УДК 678; 67.08

Н. Г. Васильева

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ

Ключевые слова: ПЭТ (полиэтилентерефталат), мономеры, полимеры, биополимеры, полисахариды, полигидроалканоаты (PHA), пластик, крахмах, бактерии, отходы.

Исследования в области создания биоразлагаемых полимеров являются одними из перспективных направлений решения глобальной экологической проблемы, связанной с загрязнением окружающей среды отходами полимерных материалов.

Key words: PET (polyethylene terephthalate), monomers, polymers, biopolymers, polysaccharides, poligidroalkanoaty (PHA), plastics, starch, bacteria, waste.

Research on the development of biodegradable polymers are one of the most promising ways to solve global environmental problems related to pollution of waste plastics.

Быстрый рост населения планеты влечет за собой увеличение количества отходов, в том числе пластиковых изделий всех видов. Наиболее опасными для экологии принято считать полимерные отходы. Их чрезвычайная стойкость к влиянию окружающей среды становится настоящей проблемой для современной экологической обстановки, а сжигание подобных отходов приводит к выделению токсичных газов [5] .

За последние 10 лет на полигонах твердых бытовых отходов в России накопилось более 4 млн. тонн использованной пластиковой тары, 1/3 которой составляют пластиковые бутылки. Их переработка является на сегодня одной из важнейших экологических задач: для полного разложения одной пластиковой бутылки требуется приблизительно 300 лет [3].

На настоящий момент основная масса пластиковых бутылок сжигается или закапывается в землю, нанося непоправимый урон экологии. Это происходит, в первую очередь, по причине отсутствия в России доступных и экономически эффективных отечественных технологий по вторичной переработке ПЭТ (полиэтилентерефталат) – отходов. При этом быстрыми темпами растет ежегодное потребление первичного ПЭТ в России: с 2003 г. по 2010 г. оно выросло практически в два раза и составило около 650 тыс. тонн, основными потребителями которого являются сотни предприятий – производители пленок, листов, нитей, преформ. По прогнозам специалистов, тенденция роста сохранится и в дальнейшем, а ежегодный рост потребления первичного ПЭТ составит от 10% до 15% [5].

Процесс переработки пластмасс вошел в обиход еще с середины девятнадцатого столетия одновременно с появлением первых искусственно созданных материалов, среди которых – нитроцеллюлоз. Основными методами формирования пластмассовых изделий тогда были прессование и выдавливание. С тех пор прошло много времени, прогресс не стоял на месте, и как следствие этому, эволюция не обошла стороной и процесс обработки пластмассовых изделий [4]. В настоящий момент количество приемов переработки пластмассовых материалов исчисляется десятками. Для того, чтобы отобрать наиболее подходящий метод переработки пластмасс, можно выделить основные, наиболее часто используемые и актуальные на сегодняшний момент:

1. Формовка из полимеров, которые находятся в вязко-текучем состоянии,— литье под давлением, экструзия, прессование, спекание и тд.
2. Формовка из полимеров, находящихся в состоянии высокой эластичности, обычно метод применяется с использованием листов или пленочных заготовок (вакуум формование, пневмоформование, горячая штамповка и др.).
3. Формовка из полимеров, находящихся в твердом состоянии, основанное на способности этих самых полимеров проявлять высокую эластичность.
4. Формовка с применением растворов и дисперсий полимеров (получение пленок методом полива, формование изделий при помощи окунания формы, ротационное формование пластизолей и др.) [4].

На сегодняшний день более перспективным направлением в утилизации использованных полимерных изделий является создание биоразлогаемых полимеров. Основными преимуществами производства которых являются:

- возможность обработки, как и обычных полимеров, на стандартном оборудовании;
- низкий барьер пропускания кислорода, водяного пара (оптимально для использования в области пищевой упаковки);
- стойкость к разложению в обычных условиях;
- быстрая и полная разлагаемость при специально созданных или естественных условиях;
- независимость от нефтехимического сырья [1].

Все производимые и изучаемые технологии биоразлагаемых пластиков делятся на четыре группы. Первая – это полимеры, выделенные из биомассы, и природные полимеры: крахмал, целлюлоза, белки. Вторая – полимеры, производимые микроорганизмами в ходе своей жизнедеятельности (полигидроксиалканоаты, бактериальная целлюлоза). Третья – полимеры, искусственно синтезированные из природных мономеров (например, полилактиды). И последняя

группа – традиционные синтетические пластики с введенными в них биоразрушающими добавками [2]. Эти технологии активно развиваются в странах с постиндустриальной экономикой. Прежде всего, в США и Европе. Свои разработки и внедрения есть в Китае, Японии, Корее [4].

