

*В.В. Пачин\**

## **СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Основная доля упаковочных материалов приходится на пластики. Это объясняется их достаточно высокой механической прочностью, легкостью, индифферентностью к большому числу пищевых продуктов, технологичностью изготовления, дешевизной и доступностью исходного сырья, возможностью создавать композиционные средства. Но такая упаковка, как показала жизнь, чревата тем, что на ее разложение в природных условиях (на полигонах) требуется большое время, исчисляемое десятками и сотнями лет. Кроме того, по подсчетам экспертов, основного сырья для изготовления полимерной упаковки – нефти хватит человечеству лишь на ближайшие 100 лет.

Твердые бытовые отходы (ТБО) – не утилизируемые в быту твердые вещества, образующиеся в результате жизнедеятельности людей и амортизации предметов быта. ТБО характеризуются многокомпонентностью и неоднородностью состава, малой плотностью и нестабильностью (способностью к загниванию) [1].

Объем образования муниципальных отходов в России составляет, по оценкам Research.Techart, 40 млн. т. Потенциал переработки оценивается в 14 млн. т, но, несмотря на это, в настоящее время ~ 90 % или более 35 млн. т мусора вывозится на свалки и полигоны. Утилизирует-

---

\* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» М.В. Забавникова.

ся не более 10 % ТБО, из которых около 3 % сжигается и 7 % поступает на промышленную переработку.

Основной сложностью на пути к переработке ТБО является отсутствие в нашей стране системы раздельного сбора мусора, являющейся неизбежным условием для их глубокого рециклинга. Так, 60 – 80 % морфологического состава ТБО представляет собой потенциальное сырье для использования в промышленности (35 – 45 %) или компостирования (25 – 35 %). Однако сортировка смешанных и перевезенных в одном мусоровозе ТБО позволяет извлечь лишь 11 – 15 % вторичных ресурсов. При этом практически невозможно использовать биоразлагаемые (органические) отходы.

Несмотря на сложности, отрасль переработки ТБО растет с каждым годом: увеличивается количество перерабатывающих предприятий, строятся государственные заводы по утилизации мусора (сжигание, сортировка на полигонах, компостирование), растет стоимость первичного сырья и, соответственно, увеличивается использование вторичного сырья, появляются новые законы и экономические стимулы для участников рынка, государственная пропаганда направлена на увеличение экологической ответственности населения.

С ростом количества бытовых отходов, весомую долю в которых занимают полимерные упаковочные материалы, возникает вопрос об их утилизации.

В России основная доля бытовых полимерных отходов утилизируется путем захоронения на полигонах, эти отходы разлагаются в течение значительного времени. Поэтому остро встает вопрос создания биоразлагаемых полимерных материалов, которые утилизируются в естественных условиях, в значительно меньшие сроки, становясь безвредными для окружающей среды.

Основные направления получения биоразлагаемых полимерных упаковочных материалов:

1. Смешанные биоразлагаемые упаковочные материалы.
2. Синтезируемые биоразлагаемые упаковочные материалы.

К первому типу биоразлагаемых упаковочных материалов относятся композиты, получаемые на основе матрицы полимерного материала с добавлением в качестве наполнителя природного полимера, способствующего разложению изделия. Композиты получают путем смешения ПЭТФ, ПЭ, ПС с крахмалом, целлюлозой, хитозаном, желатином, казеином и др.

Органические наполнители (крахмал, целлюлоза, амилоза, амилопектин, декстрин и др.) являются питательной средой для микроорганизмов.

Для интенсификации биодеструкции в состав композиций вводят фотосенсибилизаторы или самоокисляющиеся добавки, вызывающие деструкцию полимерной цепи с образованием участков, достаточно малых для того, чтобы быть усвоенными микроорганизмами.

Различают два типа композиционных полимерных материалов, полученных методом смешения.

Первый – прямое смешивание, где наполнитель распределен в виде конгломерата размером 10 – 100 мкм. Величина макрочастиц определяется энергией межфазного взаимодействия и сдвиговым напряжением в процессе экструзии. Полученный из такой смеси материал является частично биоразлагаемым, так как матрица синтетического полимера распадается на кусочки.

Переработку композиционного полимерного материала в изделие помимо экструзии на одношнековом экструдере можно осуществить способом литья под давлением.

Второй способ – смешивание на микроуровне. При смешивании наполнителя с синтетическим полимером на микроуровне (размер частиц менее 10 мкм) компоненты смеси образуют взаимопроникающую сетчатую структуру, которая обеспечивает наполненному полимеру эффект дополнительной деструкции. Плотность упаковки макромолекул в граничных слоях системы «полимер–наполнитель» приблизительно вдвое меньше, чем в остальном объеме неупорядоченной фазы полимера. Поэтому при уничтожении наполнителя бактериями облегчается доступ микроорганизмов к менее стойкой по отношению к биодеструкции части полимера [1]. Известны различные технологические подходы к синтезу биоразлагаемых полимеров. Среди них выделяют следующие направления:

1. Синтез биоразлагаемых полимерных материалов, имеющих химическую структуру, сходную со структурой природных полимеров.

2. Синтез биоразлагаемых полимеров методами биотехнологии, т.е. получение полимеров наиболее близких к природным (растительным), по свойствам не уступающих синтетическим полимерам.

В результате этого способа могут синтезироваться блоксополимеры и привитые сополимеры.

Блоксополимеры – полимеры, в макромолекулах которых сравнительно длинные последовательности звеньев одного мономера (блоки) чередуются с блоками другого мономера.

Привитые сополимеры – разветвленные высокомолекулярные соединения, макромолекулы которых состоят из основной цепи и боковых ответвлений, различающихся по составу и (или) строению [2].

Получение биоразлагаемых композиций, сочетающих как природные, так и синтетические соединения, основывается на двух технологических подходах: получение сополимеров, в молекулярные цепи которых входят химические связи, легко разрушающиеся под действием микроорганизмов.

Природные и синтетические полимеры, содержащие связи, которые легко подвергаются гидролизу, обладают высокой способностью к биодеструкции. Присутствие заместителей в полимерной цепи часто способствует повышению биодеструкции. Последняя зависит также от степени замещения цепи и длины ее участков между функциональными группами, гибкости макромолекулы.

В биоразлагаемый полимерный материал входит окисляющая добавка, действующая как катализатор биодеструкции природной части полимерного материала не только на свету, но и в темноте. Деструкция этой части облегчает доступ микроорганизмов и кислорода к поверхности полимера.

Пока биоразлагаемые упаковочные материалы дороже традиционных. Но несмотря на это многие крупные розничные сети переходят на более современную упаковку. Возрастание объемов производства таких упаковочных средств приведет к снижению ее стоимости. Ускорению внедрения этих материалов способствуют соответствующее общественное мнение и законодательные способы регулирования и воздействия на управление упаковочными отходами. При этом необходимыми были бы и экономические стимулы для производителей биодеградируемой упаковки, а также большая информированность населения о ее положительных свойствах. Пока тенденции таковы, что рынок упаковочных материалов будет продолжать динамично расширяться, чему активно способствует и быстро развивающийся электронный бизнес.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов : учебное пособие / А.С. Клинков, П.С. Беляев, В.К. Скуратов, М.В. Соколов, В.Г. Однолько. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 100 с.
2. Цереза, Р. Блок- и привитые сополимеры / пер. с англ. под ред. С.Р. Рафикова. – М. : Мир, 1964. – 288 с.

*Кафедра «Технология полиграфического и упаковочного производства» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*