

Литература

1. Лилишенцева, А. Н. Современные виды упаковки пищевых продуктов / А. Н. Лилишенцева, М. Ю. Бойко // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2017. – № 4 (38). – С. 82–88.
2. Упаковка пищевых продуктов: материалы, технологии, экология / И. Ю. Ухарцева [и др.] ; под ред. В. А. Гольдаде. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 286 с.
3. ГОСТ 14236. Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение.
4. Ухарцева, И. Долговечность полимерных материалов. Дифференциальное и интегральное влияние различных факторов / И. Ухарцева, Л. Корецкая // LAP Lambert Academic Publishing. Omni Scriptum GmbH&Co. KG, Deutschland. – Германия, 2014. – 95 p.
5. ГОСТ 25951. Пленка полиэтиленовая термоусадочная. Технические условия.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ПОЛИМЕРОВ

И. В. Селюков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. Ю. Ухарцева

Приведен анализ современных тенденций в решении экологических проблем при утилизации бытовых полимеров. Представлена характеристика основных видов утилизации бытовых отходов, их достоинства и недостатки. Охарактеризованы новые виды полимерных материалов, предназначенных для производства изделий бытового назначения, – упаковок для различных видов непродовольственных и продовольственных товаров. Приведена характеристика экологически безопасных биоразлагаемых и съедобных упаковочных материалов.

Ключевые слова: бытовые полимеры, утилизация, экологическая безопасность, биоразложение.

Изделия из полимерных материалов – неотъемлемая часть нашей жизни. Ежедневно в быту мы используем продуктовые контейнеры, упаковки для бытовой химии, детские игрушки и другие изделия, выполненные из полимеров. Объемы бытовых отходов в виде вышедших из употребления изделий из полимеров значительны и постепенно увеличиваются, составляя примерно 40 % бытового мусора. Особенно это касается промышленных и продовольственных товаров, медицинских средств, косметики и других изделий в полимерной упаковке, которые увеличивают объемы образования этих отходов. Использование полимерной упаковки сопряжено с образованием отходов в размере 40–50 кг/год в расчете на одного человека [1].

Такие отходы специфичны, так как не поддаются гниению, саморазрушению, загрязняют населенные пункты, водоемы, лесонасаждения. Ежегодно огромное количество использованных бытовых полимеров не только загрязняет среду обитания человека, но и оказывают негативное влияние на его здоровье.

Целью настоящего исследования является анализ современных тенденций в утилизации изделий из бытовых полимеров и их экологической безопасности.

Утилизация бытовых отходов в основном осуществляется двумя основными способами – захоронением и сжиганием. Оба этих способа являются нерациональными и неэкономичными. При захоронении из полезного использования изымаются участки земли до 50 га для каждой свалки. Кроме того, на свалки попадают отходы, которые могли бы использоваться в качестве вторичного сырья. Сжигание требует предварительной обработки бытовых отходов, при этом часто происходит выделение ядовитых продуктов, которые могут попадать в атмосферу, почву, воду, а через них и в организм человека. Оборудование мусоросжигающих предприятий стоит

недешево и довольно быстро изнашивается. Метод сжигания отходов, как правило, оправдывает себя только в случаях, когда разделение мусора невозможно и сжигание является единственным способом его уничтожения.

Наиболее экономически целесообразным и экологически безопасным способом утилизации бытовых отходов, например, использованной полимерной упаковки является рециклинг, который ввиду быстрого роста объема его применения позволяет сократить потребление первичных материальных ресурсов, снизить выбросы в окружающую среду и уменьшить потребление энергии [2]. Кроме повторного использования переработанных отходов бытовых полимеров важным является деградация и разложение до экологически безопасных продуктов.

В настоящее время высокие требования к защите окружающей среды диктуют появление новых видов переработки бытовых отходов путем их самодеструкции.

Наиболее актуальным направлением является производство экологически чистой биоразлагаемой упаковки. Технологии синтеза биоразлагаемых полимеров активно развиваются в США, странах Европы и Юго-Восточной Азии. Производство таких материалов начинают осваивать и в Республике Беларусь. Сегодня в мире насчитывается более 100 видов различных биоразлагаемых полимеров. Основой для производства таких полимеров является растительное и животное сырье. Биоразлагаемые упаковки способны подвергаться деструкции под действием биологических (плесневые грибы, почвенные бактерии, атмосферные микроорганизмы), физических (ультрафиолетовое излучение) и химических (реагенты в водных средах) факторов с образованием более простых соединений, которые не оказывают вредного влияния на окружающую среду.

