

Оксобиоразлагаемые полимеры

Р. Боброфф, Symphony Environmental, Великобритания, Г. Капинус, ООО «ЛиГойл», г. Киев

Развитие полимерной химии перевернуло наши представления о возможностях полимеров и о роли изделий из них в жизни человека. Обладая уникальными свойствами, полимерные материалы стали незаменимыми во многих отраслях промышленности, в том числе и в упаковочной индустрии. На некоторых региональных рынках доля их использования для изготовления мягкой и жесткой упаковки, бутылок, банок, мешков и пакетов, термоусадочных и стретч-пленок, пробок, крышек и обвязочных лент, других видов упаковочных изделий достигает 35–40 % от всех видов упаковочных материалов. Защищая продукцию от порчи и повреждения, полимерная упаковка решает уникальную задачу сохранения качества пищевых продуктов и промышленных товаров без изменения их функциональных свойств на пути от производителя к потребителю.

Однако после потребления продукции миллионы тонн упаковки, в том числе и полимерной, превращаются в отходы — мусор, который во многих регионах мира стал настоящим бедствием. В некоторых странах, в частности членах Европейского союза, созданы системы обращения с отходами упаковки, благодаря которым до 50–60 % этих отходов утилизируются, превращаясь во вторичное сырье для изготовления различных изделий. Но даже в Директиве 94/62/ЕС «Об упаковке и отходах упаковки» норма утилизации полимерной упаковки составляет всего лишь 22 % от ее общего количества. И вызвано это как раз уникальными свойствами полимеров, разложение которых, в зависимости от их вида и условий окружающей среды, составляет от 100 до 400 лет. Недавно появилась информация о том, что за все время с момента начала развития полимерной химии 99 % созданных и изготовленных полимеров и изделий из них все еще в каком-то виде присутствуют на Земле. Что же делать? Какие существуют решения этой проблемы?



Возможные пути

Отказаться сегодня от использования полимеров при изготовлении изделий, комплектующих, узлов в различных отраслях промышленности, в том числе и в упаковочной индустрии, практически невозможно. Уникальные свойства полимеров сделали их незаменимыми материалами, обеспечивающими готовым изделиям (продукции) эффективное сочетание их стоимости и функциональных свойств.

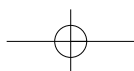
Разработчики упаковки из полимерных материалов одним из направлений ослабления давления на окружающую среду видят снижение массы упаковки (особенно эффективно при использовании многослойных полимерных пленок для изготовления мягкой упаковки), эффективность которого можно оценить количеством упаковки в весовых единицах на единицу упаковываемой продукции. Однако возможности снижения массы упаковки ограничены и имеют свои пределы.

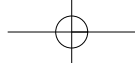
Важным направлением является разработка и использование многооборотной упаковки. Правда, это может касаться не всех видов упаковки, да и в каждом конкретном случае необходимо учитывать затраты на сбор, транспортирование и подготовку упаковки к ее вторичному использованию. Экономический фактор в этом случае порой яв-

ляется решающим, так как требуются дополнительные операции для придания упаковке всех необходимых первичных функциональных свойств.

Внедрение в разных странах систем обращения с отходами упаковки дало возможность организовать отдельный сбор отходов, автоматическое сортирование их на современных комплексах с идентификацией и выделением фракций различных полимеров для их использования в качестве вторичного сырья при изготовлении разнообразных изделий, в некоторых случаях и упаковки. Только в европейских странах, которые входят в состав Pro Europe, в 2009 г. было утилизировано, переработано во вторичное сырье и возвращено в производство 3 млн т отходов полимерной упаковки. Но это составляет всего около 20 % от всего количества использованной полимерной упаковки. Остальную сжигают или размещают на свалках.

Наконец, в некоторых странах при активном влиянии общественных экологических организаций раздаются призывы к запрещению использования полимеров для изготовления упаковки. Иногда за этим стоят коммерческие интересы, лоббируемые производителями упаковки из других упаковочных материалов. Отдельные правительства уже рассматривают возможность





законодательного введения таких запретов. Но это ли выход?

Вместе с тем вот уже несколько десятков лет и специалистов, и обычных потребителей пытаются убедить в эффективном решении упомянутой

биоразлагаемых, не всегда дает необходимый эффект биоразложения изделий из них, к тому же нельзя забывать об определенных условиях компостирования таких изделий для достижения желаемого результата.



проблемы путем использования полимеров, которые объединяют в одну группу, придав им приставку «био», — биополимеры. Учитывая, что полимеры по характеру их использования представляют собой коммерчески довольно привлекательные объекты, появление биополимеров восприняли как панацею при решении проблемы утилизации изделий из полимеров. Так ли это?

