

Согласно многочисленным исследованиям во всем мире, рынок упаковки является наиболее важным сектором в сфере потребления полимерных материалов. Использование упаковки обусловлено следующими основными причинами: 1. Упаковка должна защищать содержимое от воздействий окружающей среды: повреждений, обеспечивать бактерицидную защиту для продуктов питания. 2. Упаковка должна защищать экологию от загрязнения и утечки опасного содержимого – ядов, токсичных веществ. 3. Упаковка из полимерных материалов более безопасна, чем стекло, так как не бьется при перевозках. 4. Пластик лучше сохраняет продукт, так как обеспечивает кислородный барьер. Пластиковая упаковка наиболее вместительна – это одна из первых причин, по которой товары (как продукты питания, так и химические вещества) упаковывают в нее при перевозках. Упаковочные материалы – это основной рынок для пластика и термопластика. Причины этого весьма разнообразны. Технические: пластик предоставляет исключительный баланс удачного веса и формы, простоты обработки и адекватной цены. Экономические: пластик – это вариант массового производства по сравнительно низким ценам. Эстетические: пластик позволяет большую свободу для дизайна, чем картон, бумага, дерево, стекло или металл. Экологические: уменьшение веса упаковки, высокие защитные свойства по сравнению с бумагой и картоном. Мировой рынок пластика составляет около 50 тонн полимеров. Полимерные материалы предоставляют больше возможностей для того, чтобы разнообразить дизайн упаковки: упаковка может быть прозрачной или непроницаемой, раскрашенной, с металлическими или деревянными вставками и т.д. Пластик позволяет лучше информировать о представленном продукте и привлекать покупателя, кроме того, он достаточно прост в использовании. В производстве упаковки используют следующие виды полимеров: полиолефины наиболее важны и составляют 65% пластика, PET (насыщенный полиэфир этиленгликоля и терефталевой кислоты), PVC (Поливинилхлорид), полистирол. Термореактивные полимеры – такие как полиуретан, используются лишь в 1% случаев. PMMA (полиакрил), полиамиды и поликарбонаты используются только в специальных случаях. Композитные материалы – полиэстер из стекловолокна и RRIM – наиболее редки в применении [1]. Упаковка, это рынок возможностей в области биоразлагаемых полимеров. Из-за проблем с утилизацией отходов пластиковые пакеты запрещены и облагаются большими налогами в Ирландии, Германии, Южной Африке, в Тайване. Соответственно, растет спрос на биоразлагаемые полимеры (биополимеры). Природные и синтетические полимеры, содержащие связи, которые легко подвергаются гидролизу, обладают высокой способностью к биодеструкции. Присутствие заместителей в полимерной цепи часто способствует повышению биодеструктируемости. Последняя зависит также от степени замещения цепи и длины ее участков между функциональными группами, гибкости макромолекул. В настоящее время, в производстве упаковки

используют следующие биополимеры: PLA (полимолочная кислота), PGA (полигликолевая кислота), PCL (поликапролактон), PHA (полигидроксиалканоат), PHB (полигидрокибутират). Их свойства не ограничивают возможности дизайна и соответствуют жестким экологическим стандартам ведущих стран мира. В настоящее время проводятся исследования и разработки в области создания штаммов микроорганизмов, способных осуществлять деструкцию полимеров. Пока это направление увенчалось успехом только в отношении поливинилового спирта [2]. Японские ученые выделили из почвы бактерии *Pseudomonas* SP, которые вырабатывают фермент, расщепляющий поливиниловый спирт. После разложения фрагменты ее макроцепи полностью усваиваются бактериями. Бактерии *Pseudomonas* добавляют к активному илу на водоочистных сооружениях для более полной очистки сточных вод от этого полимера. Синтез биоразлагаемых полимеров методами биотехнологии. Таким образом, получен микробный полиоксибутират, который по своим пластическим свойствам близок к классическим полимерам — полиэтилену и полипропилену. Полиоксибутират и изделия из него легко поддаются разложению под действием микроорганизмов, а также ферментов плазмы животных тканей. Этот полимер применяют не только в качестве упаковочного материала, отходы которого разрушаются естественной почвенной микрофлорой до мономеров, но и используют в хирургии и фармакологии. Английская фирма «ICI» создала новые полимерные материалы, получаемые с помощью бактерий на натуральных субстратах: сахаре, этаноле, смеси газов (CO₂ и H₂). Синтезируемый бактериями полимер — поли-3-гидроксибутират — относится к термопластам и по своим физическим свойствам аналогичен полипропилену. Однако, он неустойчив к действию растворителей и имеет низкую теплостойкость. В поли-3-гидроксибутират вводят другой продукт бактериального синтеза — поли-3-гидроксиивалериановую кислоту и получают полимерную композицию BioPol™, которая полностью разрушается микроорганизмами в течение нескольких недель [1]. В отношении улучшения сродства с неполярными полимерами типа полиэтилена и полипропилена перспективными являются эфиры крахмала и высших жирных кислот. Причем эфирные группы с длинными алкильными радикалами не только увеличивают совместимость крахмала с неполярным синтетическим компонентом, но и действуют как внутренние пластификаторы. Однако скорость биodeградации таких композитов по сравнению со смесями «полиэтилен — немодифицированный крахмал» меньше. Из смеси полиэтилена высокого давления и крахмала, модифицированного введением в его молекулы холестериновых остатков, получены раздувные пленки. По сравнению с материалами из нативного крахмала пленки более однородны и характеризуются большей прочностью. Их биodeградация в компосте проходит быстрее, очевидно, за счет разрыхления структуры крахмала крупными холестериновыми фрагментами. Таким образом, способность полимерных