В России первой компанией такого рода стала РТ-Химкомпозит, которая разработала и ввела в эксплуатацию пилотную установку по технологии производства биоразлагаемых полимеров на базе молочной кислоты. Суть этого процесса заключается в синтезировании бактериями из доступных сахаров мономеров, которые в дальнейшем используются для переработки в изделия бытового и медицинского назначения, период распада которых, при компостировании от 20 до 90 дней [5].

Помимо этого бактерии могут производить и готовые полимеры - полигидроалканоаты (PHA), которые служат им резервом энергии и углерода. В случае изменении окружающей среды микроорганизмы будут разлагать PHA и использовать образующиеся продукты для питания, что делает полигидроксиалканоаты полностью биодеградируемым пластиком [2]. В компосте при влажности 85% и температуре 20-60°С разлагается на воду и углекислый газ за 7-10 недель.

В апреле 2010 года в США в городе Клинтон компанией Telles был запущен завод по производству PHA мощностью 50 тыс. тонн в год. Пластик получил название Mirel, его предполагаемая цена – $4,5-5,5 за кг. Сырьем для предприятия Telles служит глюкоза, получаемая из осахаренного кукурузного крахмала и себестоимости PHA составляет при этом 60% [4]. Для России перспективным сырьем сегодня является крахмал зерновых (пшеница, рожь, ячмень) и, в перспективе, производные древесного сырья.

Наиболее широко из ряда природных соединений в биоразлагаемых упаковочных материалах используется крахмал. Пластические массы на основе крахмала обладают высокой экологичностью и способностью разлагаться в компосте при 30 °С в течение двух месяцев с образованием благоприятных для растений продуктов распада. С целью снижения себестоимости биоразлагаемых материалов бытового назначения (упаковка, пленка для мульчирования в агротехнике, пакеты для мусора) используется неочищенный крахмал, смешанный с поливиниловым спиртом и тальком [2].

В качестве возобновляемого природного биоразлагаемого начала при получении термопластов активно разрабатываются и другие природные полисахариды: целлюлоза, хитин, хитозан [3]. Полимеры, полученные взаимодействием целлюлозы с эпоксидным соединением и ангидридами дикарбоновых кислот, полностью разлагаются в компосте за 4 недели. На их основе путем формования получают бутыли, разовую посуду, пленки для мульчирования. Из тройной композиции (хитозан, микроцеллюлозное волокно и желатин) получают пленки с повышенной прочностью, способные разлагаться микроорганизмами при захоронении в землю [2].

За рубежом такого рода исследования начались еще в конце 1980-х, так в Италии компания Novamont S.p.a на сегодняшний день располагает заводом по получения биополимер мощностью 60 тыс. тонн в год. В Германии работают фирмы Biotec (20 тыс. тонн в год) и BIOP Biopolymer Technologies (3,5 тыс. тонн в год), причем последняя также торгует лицензиями на собственную технологию получения биопластиков. В Голландии базируется компания Rodenburg Biopolymers с мощностями 40 тыс. тонн. Компания Limigrain Ciriales Ingridients производит 10 тыс. тонн полимера на основе крахмала. В США крупным производителем является Cereplast Inc [4].

Пока биоразлагаемые пластики из природного сырья не могут составить конкуренцию традиционным по нескольким причинам:

- высокая стоимость;
- ограниченные возможности для крупнотоннажного производства;
- трудность регулирования скорости распада на свалках под воздействием факторов окружающей среды;
- технологические трудности производства и др. [1].

Однако прогнозы развития рынка биопластиков более чем оптимистичны. Его объем в 2010 году оценивался в $640 млн, а к 2013 году ожидается рост до $1,3 млрд. В более отдаленной перспективе 2015-2016 годов прогнозируется рост на 43% ежегодно [3]. Ожидается, что самые дешевые из сегодняшних биопластиков смогут конкурировать с традиционными по цене к 2020 году. Поэтому крупнейшие частные компании и научные центры многих стран занимаются поисками новых, более дешевых технологий получения биопластиков [5].

Литература

1. *Лонг Ю.* Биоразлагаемые полимерные смеси и композиты из возобновляемых источников/ Ю. Лонг Пер. с англ. под ред. В.Н. Кулезнева. – М.: Издательство «Научные основы и технологии», 2012.- 464с.
2. *Тагер А.А.* Физико-химия полимеров/ А.А. Тагер. – М.: Издательство «Химия», 1968. – 536с.
3. http://www.plastice.org/[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.plastice.org/ fileadmin/files/RU_Biorazgradljiva_plastika_in_polimeri_Krzan.pdf, свободный.
4. *Richard A. Gross, Bhanu Kalr.* Biodegradable Polymer for the Environment / *A. Richard Gross, K. Bhanu*. –Green Chemistry. – 2002. –803-807 p.
5. http://cleandex.ru/[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cleandex.ru/articles/2007/ 11/20/residue_utilization25, свободный

© Н. Г. Васильева – ч.с.х. РФ, доцент каф. дизайна КНИТУ, venerabb@mail.ru.