Если попытаться разобраться в современной полимерной терминологии, то, к сожалению, не существует строгих определений биополимеров. При этом для решения проблемы утилизации отходов изделий из полимеров важным является не столько то, что они изготовлены из биополимеров (чаще всего под ними понимают натуральные полимеры или полимеры, изготовленные из натурального сырья), сколько то, обладают ли эти биополимеры биоразлагаемостью (разложением в определенных условиях под действием микроорганизмов). Как показывают многочисленные исследования, не все биополимеры обладают биоразлагаемостью и необязательно биоразлагаемостью обладают полимеры, которые изготавливаются из растительного или другого воспроизводимого сырья. Поэтому использование полимеров, которые их производитель относит к классу

Природное биоразложение

Большинство полимеров в условиях окружающей среды, в том числе находясь в виде отходов изделий, упаковки, не разлагаются в течение длительного времени, составляющего сотни лет. Среди них наиболее многотоннажные по объему производства и применения — полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), полистирол (ПС), поливинилхлорид (ПВХ), полиамид (ПА) и другие. Все они в обычных условиях не подвержены биоразложению, а значит, отходы изделий и упаковки из них будут существовать сотни лет, загрязняя окружающую среду.

Основные свойства полимеров (прочность, эластичность, барьерные свойства по отношению к различным веществам и др.), определяющие их применение для изготовления упаковки, связаны с их макромолекулярной структурой в виде длинных, переплетенных между собой углерод-водородных цепей с молекулярной массой сотни тысяч единиц. Задача состоит в сохранении и реализации перечисленных свойств в течение жизненного цикла полимерного изделия, упаковки и разрушении после окончания данного цикла этих прочных углерод-водородных связей (деструкция полимера). При этом молекулярная масса должна уменьшаться, а полимерные изделия — превращаться в

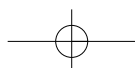
легкодоступную для существующих в окружающей среде микроорганизмов массу, обеспечивая тем самым процесс биоразложения.

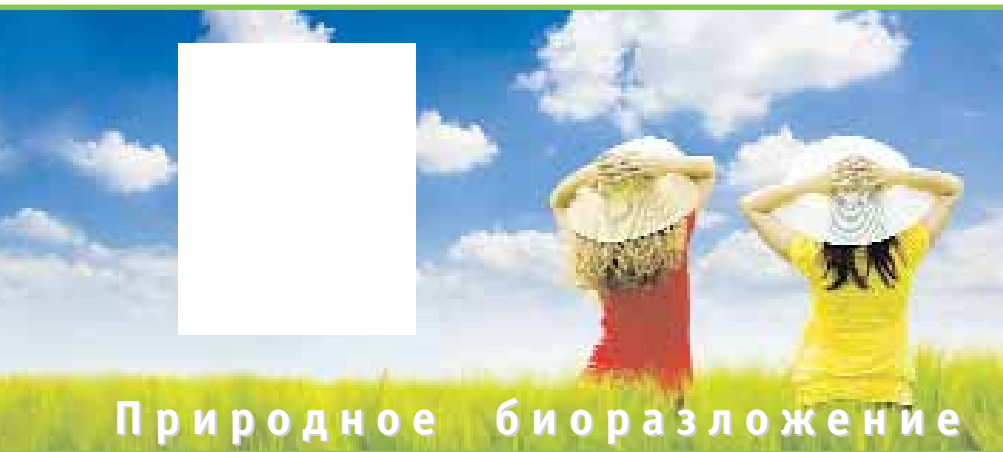
Такая задача была решена компанией Symphony Environmental (Великобритания), которая разработала специальную добавку d_2w^{TM} в виде мастербатча, технологию и рекомендации по ее применению при изготовлении различных изделий (упаковка, одноразовая посуда, пленки для применения в сельском хозяйстве, термоусадочная и стретч-пленки, пакеты для мусора и другого применения) из ПЭ, ПП, ПС. При этом были реализованы основные требования, которые обеспечили эффективное применение добавки d_2w^{TM} :

- низкое (1–3 %) содержание добавки по отношению к общему количеству основного сырья, что минимизирует затраты на ее введение;
- введение добавки в обычных условиях на существующем оборудовании при изготовлении пленки, упаковки, других изделий;
- сохранение основных свойств полимерного изделия в течение заданного его жизненного цикла;
- сокращение в сотни раз (до 1–1,5 года) времени разложения полимерных изделий в условиях окружающей среды.

Исследования при разработке добавки d_2w^{TM} и ее испытания в многочисленных лабораториях показали, что, представляя собой комбинацию стабилизаторов и инициаторов разложения (прооксидантов), добавка d_2w^{TM} выполняет многоплановую задачу: с одной стороны, обеспечивает функциональные свойства полимерного изделия в заранее определенный и гарантированный срок, с другой — инициирует процесс разложения этого изделия, значительно сокращая время такого разложения.

При этом компания Symphony Environmental большое значение придает коммуникации с компаниями, которые применяют добавку d_2w^{TM} на всех этапах сотрудничества: от решения использовать d_2w^{TM} до стандартного постоянного применения в производстве. Эффективность использования добавки d_2w^{TM} зависит от многих факторов, начиная от типа полимера, его марки, состава, метода и условий производства и заканчивая характеристиками





Природное биоразложение

изготавливаемого изделия или упаковки, технологическими параметрами и характеристиками оборудования для их изготовления, назначением, условиями хранения и эксплуатации, в том числе сроками его жизненного цикла. Знание этих данных необходимо для разработки или подбора марки добавки d_2w^{TM} , вида и соотношения стабилизатора и инициатора разложения. Технический сервис, включая лабораторные и технологические испытания, которые компания Symphony Environmental проводит для каждого конкретного потребителя, позволяют избежать всевозможных ошибок и, прежде всего, обеспечить прогнозируемое действие добавки d_2w^{TM} на всех этапах «жизни» и «разложения» изделия.