материалов к биодеструкции обусловлена главным образом их химическим составом, структурой и свойствами макромолекул. На устойчивость полимеров к биологическому разложению большое влияние оказывают некоторые макроструктурные характеристики (величина пористости, равномерность распределения добавок в полимерной массе, в особенности обработки поверхности изделий и т.п.), а также технологические параметры. Все большее практическое применение в индустрии упаковки находят материалы на основе крахмала или его смесей с синтетическими полимерами, свойства которых, в том числе и способность к биоразложению, зависят от совместимости компонентов и структуры получаемых систем. Однако, термодинамика и энергетика взаимодействия компонентов в смесях крахмала с синтетическими полимерами и структура таких систем мало изучены. Цель новейших разработок состоит в том, чтобы установить общие закономерности в подборе компонентов и технологических параметров при изготовлении материалов, сочетающих высокий уровень эксплуатационных характеристик (прочность, низкую газопроницаемость, экологическую безопасность, хорошую формуемость и др.) со способностью к биоразложению, и научиться регулировать процессы их деструкции. Исследования в области создания «biodegradable polymer» важны для решения глобальных экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды отходами полимерных материалов [3]. В настоящее время наиболее развивающимся сегментом научных исследований в области упаковки являются: «активные» и «остроумные» упаковки. К «активным» упаковкам относятся антифунгицидные, антисептические, бактерицидные, съедобные, антиадгезионные покрытия, саморазлагающиеся и полезные (обогащенные витаминами) пленки. Они не только защищают продукты от нежелательных внешних воздействий и повреждений, но и улучшают их товарный вид, способствуют более длительному сохранению качества, а иногда придают новые свойства. В последние годы для защиты пищевых продуктов от плесени и порчи во многих странах стали использовать препараты, обладающие антимикробным действием. Их вводят в защитные оболочки и покрытия, изготавливаемые по латексной технологии. Для подавления жизнедеятельности вредных микроорганизмов применяют также обработку продукта озоном, ультрафиолетом или гамма-излучением. Существуют водорастворимые покрытия на основе эфиров целлюлозы, которые способствуют повышению качества продукта. А съедобными водорастворимыми оболочками на основе метилцеллюлозы покрывают сформованное тесто. Это обеспечивает ему устойчивость к подгоранию, снижает упек и увеличивает срок свежести хлеба. Последнее достижение в области «активной» упаковки полезная упаковка, названная так самими разработчиками, американскими биотехнологами. Они изобрели жидкий оберточный материал для овощей и фруктов, главные компоненты которого - хитозан (природный полимер, получаемый из панциря

крабов) и фермент лизоцим, содержащийся в яичном белке. Внешне такая упаковка напоминает полиэтиленовую обертку, с той разницей, что ее можно есть вместе с продуктом, обогащая организм биологически активными добавками [2]. Весьма перспективным является также использование таких «активных» оболочек, как съедобные покрытия. К числу «остроумных» упаковок относятся саморазогреваемые упаковки из электропроводящих полимерных материалов (ЭПМ) с проводом и вилок. Для изготовления таких материалов в полимеры (термопласты, реактопласты, каучуки и резины) вводят дисперсные наполнители: технический углерод (сажу), графит, углеродные волокна или металлы. Они создают непрерывную цепочечную структуру, необходимую для прохождения электрического тока. Для саморазогреваемых упаковок чаще всего используют композиции на основе полипропилена и порошка карбонильного никеля, как электропроводящего дисперсного наполнителя. Для нагрева содержимого упаковку подключают к обычной электрической розетке. Такие упаковки удобно брать с собой в дорогу. В противоположность саморазогреваемым существуют криогенные упаковки, замораживающие продукты (мясо, рыбу и др.). В них используют материалы, обладающие высокими физико-механическими показателями, особенно прочностью к проколам, и морозостойкостью. В нашей стране разработана новая криогенная технология, благодаря которой из поливинилового спирта - водорастворимого синтетического полимера - получают удобное и экономичное пленочное покрытие, помогающее сохранять качество и свежесть рыбы во время лова. В условиях конкуренции и дефицита энергии победит та упаковка, при создании которой эффективнее и бережнее всего расходуются углерод и вода - ресурсы, эквивалентные денежным средствам. Причем имеются в виду все этапы жизненного цикла упаковки, включая хранение, транспортировку и утилизацию. Истощение ресурсов и увеличение цен на материалы стимулируют развитие перерабатывающей отрасли. Соответственно, будут появляться все новые материалы и все новые пути для их повторного использования. В настоящее время, научные исследования в области полимеров и биополимеров принимают все более активный характер. Глобальное ухудшение экологической ситуации в мире: проблема утилизации отходов, приводит к необходимости создания качественно новых видов биополимеров, которые по своим свойствам имели бы большие возможности в области дизайна упаковки [3-4]. В заключение хотелось бы отметить, что упаковка, как всякое изделие, процесс или живое существо, имеет момент возникновения (рождения), срок эксплуатации (жизни) и конец — уничтожение или смерть. Большинство видов упаковки рождается из нефти, являющейся в настоящее время практически единственным источником получения мономеров, которые путем сложных синтезов превращаются в полимеры. Из них получают композиции в виде готового продукта — гранулята. И, наконец, из гранулята различными методами и на различном оборудовании

производят ту или другую упаковку (пакеты, ящики, коробочки, стаканчики и др.).