

МИНИСТЕРСТВО ТОРГОВЛИ И МАТЕРИАЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Красноярский институт советской торговли

А. М. Мирзоев
В. П. Сургутский

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПОЛИМЕРНЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Учебное пособие

Красноярск 1992

МИНИСТЕРСТВО ТОРГОВЛИ И МАТЕРИАЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Красноярский институт советской торговли

А. М. Мирзоев
В. П. Сургутский

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Учебное пособие

Красноярск
1992

Мирзоев А.М., Сургутский В.П. Современные полимерные упаковочные материалы для пищевых продуктов. Учебное пособие. — КИСТ, 1992, 74 с., библиограф. 20 назв.

В пособии изложены основы получения полимеров, дана характеристика важнейших групп полимерных упаковочных материалов. Рассмотрено влияние факторов внешней среды на качество пищевых продуктов в полимерной упаковке и экологические проблемы, связанные с использованием и утилизацией полимерной тары.

Учебное пособие предназначено для студентов товароведческих и технологических специальностей торговых вузов и слушателей системы повышения квалификации и переподготовки кадров.

Рецензенты: зав. лабораторией экосистем Института биофизики СО Российской Академии Наук доктор физико-математических наук А.Т. Дегерменджи,
зав. кафедрой технологии и организации общественного питания канд. техн. наук, доцент Н.Н. Пшисина

Иркутский институт советской торговли, 1992

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	3
I. Основные методы получения полимерных матери- алов	6
2. Получение полимерной пленки и тары	20
3. Характеристика основных типов полимерных пле- нок	24
4. Многослойные полимерные пленки	40
5. Термоусадочные и растяжимые полимерные пленки	43
6. Полимерные емкости и ящики	47
7. Влияние факторов внешней среды на качество пищевого продукта в полимерной упаковке	49
8. Требования к полимерным материалам, применяе- мым для упаковки пищевых продуктов	56
9. Методы оценки свойств полимерных материалов	60
10. Экологические проблемы применения тароупаковочных материалов в пищевой промышленности	64
Заключение	71
Рекомендуемая литература	72

Введение

Снижение потерь продуктов питания при транспортировании — серьезный резерв в увеличении объема поставки продовольствия. Эти потери, в том числе и от несовершенства или отсутствия упаковки, в настоящее время достигают десятков процентов. Усовершенствование упаковки, условий перевозки и хранения без расширения объема производства позволит значительно увеличить количество продуктов питания, поставляемых потребителю. Целый ряд пищевых продуктов вообще не может выпускаться без соответствующей упаковки.

Отечественный и зарубежный опыт последнего десятилетия позволяет наметить три основных направления в развитии тароупаковочной техники в отраслях, производящих продукты питания:

- повышение экономичности существующих традиционных тароупаковочных материалов (металл, стекло, картон, бумага) без снижения качества упаковки;
- создание и использование новых, прогрессивных и экономичных тароупаковочных материалов с целью снижения дефицита традиционной тары;
- создание и усовершенствование фасовочно-упаковочного автоматического оборудования, комплексно и с высокой скоростью осуществляющего операции.

При этом особое внимание уделяется линиям упаковки пищевых продуктов с использованием новых экономичных упаковочных материалов — полимерных и комбинированных.

Развитие упаковочной техники с применением полимерных и комбинированных материалов происходит высокими темпами. Если еще недавно (в 70-е годы) производительность упаковочных автоматов, работающих на поли-

мерных и комбинированных материалах, составляя 60 упаковок в минуту, то в ближайшие годы она может составить до 4000 упаковок в минуту.

Основное звено в развитии упаковочной техники и технологии — полимерные и комбинированные тароупаковочные материалы.

Начиная с 50-х годов нашего века объем выпуска промышленных полимерных материалов удваивается каждые 5 лет.

Широкое распространение полимеры получили как тароупаковочные материалы для пищевых продуктов. Полимерная упаковка завоевывает позиции в пищевой промышленности, оттесняя во многих случаях такие традиционные материалы, как металл, стекло, картон, бумага, древесина, на второй план.

Наиболее перспективным направлением в использовании полимерных материалов при упаковке пищевых продуктов является изготовление многослойных комбинированных материалов в сочетании с бумагой, фольгой, картоном или металлизированными полимерами, которое позволило на базе ограниченного числа полимеров получить упаковку с любым комплексом заданных свойств для самых разнообразных продуктов.

Создан обширный класс тароупаковочных материалов, называемых комбинированными. В последние годы за рубежом, особенно в США, получает распространение упаковка для пищевых продуктов из поликарбоната. Он ценен рядом свойств: не выделяет посторонние вещества, которые могли бы перейти в продукт при контакте с упаковкой; упаковку из поликарбонатов можно использовать в различных технологических процессах, в том числе при глубоком замораживании, термической стерилизации, микроволновом нагреве. Это дорогая, но многооборотная тара.

