

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Хрулев А.К., студент гр. ХПб-131, КузГТУ  
(Научный руководитель – Михайлов В.Г., к.т.н., доцент, КузГТУ)

*Аннотация статьи.* В статье представлены инновационные технологии переработки вторичных полимеров, имеющие перспективы внедрения в реальный производственный процесс.

*Ключевые слова:* утилизация, переработка, полимерное сырье, рециклинг, агломерация, грануляция, ПЭВП-отходы.

В настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов обретает актуальное значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и связана с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья отходы пластмасс становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом [1, 2].

Вместе с тем, решение вопросов, связанных с охраной окружающей среды, требует значительных капитальных вложений. Например, стоимость обработки и уничтожения отходов пластмасс примерно в 8 раз превышает расходы на обработку большинства промышленных и почти в три раза – на уничтожение бытовых отходов. Это связано со специфическими особенностями пластмасс, значительно затрудняющими или делающими непригодными известные методы уничтожения твердых отходов.

Положительной тенденцией является то, что в течение последних пяти лет существенно увеличилось не только количество собираемых отходов, но и доля отходов, подвергаемых вторичной переработке, в результате чего снизились объемы отходов, подвергаемых захоронению. Несмотря на это, сектор вторичной переработки полимерных материалов еще обладает огромными потенциальными возможностями для дальнейшего развития, в первую очередь, для стран с низким уровнем их утилизации. Разработки технологий вторичной переработкой пластмасс ведутся очень давно, в частности, в 70-х годах прошлого века было разработано несколько методов вторичной переработки, основанных на производстве пластиков, способных разрушаться под воздействием биологических организмов, солнечного света или воды, но большинство работ, которые велись в этом направлении, были закрыты.

На сегодняшний день существует три основных способа вторичной переработки пластмасс.

*Первым* является термическое разложение с помощью пиролиза, который может происходить как в присутствии кислорода, так и без него. В результате пиролиза получаются полуфабрикаты-мономеры, которые в дальнейшем могут использоваться при синтезе полимеров.

*Второй* по популярности способ связан с разложением материала до уровня низкомолекулярных продуктов. Полученные продукты вторичной переработки могут быть использованы для изготовления литьевых пластмасс и легкорастворимых kleev.

В настоящее время в России наибольшее распространение получил *третий* метод вторичной переработки полимеров, который называется механическим рециклингом, в результате которого может быть получен гранулянт, пригодный для вторичного производства пластмасс. В большинстве европейских стран, а также в США и Японии механическому рециклингу подвергаются более 90 % пластиковых отходов, а полученные ингредиенты идут на вторичное изготовление изделий из пластика [3].

Технологический процесс переработки делится на следующие *этапы*: сортировка (грубая) и идентификация (для смешанных отходов); измельчение и дробление; отмывание и сушка; агломерация или грануляция.

*Первым этапом* переработки является разделение смешанных (бытовых) отходов термопластов по видам, которое проводят следующими основными способами: флотационным, разделением в тяжелых средах, аэросепарацией, электросепарацией, химическими методами и методами глубокого охлаждения. Наибольшее распространение получил метод флотации, который позволяет разделять смеси таких промышленных термопластов, как ПЭ, ПП, ПС и ПВХ. Разделение пластмасс производится при добавлении в воду поверхностно-активных веществ, которые избирательно изменяют их гидрофильтные свойства.

В некоторых случаях эффективным способом разделения полимеров может оказаться растворение их в общем растворителе или в смеси растворителей. Обрабатывая раствор паром, выделяют ПВХ, ПС и смесь полиолефинов; чистота продуктов – не менее 96 %.

*Второй этап* заключается в измельчении полимерного сырья в крошку, размеры которой должны составлять 10 - 30 мм в зависимости от материала.

Затем идет *отмывка и сушка* полимерного сырья с любыми типами загрязнений. Этот этап самый важный, так как от качества отмычки напрямую зависит качество готовой продукции и конкурентоспособность предприятия.

