

на основе хлорбутилкаучука не оказывает существенного влияния на технологические свойства резиновых смесей, поскольку не приводит к существенным изменениям вязкости по Муни и кинетики вулканизации резиновых смесей.

Литература

1. Кабанов, В.Я. Радиационная химия полимеров / В.Я. Кабанов [и др.]. // Химия высоких энергий. 2009. – Т.43, №1. – С. 5–21.
2. Каучуки и резиновые смеси. Определение вязкости, релаксации напряжения и характеристик подвулканизации с использованием вискозиметра Муни: ГОСТ Р 54552-2011. – Введ. 1.07.2013. – М. : Стандартиформ, 2013. – 22 с.
3. Овчаров, В. И. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация / В. И. Овчаров, М. В. Бурмистр, В. А. Тютин и др. – М.: САНТ-ТМ, 2001. – 400 с.
4. Смеси резиновые. Метод определения вулканизационных характеристик на вулканометре : ГОСТ 12535–84. – Взамен ГОСТ 12535–67; введ. 01.06.86. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 33 с.

УДК 678.002

Карпович О.И., Наркевич А.Л.

(Белорусский государственный технологический университет)

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СМЕШАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

В Республике Беларусь на всех уровнях огромное внимание уделяется переработке отходов. Так, основными руководящими документами в сфере обращения с отходами являются: Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами»; Национальная стратегия устойчивого развития Беларуси до 2035 года; Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО) и вторичными материальными ресурсами (ВМР) в Республике Беларусь на период до 2035 года; Концепция создания объектов по сортировке и использованию ТКО и полигонов для их захоронения (до 2030 г.) [1]. Проанализировав данные документы можно выделить основные направления по обращению с отходами: 1) максимальное вовлечение отходов в гражданский оборот; 2) приоритет использования отходов в качестве ВМР по отношению к захоронению и сжиганию; 3) увеличение глубокой переработки всех видов отходов для получения ВМР;

4) разработка и внедрение технологических инноваций для повышения объемов используемого сырья.

Внедрение данных направлений позволит достигнуть определенного экологического эффекта за счет снижения потребности в первичных природных ресурсах, импортозамещения (как правило, первичные сырьевые материалы импортируются, часть ввозимых товаров также изготовлена из вторичных материалов), снижения нагрузки на полигоны захоронения отходов (учитывая, что экспорт отходов в другие страны имеет тенденцию к ограничению ввиду введения новых законов в этих странах).

По данным ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси» ежегодно в Республике Беларусь образуется более 200 тыс. т. полимерных отходов, из них извлекается ВМР примерно 20-25% [1]. К традиционным формам обращения с полимерными отходами относятся захоронение, сжигание, экспорт, гранулирование для последующей переработки методами экструзии и литья под давлением [1, 2]. Большая часть ВМР извлекается на муниципальных предприятиях по обращению с ТКО, на которых, как правило, не осуществляется переработка в товарную продукцию в виде подготовленных ВМР и изделий, но есть необходимые ресурсы и оборудование для подготовки ТКО: грубой сортировки, идентификации с отделением смешанных и трудноидентифицируемых отходов, мойки, сушки, дробления, агломерирования. Лишь на единичных таких предприятиях организованы производства полимер-песчаной продукции, гранул из вторичных материалов, производства изделий методами литья под давлением и экструзии.

На предприятиях по обращению с ТКО извлекаются, прежде всего, хорошо идентифицируемые полимерные отходы (например, ПЭТ-бутылка, полиэтиленовая пленка, полипропиленовые емкости и т.п.), для которых известны технологии переработки. В тоже время, в так называемых «хвостах» мусоросортировочных линий образуются смешанные полимерные отходы, которые на данный момент не перерабатываются и захораниваются на полигонах. Например, в мае 2020 г. на мусоросортировочной линии УП «Экорес» доля смешанных полимерных отходов в общей массе полимерных отходов составила более 50 %.

Среди факторов, которые затрудняют переработку смешанных полимерных отходов во вторичное сырье или изделия можно выделить следующие:

- высокая вязкость полимерной композиции в расплаве;

– неоднородность реологических свойств и аномалии течения смесевых полимерных расплавов при формообразовании;

– наличие неплавких включений.

Данные факторы определяют низкую технологичность для традиционных методов переработки полимерных отходов (экструзия и литье под давлением) в сырье и изделия.

Также можно выделить технические факторы, ограничивающие применение смешанных полимерных отходов в изделия:

– неоднородность сырьевого состава;

– термодинамическая несовместимость компонентов;

– неоднородность структуры и свойств материалов;

– наличие загрязнений.

Данные факторы приводят к относительно невысоким значениям жесткости и прочности материала в изделиях.

Кроме того, такие экономические факторы, как сложность и затратность извлечения полезных фракций, дешевое захоронение отходов в настоящее время приводят к низкой инвестиционной привлекательности.

Проанализировав все эти факторы можно выделить основные требования к технологии переработки смешанных полимерных отходов:

– гибкость к компонентному полимерному составу и наполнителям;

– обеспечение гомогенизации смеси;

– инертность к мелким (прошедшим дробление) неплавким, в том числе металлическим включениям;

– температурное воздействие для обеззараживания остатков био-загрязнений;

– относительно широкий диапазон производительности основного оборудования для получения широкого спектра изделий по размерам и массе;

– применение технологического оборудования, типичного в процессах подготовки и переработки полимеров и отходов на их основе.

В рамках выполнения задания 2.2.3 подпрограммы II «Устойчивое использование природных ресурсов и охрана окружающей среды» государственной научно-технической программы «Природопользование и экологические риски» на 2016-2020 гг. в БГТУ разработана технология переработки смешанных полимерных отходов, в том числе наполненных (см. рисунок). В качестве компонента А (связующее) могут использоваться отходы потребления и производства термопластичных полимерных материалов и изделий на основе полипропилена, полиэтилена, полиамида, поливинилхлорида, АБС-пластика, полибутилентерефталата и др. и их смесей.

