
VII. ТОВАРОВЕДЕНИЕ, ЭКСПЕРТИЗА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТОВАРОВ

УДК 67.03

Е. Л. Антонова (viramaina3@yandex.by),
аспирант

В. Е. Сыцко (val19-10@mail.ru),
д-р техн. наук, профессор
Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации

В. М. Шаповалов (v.shapovalov@tut.by),
д-р техн. наук, профессор, заведующий отделом
Институт механики металлополимерных систем
имени В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси

Н. В. Кузьменкова (natasha_k_03w@mail.ru),
канд. техн. наук, доцент
Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации
г. Гомель, Республика Беларусь

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Статья посвящена анализу модифицирования вторичных полимеров для получения изделий технического назначения. Определены направления дальнейших экспериментальных исследований.

The article analyzes the modification of secondary polymers to produce technical products. The directions of further experimental research are determined.

Ключевые слова: вторичные полимеры; модифицирование; деструкция; рециклинг.

Key words: secondary polymers; modification; destruction; recycling.

Неуклонный рост полимерных материалов неизбежно вызывает рост полимерных отходов. Среди них значительную долю занимают термопласты, способные к неоднократной переработке. Однако их повторное использование не удовлетворяет повышенным техническим требованиям серийного производства из-за деструктивных процессов и сниженных свойств. Модификация вторичных полимеров способна обеспечивать повышение уровня их свойств. Практическая реализация процессов получения и использования модифицированных термопластов затруднена из-за недостаточной изученности явлений, возникающих при их переработке: недостаточно сведений об изменениях структуры, возникновении новых функциональных групп, об образовании новых типов связей, о формировании комплекса новых физико-механических свойств. Именно поэтому проблема утилизации полимерных отходов полностью до сих пор не решена ни в одной стране мира. Использование вторичных полимеров, в частности, термопластов, является актуальной проблемой современности. Ее решение будет способно обеспечить эффективное использование вторичных термопластов и прогнозировать конкретные области применения новых модифицированных материалов не только с нужным уровнем свойств, но и более дешевых [1].

Применение вторичных полимеров позволяет экономить на первичном сырье, попутно решая задачу снижения себестоимости востребованной продукции бытового и технического назначения. С позиций материаловедения, перспективной и практически значимой представля-

ется разработка научно-технологических принципов, в соответствии с которыми вторичные полимеры могли бы быть многократно переработаны в изделия, а имеющийся в них физико-химический потенциал мог бы быть целевым образом использован для дальнейшего их применения [2].

Авторами выдвинута гипотеза о том, что целевая термоокислительная деструкция некоторых вторичных полимеров может явиться одним из наименее затратных методов получения активных функциональных добавок, способных участвовать в физико-химических процессах модифицирования других вторичных полимеров и (или) их смесей. В высокомолекулярных соединениях (особенно гетероцепных), имеющих полярные группы, заложены значительные резервы для проявления физико-химической активности. Регулируемое уменьшение молекулярной массы таких полимеров могло бы существенно увеличить эти резервы ввиду формирования новых активных центров для меж- и внутримолекулярных взаимодействий. Это может и должно быть использовано путем создания условий для получения стабильных композиций, состоящих из олигомерных фракций, степень активности которых достаточна для проявления требуемого эффекта. Основанные на выдвинутой идее новые методы регулируемого рециклинга вторичных полимеров могли бы обеспечить получение новых химических продуктов с высокой конкурентоспособностью на рынках [3].

Существование устойчивого спроса на конечные продукты повторной переработки пластмасс является определяющим условием для продолжения усовершенствования рабочих параметров вторичных материалов. Новые технологии рециклинга, открывающие путь к более эффективному использованию вторичных полимеров, включают разработку методов целевого регулируемого физико-химического воздействия на них. Современные технологии позволяют использовать в композициях и несовместимые полимеры при помощи специальных добавок.

Модифицирование полимеров – направленное изменение физико-химических и (или) химических свойств полимеров. Различают следующие виды модифицирования полимеров:

– структурное – модифицирование физико-механических свойств без изменения химического состава полимера и его молекулярной массы, т. е. изменение надмолекулярной структуры полимера;

– химическое – воздействие на полимер химических или физических агентов, сопровождающееся изменением химического состава полимера и (или) его молекулярной массы, а также введение на стадии синтеза небольшого количества вещества, вступающего с основным мономером в сополимеризацию или сополиконденсацию.

Указанная классификация в значительной степени условна, так как многие типы модифицирования полимеров взаимосвязаны.