*Следующий этап* - агломерация или грануляция. Агломерация представляет собой спекание отмытой крошки в небольшие комочки. Агломерат уже можно реализовывать, как вторичное сырьё или гранулировать. При грануляции полимерное сырье становится более однородным, качественным и имеет большую насыпную плотность. Гранулированное сырье по сравнению с агломератом можно реализовать по более высокой стоимости, увеличивая прибыль.

В настоящие времена перспективным направлением переработки вторичных полимеров считается создание промежуточных материалов для замены традиционных материалов из дерева. Основное преимущество полимерного вторсырья над деревом - его биологическая стойкость: полимеры не подвергаются разрушению микроорганизмами и могут длительное время находиться в воде без угрозы для структуры. Для улучшения механических свойств в состав полимеров вводятся различные инертные добавки, например, пылевидная древесная стружка или волокна.

Из полиэтилена высокой плотности изготавливаются, например, канистры для жидких продуктов. Процесс переработки ПЭВП-отходов требует специальной очистки вторичных продуктов (например, емкостей для ГСМ). Кроме того, часто возникают проблемы, связанные с разрушением ПЭВП в процессе

пластификации по причине сопровождающих процесс больших механических усилий. Спектр применения вторичного ПЭВП очень широк, отличается многообразием технологических процессов, используется для производства пленки, емкостей самого разного объема, ирригационных труб, различных полуфабрикатов и т. д. Наибольшее применение вторичный ПЭВП нашел в производстве емкостей (канистр) методом выдувного формования. Реологические свойства вторично перерабатываемых полимеров высокой плотности не позволяют выдуть большие емкости, поэтому объем таких канистр ограничен [4].

Другой пример массовой продукции из вторичного ПЭВП - ирригационные трубы, которые изготавливаются из смеси вторичного и первичного полимеров в разных соотношениях. Учитывая, что ирригационные трубы не предназначены для использования под давлением, механические свойства вторичного ПЭВП идеально подходят для их производства. Высокую вязкость ПЭВП, полученного при переработке канистр и пленок, часто удается компенсировать низкой вязкостью первичного полимера, за счет чего можно улучшить ударопрочность. Производство труб с большим диаметром из вторичного ПЭВП также не является сложной технологической проблемой: диаметр ирригационных и дренажных труб достигает 630 мм. При использовании технологии литья под давлением процентное содержание вторичного пластика ниже, поэтому данная технология применяется для изготовления обшивочных панелей, коммунальных мусорных контейнеров и т. д. Рынок обшивочных панелей очень привлекателен благодаря своей большой емкости, например, только рынок США потребляет 2 млрд. единиц обшивочных панелей и досок, в качестве которых все еще используются традиционные пиломатериалы.

Таким образом, можно сделать вывод, что переработка полимеров – одна из приоритетных эколого-экономических задач в современном мире, для решения которой можно применить передовой отечественный и зарубежный опыт.

#### Список литературы:

1. Киселева, Т.В. Методы оценки и управление эколого-экономическими рисками как механизм обеспечения устойчивого развития эколого-экономической системы / Т.В. Киселева, В.Г. Михайлов // Системы управления и информационные технологии, 2012. – Т. 48. – № 2. – С. 69-74.
2. Киселева, Т.В. Оценка основных подходов к определению состояния эколого-экономических систем / Т.В. Киселева, В.Г. Михайлов // Вестник Томского государственного педагогического университета, 2007. – № 9. – С. 31-32.
3. Теряева, Т.Н. Технология получения и переработки литьевых полимерных композиционных материалов конструкционного назначения на основе матриц различной природы: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – АлГТУ им. И.И. Ползунова, Барнаул, 2011.
4. Касьянова, О.В. Эксплуатационные свойства композиций на основе вторичного полиэтилена // Материалы XV Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014», 2014. – С. 77.