УДК 620.022

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ивановский С.К., Бахаева А.Н., Жерякова К.В., Ишкuvatова А.Р.

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: iar_1994@mail.ru*

В данной статье поднимается проблема накопления и утилизации твёрдых бытовых отходов. Приведён состав отходов по сегментам. Показано, что одним из способов утилизации полимерных отходов является создание композиционных материалов на основе вторичных полимеров. Сделан вывод о том, что выбор конкретного способа переработки определяется на основании показателю текучести расплава.

Ключевые слова: твёрдые бытовые отходы, полимерные отходы, полимерные композиционные материалы, показатель текучести расплава, способы переработки

TO THE QUESTION OF PROCESSING OF THE POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS

Ivanovsky S.K., Bakhaeva A.N., Jeryakova K.V., Ishkuvatova A.R.

*Magnitogorsk state technical university named after G.I. Nosov, Magnitogorsk,
e-mail: iar_1994@mail.ru*

In this article the problem of accumulation and utilization of firm household waste rises. The structure of waste on segments is given. It is shown that one of ways of utilization of polymeric waste is creation of composite materials on the basis of secondary polymers. The conclusion that the choice of a concrete way of processing is defined on the basis to a fusion fluidity indicator is drawn.

Keywords: flotation, municipal solid waste, polymeric waste, polymeric composite materials, fusion fluidity indicator, ways of processing

В настоящее время экологическую ситуацию в мире можно охарактеризовать как близкую к критической. Одной из наиболее серьёзных экологических проблем, стоящих перед многими промышленно – развитыми странами, является загрязнение окружающей среды бытовыми и промышленными отходами, которые обладают такими нежелательными свойствами, как токсичность, канцерогенность, мутагенность, реакционная способность и пожароопасность.

Твердо-бытовые отходы содержат 40% бумажных и картонных отходов; 25% пищевых отходов; 15% полимерных отходов; 5% металлов; 5% отходов стекла; 5% текстиля, и 5% составляют другие отходы [5].

Среди полимерных отходов лидирующие позиции удерживает полиэтилентерефталат (ПЭТ), т.к. его содержание в общей массе полимерных отходов составляет 25%; 15% занимает полиэтилен высокой плотности, 15% полиэтилен низкой плотности, 12,5% полипропилен; 6,3% полистирол, 5% поливинилхлорида, и 21,2% составляют другие полимеры. Возникает проблема утилизации отходов. Одно из направлений – создание композиционных материалов на основе вторичных полимеров [6].

Полимерные композиционные материалы – материалы на основе полимеров и на-

полнителей неорганической и органической природы. Получение таких материалов имеет принципиальное значение: оно позволяет значительно расширить круг полимерных материалов и разнообразие их свойств уже на основе созданных и выпускаемых промышленностью полимеров. Физико-химическая модификация существующих полимеров, их комбинация с веществами иной природы, иной структуры – это один из перспективных путей создания материалов с новым необходимым комплексом свойств.

Использование различных смесей полимеров, добавок, наполнителей и способов их обработки, введение их в полимер как в процессе синтеза, так и при переработке позволяет получать полимерные композиционные материалы разной структуры, с требуемым набором эксплуатационных свойств.

В зависимости от назначения композиционных полимерных материалов, с целью экономии дорогостоящего сырья, с учетом среды эксплуатации и декоративных требований, можно широко варьировать процентным содержанием исходного сырья и получать изделия с различными физико – механическими показателями, окраской и другими эксплуатационными свойствами [2, 3].

Поэтому при переработке пластмасс необходимо знать свойства исходного полимерного сырья, добавок, способы их подготовки перед введением в полимер, влияние параметров переработки и разного вида пластмассоперерабатывающего оборудования на технологические и эксплуатационные свойства материалов, условия применения.

Полученные композиционные материалы необходимо перерабатывать. Переработка полимерного материала или композиции начинается с оценки перерабатываемости, критерием которой является технологичность. Под термином «технологичность» подразумевается комплекс показателей его реологических свойств, так как не существует одного универсального показателя, по величине которого можно было бы судить о технологических свойствах полимерного материала. Когда речь идет о переработке нового композиционного материала или создании изделия принципиально нового типа, то во многом приходится полагаться на модельный эксперимент [7, 8].

Существует несколько способов переработки композитов. Кратко охарактеризуем каждый из них.

Литье под давлением – метод переработки пластмасс, заключающийся в заполнении оформляющей полости расплавом полимера под давлением и последующей фиксации формы изделия путем ее охлаждения или отверждения за счет протекания химических реакций. Этим методом перерабатываются термопластичные, термореактивные полимеры, термоэластопласты и резины.

Процесс литья под давлением широко используется потому, что позволяет получать детали сложной формы с арматурой, с элементами точных размеров, а производство трехмерных деталей может быть проконтролировано и спрогнозировано литьем под давлением точнее, чем другими методами [1].

