

Давыдов А. Н.

ПЕРЕРАБОТКА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПЭТФ ЭКСТРУЗИОННЫМ СПОСОБОМ

Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Беляева П. С.

*ТГТУ, Кафедра «Переработка полимеров
и упаковочное производство»*

До сих пор уровень потребления полимеров в России все еще остается самым низким в мире, особенно по сравнению с развитыми промышленными странами. В то же время темпы роста их производства, переработки и потребления одни из самых высоких — до 35 процентов в год. Быстрый рост потребления вызван в основном стремительным развитием пищевой, упаковочной отраслей, сельского хозяйства — пленки (упаковочные, термоусадочные, для укрытия строек и теплиц, парников), пакеты, бутылки, флаконы, разовая посуда стали нашими повсеместными и повседневными спутниками [1].

Проблема вторичной переработки полиэтилентерефталата (ПЭТФ) является актуальной, т.к. объем выпуска упаковок из этого материала, преимущественно одноразового использования, постоянно увеличивается. Использование отходов пластмасс в качестве конструкционного материала является экономически выгодным, но реализовать это достаточно сложно технологически, поскольку свойства вторичного полимерного сырья обычно несколько хуже первичного из-за процессов деструкции, протекающих в материале при эксплуатации изделий, их хранении, повторной переработке, а также из-за наличия загрязнения в них.

Одним из возможных направлений вторичной переработки ПЭТФ является использование его для модификации вторичного полиэтилена. В целом ПЭТФ имеет хорошие физико-механические характеристики и неплохо совмещается со всеми марками полиэтилена. Высокая температура плавления ПЭТФ затрудняет его совместную переработку с полиэтиленом из-за опасности термодеструкции последнего.[2] Путем совмещения ПЭТФ и литьевого ПЭВП получают композиции со следующими характеристиками: при содержании 40% (вес.) ПЭТФ температура плавления смеси составит 149° С, вязкость расплава $10,2 \text{ Па}\cdot\text{с}\times 10^{-3}$, а показатель текучести расплава 1,5-3 г/10мин.[3] Использование отходов полимеров при производстве композиционных строительных материалов вызывает необходимость определенных изменений в аппаратурном оформлении процессов переработки. Если говорить о наиболее широко применяемом для переработки отходов методе экструзии, то из этих

особенностей необходимо отметить следующие: наличие в питательном бункере ворошителя и шнека для облегчения условий подачи материала в зону загрузки экструдера; коническую форму цилиндра в зоне загрузки для повышения степени сжатия материала; достаточную длину червяка (отношение L/D не менее 25) для хорошей гомогенизации и исключения пульсации; обязательное наличие зоны разряжения для дегазации расплава, обеспечивающая удаление летучих компонентов, образующихся при переработке загрязненных отходов; наличие фильтров в головке экструдера.[4]

Для получения композиционных материалов из отходов полимерных материалов применяются блочные установки. Основным блоком перерабатывающей установки «Reverser» Японской фирмы «Mitsubishi Petrochemical» является экструдер с мощностью привода 90 кВт, диаметром шнека 253 мм и отношением $L/D=3,75$. На выходе экструдера сконструирована гофрированная насадка диаметром 420мм. Благодаря выделению тепла при трении и сдвиговым воздействиям на полимерный материал он плавится за короткий промежуток времени, причем обеспечивается быстрая гомогенизация расплава. Изменяя зазор между конусной насадкой и кожухом, можно регулировать усилие сдвига и силу трения, изменяя при этом режим переработки. Поскольку плавление происходит очень быстро, термодеструкции полимера не наблюдается. Система снабжена узлом дегазации, что является необходимым условием при переработке вторичного полимерного сырья. Другой тип экструдера для переработки смешанных отходов имеет короткий шнек длиной 5 диаметров с трехзаходной нарезкой. Конец шнека срезан перпендикулярно его оси. Ровная лобовая поверхность вращается относительно неподвижной плоскости основания цилиндра. В пространстве между этими плоскостями возникает зона сдвиговых нагрузок, диспергирующее действие которой сравнимо с действием дискового пластикатора (отличается высокой диспергирующей и гомогенизирующей способностью) т.е., работает по принципу использования эффекта нормальных сил, возникающих при сдвиге вязкоэластичного материала между вращающимся и неподвижным дисками.[7] Поступающая масса под давлением, возникающим в каналах шнека, и вследствие трения о стенки цилиндра уплотняется. Переход в пластичное состояние происходит в пространстве между лобовой поверхностью шнека и корпусом цилиндра в результате интенсивных сдвиговых усилий и выделяющейся при этом теплоты рассеяния. Такой метод пластикации имеет два основных преимущества: очень короткое время пребывания материала в пластичном состоянии (от долей секунды до нескольких секунд) и саморегулирование вязкости расплава, так как частицы массы с вязкостью выше среднего значения подвергаются большим сдвиговым нагрузкам и претерпевают более сильное тепловое воз-

