектами исследования являлись полимерные ПЭТ-порошки, полученные из отходов ПЭТ-бутылок и полиэфирных волокон. Структурные особенности ПЭТ-порошков были исследованы с помощью методов термогравиметрии (TGA/DSC-1/1600 HF MettlerToledo) и ИК-спектроскопии (Фурье спектрометр Инфраспект ФСМ 1202). Изучение распределения размеров частиц ПЭТ-порошков проводили на лазерном анализаторе Analizette 22 MicroTec Fritsch и с помощью оптической микроскопии (Микромед 3 ЛЮМ).

Установлено, что увеличение соотношения растворитель: ПЭТ при получении полимерных порошков от 10 : 1 до 30 : 1 приводит к возрастанию степени кристалличности от $12,8 \pm 0,5$ до $56,0 \pm 0,5\%$. Это обусловлено образованием сферолитов и их превращением в кристаллиты при взаимодействии органического растворителя с ПЭТ. При этом тип использованных ПЭТ-отходов (волокна или бутылки) при получении полимерных порошков мало влияет на соотношение кристаллической и аморфной фазы в них.

Исследование распределения размеров частиц ПЭТ-порошков (рисунок 1) показало, что дисперсность и гранулометрический состав порошков зависит от эффективности последней стадии процесса (механического измельчения) и структурных особенностей порошков.

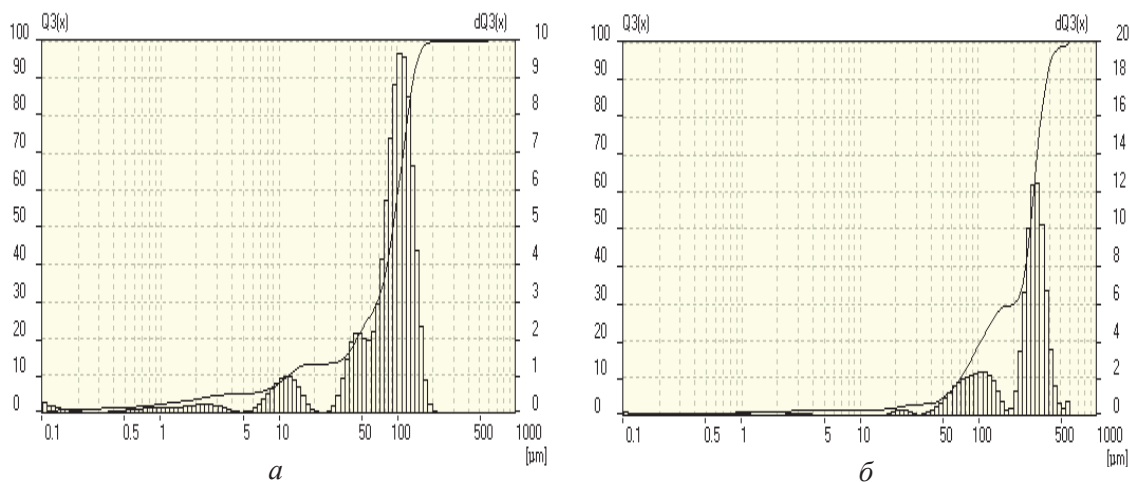


Рисунок 1 – Распределение размеров частиц ПЭТ-порошков

Проведение дополнительной стадии механического измельчения осажденного ПЭТ позволяет получать мелкодисперсные порошки. Например, в порошках ПЭТ, полученных из отходов волокон, до 65% частиц имеют размер до 100 мкм и 35% размер от 100 до 200 мкм (рисунок *а*). В случае если после осушки осажденного порошка ПЭТ не осуществлять его механическое измельчение до мелкодисперсного состояния, размер частиц получаемых порошков составит до 500 мкм (рисунок *б*). Размер получаемых порошков предопределяет сферы его применения. В работе [4] показано, что мелкие фракции (менее 100 мкм) полимерных порошков могут использоваться для нанесения покрытий трибозарядным методом, а грубые фракции – при получении композиционных материалов методом экструзии и формования.

Таким образом, в работе показана возможность переработки отходов ПЭТ в полимерные порошки. Структурные свойства и гранулометрический состав ПЭТ-порошков зависят от условий их получения (соотношение растворитель : ПЭТ; тип отхода; эффективность измельчения). ПЭТ-порошки, полученные сольвентным способом, являются перспективным сырьем для получения полимерных покрытий, композиционных материалов или замены первичного ПЭТ в производстве волокон, тары и т.п.

Работа выполнена в рамках государственного задания 6.6 «Разработка научно обоснованных технологических приемов регулирования структурно-механических свойств и стабильности битумных вяжущих

для дорожного и коммунального строительства» ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма 8.6 «Строительные материалы, конструкции, технологии» (2021–2025 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

1. An analysis of European plastics production, demand and waste data // Plastics Europe (the Association of Plastics Manufacturers in Europe) and EPRO (the European Association of Plastics Recycling and Recovery Organizations). URL: <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/12/Plastics-theFacts-2021-web-final.pdf> (date of access: 06.09.2022).

2. Properties of post-consumer polyethylene terephthalate coating mechanically deposited on mild steels / E. Silva [et al.] // Coatings. – 2019. – N 9(1). – PP.1–11.

3. Production and characterization of thermally sprayed polyethylene terephthalate coatings / L.T. Duarte [et al.] // Surface Coatings Technology. – 2004. – N182 (2–3). – PP. 261–267.

4. Иноземцева, Е. В. Низкоплавкие термопластичные полиэферы в процессах порошковой технологии / Е. В. Иноземцева, О. Р. Юркевич // Пластические массы. – 2012. – № 4. – С.53–57.

УДК 541.15

Рагожкин Н.С., Валько Н.Г.

(ГрГУ им. Янки Купалы)

Касперович А.В., Боброва В.В.

(Белорусский государственный технологический университет)

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И ПЛОТНОСТЬ РЕЗИН

В настоящее время одно из самых перспективных научно-практических направлений в физике полимеров является модификация эластомеров ионизирующим излучением с целью разработки режимов управления их эксплуатационными свойствами. В работах [1-2] установлено, что действие ионизирующим излучением приводит к существенному изменению их свойств. Так, в частности, увеличивается условная прочность и степень кристалличности эластомеров после облучения их рентгеновским излучением (33 кР/ч), что связано с увеличением числа межмолекулярных связей.

В данной работе представлены результаты исследования рентгеновского излучения с мощностью экспозиционной дозы 50 кР/ч на степень