Переработка полимерных материалов на валковых машинах включает в себя вальцевание, каландрование, каширование, ламинирование, дублирование.

Вальцевание – периодический или непрерывный процесс, применяемый для пластикации, смешения и гомогенизации, листования на вальцах каучука, полимеров и сополимеров, различных композиций на их основе, а также введения различных ингредиентов, таких как: наполнителей, красителей и пигментов, пластификаторов, антипиренов, вулканизирующих и других добавок. Этот процесс состоит в многократ-

ном проходе полимерного материала через зазор между двумя полыми цилиндрами, вращающимися навстречу друг другу [1].

Каландрование – процесс продавливания полимерного материала через зазор вращающимися навстречу друг другу обогреваемыми полыми цилиндрами, при котором образуется бесконечный лист, рулонный материал или погонажное изделие.

В отличие от вальцевания при каландровании полимерный материал проходит через один зазор между валками только один раз. Для получения необходимой фактуры поверхности, толщины каландруемого изделия полимерный материал пропускают через несколько зазоров. В зависимости от назначения изделия и вида материала количество валков каландра может колебаться от 2 до 5 [1].

Каширование – процесс получения рулонного материала путем расплавления полимерных гранул или порошка в межвалковом зазоре и совмещение его с другими пленками или основанием на валках кашировальной машины.

Получение многослойных рулонных материалов производится на кашировальных машинах. Кашировальные машины состоят из валков различных диаметров и расположения, в которых имеются плавильные, отклоняющие и дублирующие валки.

Ламинирование – процесс нанесения расплава полимера, полученного на экструзионном оборудовании из плоскощелевой головки, в виде покрытия на различные виды основ (полимерные пленки, ткани, бумагу, картон, сетки) в зазоре валкового оборудования. В качестве такого оборудования используют ламинаторы. С помощью ламинатора производят дублирование и каширование по толщине рулонного материала.

Дублирование – процесс совмещения рулонных и листовых материалов разной природы под воздействием температуры и давления. В зазор между обрезиненным валком и обогреваемым полированным валком каландра поступает отформованный полимерный материал и другой полимерный материал или основа. Под давлением обрезиненного валка и воздействия температуры полированного валка происходит совмещение материалов.

Дублирование можно производить как однородных материалов, имеющих одинаковую и разную окраску, так и с различными видами основ, такими как бумага, картон, войлок, нетканые материалы, сетчатые материалы, ткани [1].

Экструзия – технологический процесс получения полуфабрикатов или изделий различной формы путем продавливания расплава полимера через формующую головку (фильеру).

Основное отличие между экструзией и литьем под давлением заключается в том, что экструзионные процессы непрерывные, более длительные и осуществляются при относительно низком давлении в пределах 1,4 – 10,4 МПа (в некоторых случаях достигает 70,0 МПа). В литье под давлением процесс непродолжительный, а давление может быть 14 – 210 МПа.

Если необходимо приготовить композицию, в состав которой входили бы пластификаторы, стабилизаторы, наполнители, сшивающие агенты и другие добавки, в червячных прессах используют червяки со смесительными элементами, два, четыре и более червяков, дисковые, диско – червячные и червячно-дисковые экструдеры [1].

Методом экструзионного раздувного формования изготавливают различные емкости вместимостью от нескольких миллилитров до 3000 л. К этим изделиям относятся бутылки, канистры, контейнеры, бочки, флаконы, тубы.

Практически все термопласты перерабатываются методом раздувного формования (крупнотоннажные полимеры: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол и целый ряд конструкционных пластмасс).

В экструзионном выдувном формовании заготовка, сформированная в червячной зоне, из плавителя червяком подается через зазор головки. Непрерывная заготовка проходит через фильеру. Из копильника расплав полимера периодически за требуемый промежуток времени продавливается через фильеру, соединенную каналами с экструдером и копильником, в пространство между плитами узла смыкания, на которых крепятся полуформы.

К трубчатой заготовке подводят полуформы так, чтобы заготовка размещалась симметрично к формирующим поверхностям, а затем полуформы смыкаются. После смыкания полуформ производится раздув заготовки. Сжатый воздух давлением порядка 0,15 – 0,5 МПа, в зависимости от вида полимера, размеров изделия и его толщины, подается в форму. Во время прижима заготовки к относительно холодной поверхности формы в процессе раздува происходит охлаждение изделия. Затем форма открывается, изделие извлекается, а затем цикл повторяется [1].

Пневмоформование объединяет несколько методов: вакуумное, пневматическое и механическое формование нагретых термопластичных материалов, при этом возможны комбинации перечисленных методов. Широкое применение пневмоформования объясняется: простотой, компактностью, дешевизной машин для вакуумного, пневматического и механического формования, более простым и дешевым способом изготовления вакуумных форм.

При пневмовакуумном формовании происходят три основных процесса: нагрев листа, формование его, охлаждение изделия.