На первый взгляд добавка d_2w^{TM} воспринимается как чудодейственное средство с заранее запрограммированным действием, а следовательно, и с достаточно высокой степенью загадочности. На самом деле этой проблеме было уделено довольно много внимания в исследованиях проф. Джеральда Скотта (University of Aston, UK), проф. Эмо Чиллини (University of Pisa, Italy), д-ра Иганаси Якубоиза (SP Institute) и др. Все они подтвердили эффективность добавки d_2w^{TM} , а также возможность, с одной стороны, стабилизации свойств полимерного изделия в течение заданного времени (совпадает со сроком годности продукции), а с другой — введения (начиная с момента окончания действия стабилизатора) в действие инициаторов разложения (условием начала их действия является наличие кислорода), свободные ради-

калы которых в определенных условиях воздействуют (разрывают) на углеродные связи, снижая молекулярную массу полимера и придавая ему гидрофильные свойства. Эти свойства открывают доступ микроорганизмов, которые и завершают процесс биоразложения, для их колонизации на поверхности разрушающегося изделия.

Добавка d_2w^{TM} не содержит тяжелых металлов или других компонентов, которые могут оказать отрицательное влияние, например, на упаковываемые пищевые продукты. Она прошла испытания на соответствие нормам и требованиям при контакте с пищевыми продуктами по стандартам ЕС (2002/72/ЕС) и США (FFDCA, раздел 177/178).

Отличительной особенностью применения добавки d_2w^{TM} — и это особенно подчеркнуть — является ее разлагающее действие в любых условиях окружающей среды (на свалке, на земле, в лесу, воде, тени, на солнце или на холоде) без выделения при этом вредных веществ и газов. Кроме этого, полимеры с добавкой d_2w^{TM} могут повторно использоваться (в течение срока годности продукта, заявляемого производителем изделия), а также в объеме до 20 % повторно перерабатываться. Ускоряют процесс разложения более высокая температура и свет, которые действуют как стабилизаторы. После такого разложения остается биомасса, вода, выделяется углекислый газ. Этим действие добавки d_2w^{TM} отличается от биоразложения биополимеров, для которого необходимы определенные условия компостирования для приведения в действие определенных микроорганизмов.

И наконец, следует заметить, что, несмотря на то что добавка d_2w^{TM} полностью не решает проблему обращения с отходами упаковки, национальная система, основанная на законодательных актах, все равно необходима, ее частичное влияние может быть достаточно ощутимым. Это важно особенно для стран, в которых отсутствуют национальные системы обращения с отходами упаковки на основе их отдельного сбора и сортирования, в том числе и для Украины. В этом случае эффективность добавки d_2w^{TM} повышается в несколько раз, так как добавка работает в любых условиях нахождения полимерных изделий и упаковки после их использования. Тем самым снижается их отрицательное влияние на экологию окружающей среды. *У*

Оксобіорозкладальні полімери

Р. Боброфф, Г. Капінус

У статті проаналізована ситуація з використанням полімерної упаковки та її впливом на екологію навколишнього середовища за відсутності систем поводження з відходами упаковки. Авторами наведені шляхи зменшення такого негативного впливу: зменшення маси полімерної упаковки, використання багаторазової упаковки, її утилізація та вторинна переробка.

У роботі відмічена важливість розуміння таких термінів, як «біополімери» та «біорозкладання». Наведена детальна інформація про добавку d_2w^{TM} , її склад, властивості та дію, яка, з одного боку, зберігає функціональні властивості полімерних виробів, а з іншого — з певного часу приводить до деструкції полімеру та біорозкладання полімерних виробів. Авторами визначені певні умови, яких треба дотримуватися, щоб максимально ефективно реалізувати всі властивості добавки d_2w^{TM} .

Ключові слова: полімери; біополімери; біорозкладання; відходи упаковки.

Oxo Bio degradable polymers

R. Bobroff, G. Kapinus

It is analyzed in this article the situation with the use of plastic packaging and its impact on the ecology of the environment in the absence of systems of waste packaging. The authors show ways to reduce such negative impacts: reduced weight of plastic packaging, use reusable packaging and its disposal and recycling.

It is shown importance of the understanding of terms such as biopolymers and biodegrade. It is had detailed information about the additive d_2w^{TM} , its composition, properties and actions, which on the one side, preserves the functional properties of polymer products, and on the other — from a defined time leads to the destruction of the polymer and biodegradable polymer products. The Authors have listed certain conditions which need to adhere to most effectively implement all the properties of additive d_2w^{TM} .

Key words: polymers, biopolymers; biodegradation; packaging waste.