Перечень высокомолекулярных соединений, предназначенных для синтеза биоразлагаемых изделий постоянно расширяется. Наиболее известными являются полимеры на основе молочной кислоты – полилактиды (*PLA*), которые получают в результате молочнокислого брожения сахаров кукурузы или другой биомассы. По своей прочности и прозрачности они не уступают полистиролу и полиэтилентерефталату. Из этих полимеров производят изделия для упаковки фруктов и овощей, соков и молочных продуктов.

Кроме полилактидов разрушаемыми биопластиками являются полиэфирные алкановых кислот, так называемые полигидроксиалканоаты (*PHA*). *PHA*-биопластики подобны полипропилену и полиэтилену, обладают антиоксидантными свойствами и характеризуются высокой биосовместимостью. Из них делают упаковочные и нетканые материалы, одноразовые салфетки и предметы личной гигиены, пленки и волокна, связывающие вещества и покрытия. Отходы изделий из такого материала разлагаются под действием природных факторов. Перспективным материалом является *PEF* (полиэтиленфураноат), новый полимер, похожий на полиэтилентерефталат, но на 100 % состоящий из биологического сырья. Полимер имеет превосходные барьерные и термические свойства, что делает его идеальным материалом для упаковки напитков, пищевых и непродовольственных товаров [3].

Немаловажное значение в процессе биоразложения имеют различные наполнители полимерных материалов. Большим разрушениям подвергаются материалы, в состав которых входят органические наполнители, являющиеся питательной средой для различных микроорганизмов. Созданы материалы, в состав которых входят добавки, способствующие разложению их отходов при участии воздуха, которые относят к оксоразлагаемым (*OXO*). Изделия из таких материалов подвергаются вторичной переработке, легко превращаются в биомассу в процессе разложения при компостировании или в грунте; разрушаются под действием света и тепла [4].

Единственным видом биоразлагаемой полимерной упаковки, которая не нуждается в индивидуальном сборе и особых условиях утилизации, являются съедобные пленки и покрытия на основе природных полимеров – полисахаридов. Наибольшее распространение получили производные крахмала, желатина и целлюлозы, альгинаты натрия и кальция, выделенные из бурых морских водорослей [5].

Съедобные полимерные пленки придают продукту формоустойчивость и устойчивость к изменению качества в целом, а также обеспечивают стерильность поверхности продукта и сохранение в них важных компонентов. Съедобные пленки на основе природных полимеров обладают высокой сорбционной способностью, могут регулировать вкусоароматические свойства собственно пищевого продукта в съедобной пленке, что особенно важно при приеме продуктов лечебно-профилактического действия. Кроме того, такие пленки способны удерживать различные соединения, что позволяет обогащать продукты питания минеральными веществами, витаминами, комплексами микроэлементов, биофлавоноидами, всевозможными экстрактами, компенсируя дефицит необходимых человеку компонентов пищи.

Исследователи всего мира продолжают активно работать над проблемой создания экологически чистых съедобных пленок. Американские ученые разработали пленку на основе фруктовых или овощных пюре. Бразильская корпорация сельскохозяйственных исследований создала съедобные пленки для упаковки пиццы из томатов, смешанных с наноматериалом, который обладает связующей функцией. Российские ученые изобрели упаковку, которая на 90 % состоит из тех же веществ, что и сам продукт с использованием альгината натрия.

Белорусские ученые разработали съедобную пленку, которая состоит из крахмала и пищевых полимеров на основе воды. Получаемый продукт не только экологически и клинически чист, а также пригоден в пищу и даже способен предупреждать ряд заболеваний. Инициатива ученых позволяет разумнее распоряжаться ресурсами страны, а в итоге будет выгодной и самому потребителю. Спектр применения съедобной упаковки широк: уже сегодня специалисты предлагают антикариесные пленки с добавлением антимикробных добавок – куркумы и гвоздики. Если обернуть в них шоколад, можно не бояться проблем с зубами. Съедобная упаковка не загрязняет окружающую среду и позволяет решить проблему сокращения количества бытовых отходов [6, 7].