В машинах для пневмовакуумного формования используют различные методы нагрева листа, отличающиеся по способу подвода тепла к его поверхности: радиационный, конвективный и контактный. От нагреваемой поверхности в массу листа тепло распространяется путем теплопроводности.

Для формования изделия используют полимеры, которые имеют явно выраженную область высокоэластичного состояния (большинство аморфных полимеров). Полиэтилентерефталат практически не перерабатывается таким методом из-за отсутствия высокоэластичного состояния и низкой вязкости расплава, но смеси полиэтилентерефталата с другими полимерами (например, с каучуком, АБС – пластиком, полиэтиленом) могут хорошо формоваться [1].

Прессование часто применяется при проведении экспериментальных работ и в промышленном производстве. Методом прессования, в основном, перерабатывают реактопласты: фенопласты, аминопласты, эпоксисоединения, полиуретаны, кремний-органические соединения, а из термопластов: полиамиды, фторопласты, полиимиды, полисульфоны.

Прессование разделяется на способы: компрессионное (прямое) – оно чаще всего применяется на практике, литьевое (трансферное).

Процесс прямого прессования имеет ограничения, так как очень сложно получить тонкостенные высокой точности изделия сложной конфигурации или насыщенные арматурой.

Ротационное формование используется для изготовления из полимерных материалов полых изделий различной формы. Ротационному формованию можно подвергать термопластичные и терморезистивные полимерные материалы в порошкообразном или вязкотекучем исходном состоянии.

Для получения изделий с монолитной стенкой применяют полиэтилен, пластизо-

ли, полиамиды, полипропилен, поликарбонат, ацетат целлюлозы, эластомеры, эпоксидные и полиэфирные компаунды. Для модификации свойств полимеров и готовых изделий широко используются различные добавки: термо- и светостабилизаторы, пигменты, антипирены, наполнители и стекловолокно, вспенивающие агенты.

Ротационное формование применяется для производства изделий самого широкого ассортимента, имеющих внутренние и наружные поверхности сложной геометрической формы, стенки одинаковой или разной толщины и размеры от небольших до крупногабаритных. Этим способом можно получать изделия с толщиной стенки до 20 мм [1].

При выборе способа переработки крупнотоннажных термопластов необходимо определить показатель текучести расплава (ПТР). Под ПТР понимают массу расплава полимера в граммах, вытекающую через калиброванный капилляр стандартных размеров под действием фиксированной нагрузки при выбранной температуре расплава определенной для каждого полимера за 10 мин. или пересчитанную на длительность истечения 10 мин.

Оценка термопластов по их ПТР является основой для классификации марочного ассортимента по тому основному технологическому способу, который рекомендуется для переработки в изделия. В таблице 1 представлена зависимость способа переработки полимерных материалов от ПТР [4].

Зависимость способа переработки полимерных материалов от ПТР

Показатель текучести расплава (ПТР), г/10 мин	Способ переработки
0,03	прессование
0,30-3,00	экструзия
5,00-20,00	литье под давлением
15,00-30,00	производство волокон

Необходимо отметить, что указанные рекомендации не являются строгими.

Таким образом, можно сделать вывод, что существует несколько способов переработки композиционных материалов и выбор конкретного способа переработки определяется на основании показателю текучести расплава.

Список литературы

1. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантия (ред.); пер. с англ. Под ред. Г.Е.Зайкова – СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.
2. Гукова В.А., Ершова О.В. Эксплуатационные характеристики композиционных материалов на основе вторичного полипропилена и техногенных минеральных отходов // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 11. С. 149 – 154.
3. Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.В. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 26; URL: www.science-education.ru/116-12363 (дата обращения: 18.12.2014).
4. Ивановский С.К., Гукова В.А., Ершова О.В. Исследование свойств вспененных композитов на основе вторичных полиолефинов и золы уноса // В сборнике: Тенденции формирования науки нового времени Сборник статей Международной научно-практической конференции: В 4 частях. отв. редактор А.А. Сукиасян. г. Уфа, республика Башкортостан, 2014. С. 18-24.
5. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) // Молодой учёный. 2013. № 5. С. 123 – 125.
6. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.В., Ершова О.В. Исследование возможности получения композиционных материалов на основе вторичных полимеров // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 212; URL: www.science-education.ru/118-14200 (дата обращения: 15.12.2014)
7. Элиасов, Б.Л. Сравнительный анализ реологических свойств отечественного и импортного пластиков [Текст] / Б.Л. Элиасов, Д.М. Могнонов, Е.В. Рогов, Ю.Е. Дорошенко. Российский химико-технологический университет им. Менделеева, г. Москва // Научно-технич. журн. Пластические массы – 2001, декабрь. – М.: ЗАО НП, 2001.
8. Gukova V.A., Ershova O.V. The development of composite materials based on recycled polypropylene and industrial mineral wastes and study their operational properties // В сборнике: European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Vienna, 2014. С. 144-151.