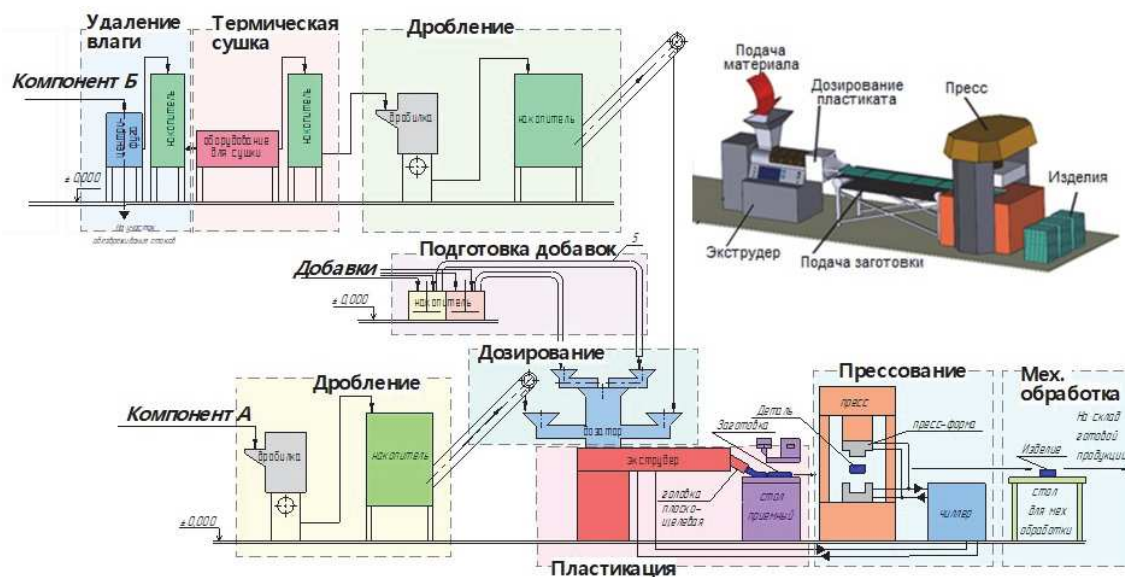


Рисунок – Технологическая схема производства изделий из смешанных полимерных отходов

В качестве компонента Б – наполнители различной природы (льняная костра и волокна; волокна растительного или искусственного происхождения и их смеси, в том числе текстиль, трикотаж, эко-мех и т.п.; натуральная кожа; стеклянные и др. минеральные волокна, в т.ч. отходы; термопласты с более высокой температурой плавления по сравнению с основным полимером (полиэтилентерефталат, полибутелентерефталат, полиамид); термореактивные полимеры (фенопласты, аминопласты, полиэфирные и кремнийорганические пластмассы, полиуретан, пенополиуретан); сверхвысокомолекулярный (сшитый) полиэтилен; бумага, фольга и др.).

Технология характеризуется высокой гибкостью как в отношении полимерных отходов и их композиций, так и в отношении конфигурации получаемых изделий, обеспечивает снижение экологической нагрузки за счет переработки в изделия не утилизируемых смешанных полимерных отходов. Основные преимущества: малые материальные затраты (минимальная стоимость компонентов); высокая производительность и низкая удельная энергоёмкость всех операций (не более 1,5 кВт·ч/кг); показатели эксплуатационных свойств материала в изделиях сравнимы с показателями вторичных термопластов. Производство изделий в промышленных масштабах может осуществляться с использованием в основном типового оборудования для переработки пластмасс, имеющегося на многих предприятиях республики. За счет этого могут быть снижены затраты на освоение производства и сроки освоения, повышена экономическая эффективность инвестиций.

Технология может быть использована для организации производства изделий различного общетехнического и потребительского назначения преимущественно плоских в плане, усиленных ребрами: поддоны, контейнеры, элементы линейного водоотвода, тротуарная плитка, бордюры, опалубка, садовые скамейки и т.п. Есть возможность применения закладных деталей, выполнения других конструктивных элементов.

Широкое внедрение технологии позволит ввести в гражданский оборот неиспользуемые в настоящее время в Республике Беларусь смешанные полимерные отходы и некоторые другие виды ТКО. В качестве потенциальных потребителей и/или заинтересованных в освоении технологии могут быть предприятия Республики Беларусь, на которых образуются смешанные полимерсодержащие отходы (на данный момент не перерабатываются в сырье и изделия и захораниваются) и есть потребность в выпуске дешевых изделий массового потребления.

Литература

1. Обращение с отходами: учебное пособие / А.А. Челноков и др. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 460 с.

2. Китиков В.О. Анализ эффективных направлений получения вторичных материальных ресурсов из отходов пластика / В.О. Китиков, И.В. Барановский, И.И. Вага // Природопользование и экологические риски: материалы науч.-практ. конф., Минск, 5 июня 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С.60-64.

УДК 678.746.4

Гулаев Н.А., Можейко Ю.М.
(ОАО «Могилёвхимволокно»)

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СОПОЛИМЕРА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА – ПОЛИМЕРА ДЛЯ УПАКОВКИ ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ

В Институте природопользования НАН Беларуси разработана Полиэтилентерефталат (ПЭТ, PET) является одним из самых распространенных полимеров и находит широкое применение в самых различных областях. Он служит сырьем для получения полиэфирных волокон и нитей, пленок, нетканых материалов, инженерных пластиков, преформ для бутылок и др.