Таким образом, экологические проблемы, связанные с утилизацией бытовых полимеров способствуют появлению более совершенных способов их переработки путем самодеструкции и разработке особого класса материалов – съедобных. Применение таких экологически безопасных материалов направлены на защиту окружающей среды и здоровья человека.

Л и т е р а т у р а

1. Рециклинг и утилизация тары и упаковки : учеб. пособие / А. С. Клинков [и др.]. – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2010. – 112 с.
2. Ермаков, А. И. Утилизация тары и упаковки : учеб.-метод. пособие / А. И. Ермаков. – Минск : БНТУ, 2017. – 194 с.
3. Есенаманова, Ж. С. Физико-химические и биохимические аспекты биodeградации органических веществ на полигонах захоронения твердых бытовых отходов / Ж. С. Есенаманова, А. Е. Абуова, Г. Д. Батырбаева. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/17_APSN_2013/Ecologia/4_140992.doc.htm. – Дата доступа: 20.03.2024.
4. Крутько, Э. Т. Технология биоразлагаемых полимерных материалов : учеб.-метод. пособие / Э. Т. Крутько, Н. Р. Прокопчук, А. И. Глоба. – Минск : БГТУ, 2014. – 105 с.

5. Савицкая, Т. А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние (обзор) / Т. А. Савицкая // Полимер. материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 6–36.
6. Утилизация упаковочных материалов как основа экологической безопасности: биоразлагаемые и съедобные материалы / И. Ю. Ухарцева [и др.] // Весн. Гродз. дзярж. ун-та імя Я. Купалы. Серыя 6, Тэхніка. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 74–89.
7. Упаковка пищевых продуктов: материалы, технологии, экология / И. Ю. Ухарцева [и др.] ; под ред. В. А. Гольдаде. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 286 с.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЧАСТИЦ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПОРОШКОВ НА СТАБИЛЬНУЮ РАБОТУ ВИБРОДОЗАТОРА В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКИ

С. В. Рогов, В. Г. Гаврилин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Исследована форма частиц порошка и их принудительная подача в зону наплавки с помощью вибрационного дозирующего устройства. Также проведен анализ основных факторов, влияющих на равномерность подачи порошка при ЭМН: режимы, время работы дозатора, гранулометрический состав порошка.

Ключевые слова: порошок, вибродозатор, электромагнитная наплавка, подача.

Все большую актуальность, особенно в Республике Беларусь, приобретают ресурсосберегающие, восстанавливающие и ремонтные технологии. Нанесение износостойких покрытий позволяет резко сократить расход дорогостоящих легированных материалов и тем самым существенно повысить надежность деталей и в целом машин. Электромагнитная наплавка (ЭМН) представляет собой один из перспективных методов создания таких поверхностей [1].

Целью данного исследования является изучение зависимости величины подачи порошковых материалов от гранулометрического состава порошков и угла наклона лотка дозирующего устройства.

Ранее проведенные исследования показали, что масса покрытия пропорциональна изменению подачи порошка. Возможность регулировки подачи, т. е. управление этим технологическим параметром, зависит от работы дозирующего устройства. В данном исследовании была применена ранее описанная в работе [2] схема вибрационного дозирующего устройства.

При проведении эксперимента были использованы ферроборФБ-3 ГОСТ 14848–69 (размер частиц 315–400 мкм) и порошкибористого чугуна БЧ-1, БЧ-2 (размер частиц 315–400 мкм). Масса подаваемого порошка (величина подачи) определялась взвешиванием на аналитических весах ВЛК-500 с точностью до 0,001 г. Величину подачи порошка определяли усреднением результатов пяти опытов. Время подачи определялось секундомером с точностью до 0,05 с.

Воздействие вибрации на сыпучие тела вызывает возникновение в них изменений, особенности которых обуславливаются интенсивностью вибрации. По мере увеличения интенсивности вибрации в пределах амплитудных ускорений, не превышающих ускорения свободного падения, сыпучее тело приобретает подвижность, псевдотекучесть. Такое состояние сыпучего тела принято называть состоянием псевдооживления. В этом состоянии сцепление между частицами ослабевает, достигается