действие, что автоматически ведет к понижению вязкости. Широко используются для переработки смешанных отходов двухшнековые экструдеры. Получение композиционных полимерных материалов методом экструзии обеспечивает в применяемом для этого оборудовании четко определенное время пребывания перерабатываемого материала при температуре пластикации и исключает его «задержку» в зоне высоких температур. Это предотвращает перегрев и термодеструкцию материала. Равномерность прохождения полимера по цилиндру обеспечивает хорошие условия для дегазации в зоне пониженного давления, что позволяет удалять влагу, продукты деструкции и окисления и другие летучие, как правило, содержащиеся в отходах.

Большой опыт, достигнутый при переработке отходов некоторыми зарубежными фирмами, позволяет им использовать индивидуальные полимерные отходы без смешения с товарным продуктом. Однако в этом случае большое значение приобретает сортировка, классификация и дополнительное смешение материала с необходимыми добавками. Отходы после предварительного испытания в лаборатории сортируют, затем при необходимости измельчают, просеивают, сушат, уплотняют и в зависимости от качества складывают в промежуточных бункерах. Далее в промежуточных смесителях осуществляется введение стабилизаторов и других добавок, а также, если требуется, наполнителей. После этого в пластосмесителях экструзионного типа или в двухчервячных экструдерах проводят гомогенизацию расплава с одновременной дегазацией и удалением инородных включений фильтрованием. Контроль процесса на различных стадиях осуществляется по следующим показателям: степень загрязнения, термостабильность, уровень дегазации, изменение молекулярной массы, текучесть, гомогенность расплава, прочностные характеристики [5]. Особенностью переработки ПЭТФ является наличие предварительной стадии сушки материала, обеспечивающая удаление из него влаги. Это позволяет исключить процесс гидролиза ПЭТФ, который идет при наличии воды. При переработке отходов пластмасс необходимо определять степень загрязнения их другими материалами такими, как металлобумажные продукты, стекло и процентный состав в случае переработки комбинированных полимерных материалов. Первой задачей является сортировка и разделение пластмасс от побочных материалов. Второй шаг – полимерные фракции разделены в отдельные полимерные группы ПЭНД, ПЭВД, ПП, ПС, ПЭТФ. Если ПЭТФ является целевым материалом, то требуется дополнительная сортировка для удаления таких материалов как ПВХ, полиолефины и другие полимеры. Каждый шаг имеет свои тонкости и имеет большое влияние на конечное качество полимера. Требуется строгое соблюдение технологических параметров таких, как температура воды при разделении ПЭТФ от полиолефинов (крышки),

температура раствора NaOH для очистки ПЭТФ от клея, влажность материала перед экструзией и т.д.

При получении изделий из вторичного ПЭТФ методом экструзии необходимо строго следить за качеством измельченных частиц ПЭТФ перед регрануляцией. ПЭТФ подвержен во время экструзионного процесса деструкции. Это значит, что необходимо восстановить исходный молекулярный вес при помощи твердофазной конденсации. Во время конденсации одновременно происходит деконтаминация (очистка) от вредных веществ.

Эти термические процессы влияют отрицательно на цвет полимера. Наблюдается пожелтение материала. Для повторного пользования этот эффект не желателен, поскольку он ограничивает количество годного регранулята при производстве новых бутылок. Коррекцию цвета получаемых бутылок из ПЭТФ с использованием регранулята осуществляют с помощью специальных добавок (например, „COLORSAFE“).

В зависимости от требований и типа изделий возможно применение и 100% вторичного ПЭТФ для производства не ответственных изделий.[6]

Список литературы

1. Пластические массы, 2002, №12, с.6.
2. Каменев Е. И., Мясников Г. Д., Платонов М.Г. Применение пластических масс: Справочник. Л., 1985.
3. Пластические массы, 1998, №4, с. 40-42.
4. Торнер Р. В. Теоретические основы переработки полимеров. М., «Химия», 1977.
5. Быстров Г. А. Обезвреживание и утилизация отходов в производстве пластмасс, 1982.
6. Пластические массы, 2005, №1, с.35-36.
7. Красовский В. Н., Воскресенский А. М. Сборник примеров и задач по технологии переработки полимеров. «Высшая школа», Минск, 1975.