Структурное модифицирование полимеров обычно осуществляют в процессе переработки полимеров регулированием параметров формирования изделия, например, температуры и времени процесса, режимов нагревания и охлаждения при переработке из расплава или природы растворителя и условий его удаления при переработке из раствора, а также введением в полимер небольшого количества веществ, воздействующих на кинетику образования полимерного тела и (или) морфологию полимера. В основе структурного модифицирования полимеров лежит многообразие сосуществующих в полимере структурных форм и взаимосвязь их морфологии с условиями формирования полимерного тела. Так, при кристаллизации полимеров из растворов образуются отдельные пластины-монокристаллы. При повышении скорости испарения растворителя можно получать вместо пластинчатых фибриллярные кристаллы с преимущественным ростом одной из граней. Увеличение концентрации раствора или скорости кристаллизации приводит к образованию более сложных структур. Весьма эффективным способом регулирования структуры кристаллических полимеров, их физико-механических свойств, является введение в расплав или раствор искусственных зародышеобразователей – высокодисперсных, нерастворимых в полимере веществ, инициирующих появление собственных зародышей. При соответствующем подборе искусственные зародышеобразователи могут одновременно выполнять роль стабилизатора полимера, а также способствовать восстановлению структуры полимера в процессе его повторной переработки.

Один из методов структурного модифицирования полимеров – ориентация полимеров, которая достигается путем растяжения полимерного тела. В результате ориентации аморфных полимеров возникает структурная анизотропия, которая на макроскопическом уровне проявляется в анизотропии физико-механических свойств, в частности, в повышении прочности и модуля упругости в направлении оси ориентации.

Влияние условий переработки на физико-механические свойства полимеров особенно проявляется у привитых сополимеров, составляющие компоненты которых резко различаются по химическому строению.

К методам структурного модифицирования полимеров может быть отнесено вспенивание полимеров с образованием пенопластов, а также пористых пленок, используемых как разделительные мембраны.

Химическое модифицирование полимеров включает следующее:

- реакции, не сопровождающиеся изменением степени полимеризации макромолекул (полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции);
- реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации;
- реакции, в процессе которых степень полимеризации уменьшается.

Внутримолекулярные реакции протекают с участием функциональных групп или атомов, принадлежащих одной и той же макромолекуле. Часто в результате таких реакций образуются достаточно термостойкие полимеры с системой сопряженных двойных связей или полимеры с внутримолекулярными циклами.

К реакциям, приводящим к увеличению степени полимеризации, относятся реакции между макромолекулами, а также реакции получения привитых и блоксополимеров. Первые протекают непосредственно между двумя или несколькими макромолекулами или при участии низкомолекулярного реагента. К реакциям такого типа относятся вулканизация каучуков, отверждение пластмасс, образование интерполимерных комплексов и т. п.

Химическое модифицирование полимеров включает также обработку поверхности готового полимерного изделия для придания ей требуемых свойств при сохранении всего комплекса физико-механических свойств исходного полимерного материала. В качестве модифицирующих агентов используют, например, химические вещества, в том числе биологически активные, или ненасыщенные мономеры, прививаемые на полимерную поверхность химическим, плазмохимическим или радиационным способом. Именно таким образом удается придать полимерным поверхностям повышенную гидрофильность или гидрофобность, способность к окрашиванию, устойчивость к атмосферным воздействиям и ряд других свойств, определяющих возможность применения изделий в специфических областях. Поверхностное модифицирование полимеров применяют также для повышения совместимости различных полимерных материалов. Так, при создании композиционных материалов составляющие их полимеры обрабатывают веществами, совместимыми с этими полимерами [4; 5].

Проблема рециклинга и утилизации полимерных отходов пока не нашла своего комплексного решения. Отсутствие продуманных действий по повторному вовлечению вторичных полимеров в технологический оборот приводит к необходимости их захоронения, что создает дополнительную экологическую нагрузку на окружающую среду. Поэтому разработка рециклинговых технологий – важнейшее направление полимерного материаловедения, развитие которого в перспективе позволит комплексно решать целый ряд вопросов. Во-первых, очевидна роль рециклинга полимерных отходов в снижении экологической нагрузки на окружающую среду. Во-вторых, с точки зрения экономии первичных ресурсов (продуктов высоких степеней передела) важным является возобновление эксплуатационного цикла вторичных полимеров.

Список использованной литературы

1. **Официальный сайт** Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа : 05.02.2020.
2. **К вопросу** целевой деструкции вторичных полимеров / В. Е. Сыцко [и др.] // Потребительская кооперация стран постсоветского пространства: состояние, проблемы, перспективы развития : сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию ун-та, 26–27 сент. 2019 г. / Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп. – Гомель. – 2019. – С. 432–434.
3. **Целевая** деструкция вторичных полимеров как перспективный вариант рециклинга / В. Е. Сыцко [и др.] // Молодежь в науке и предпринимательстве : сб. науч. ст. VIII междунар. форума молодых ученых, посвящ. 55-летию ун-та, Гомель – Ранчо, 15–17 мая 2019 г. / Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп. – Гомель. – 2019. – С. 357–359.
4. **Гуль, В. Е.** Структура и механические свойства полимеров : учеб. пособие / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев, 1994. – 367 с.
5. **Карасева, С. Я.** Химические реакции полимеров : учеб. пособие / С. Я. Карасева, В. С. Саркисова, Ю. А. Дружинина. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 125 с.