В торговлю и общественное питание все больше будет поступать пищевых продуктов в полимерной и комбинированной таре.

Изучение ее свойств, разновидностей, особенностей влияния на качество и сохраняемость пищевых продуктов — неотъемлемая часть подготовки товароведа-продовольственного и технолога общественного питания на современном этапе.

Предлагаемый материал не охватывает всего множества вопросов, связанных с полимерными материалами, но существенно заполняет пробел в учебниках.

1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Полимерный материал, необходимый для изготовления тары, получают, как правило химическими методами и в первую очередь методами полимеризации и поликонденсации.

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ. Полимеризация — это реакция соединения молекул мономера, приводящая к образованию макромолекул:



где M — молекула мономера, M_n — макромолекула, состоящая из n мономерных звеньев, n — степень полимеризации. Молекулы мономера, включенные в состав макромолекул, становятся ее мономерными звеньями. Элементарный состав макромолекул (без учета концевых групп) не отличается от состава мономера. В этом состоит одно из существенных отличий полимеризации от поликонденсации.

Обязательными стадиями полимеризации являются иницирование и рост макромолекулы. Инициаторы полимеризации — вещества, которые в средах, содержащих мономеры, образуют активные частицы, способные начать рост цепи. Обычно они образуют радикалы и вызывают радикальную полимеризацию.

При полимеризации должны быть созданы условия для роста цепи. Это условие может выполняться в том случае, если молекулы низкомолекулярного соединения содержат кратные связи или циклы, раскрывающиеся при реакции.

Механизм полимеризации определяется химической природой частиц, являющихся промежуточными продуктами полимеризации. При этом полимеризация может быть ступенчатой (частицы достаточно стабильны) и цепной (промежуточные

продукты — нестабильные).

В зависимости от химической природы активных частиц, участвующих в полимеризации, различают радикальную и ионную полимеризацию. В полимеризации могут одновременно участвовать два или несколько мономеров. Такую полимеризацию называют совместной, или сополимеризацией.

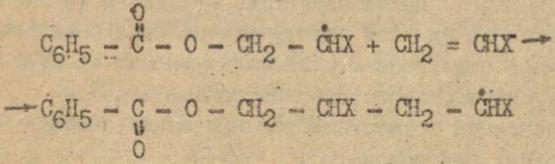
Радикальная полимеризация всегда протекает по цепному механизму. Функции активных промежуточных продуктов при радикальной полимеризации выполняют свободные радикалы. К числу распространенных мономеров, вступающих в радикальную полимеризацию, относятся: этилен, винилхлорид, тетрафторэтилен, винилацетат и др.

Свободные радикалы возникают различными путями; наиболее распространенный основан на осуществлении в среде мономера термического гомолитического распада нестойких веществ (инициаторов). Удобным источником свободных радикалов служат азосоединения. Радикал, образующийся при распаде инициатора, начинает реакцию цепь:



При осуществлении радикальной полимеризации используют окислительно-восстановительное инициирование, фотохимическое, радиационно-химическое и другие виды инициирования. Во всех случаях в результате инициирования возникают свободные радикалы, выступающие в качестве промежуточных продуктов.

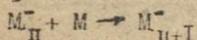
Рост цепи осуществляется последовательным присоединением молекул мономера к активным радикалам:



Существуют вещества, которые называются ингибиторами, способствующие осуществлению реакции обрыва, ограничивающие кинетические и материальные цепи. Обрыв приводит к исчезновению в системе радикалов или к замене их малоактивными радикалами, неспособными присоединять молекулы мономера.

Могут возникать и реакции передачи цепи. Передача цепи через полимер (отрыв растущим радикалом атома или группы атомов от какой-либо молекулы — передатчика цепи) служит одним из источников возникновения разветвлений в полимерных цепях.

Активными промежуточными продуктами при ионной полимеризации являются ионы, ионные пары или поляризованные комплексы. Различают два типа цепной ионной полимеризации — катионную и анионную. При катионной полимеризации реакционно-способный конец растущей цепи заряжен положительно, при анионной — отрицательно:



В отличие от радикальной полимеризации, скорость катионной полимеризации очень сильно зависит от химической природы применяемого растворителя.

Выбор способа полимеризации определяется конкретными требованиями, природой полимеризуемого мономера и используемого инициатора, задачами, которые ставятся при осуществлении полимеризации и т.п. На практике обычно используются четыре способа: в блоке (или массе), в растворе, в эмульсии и в суспензии.

ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ. Поликонденсация — реакция образования макромолекул из би- или полифункциональных соединений, сопровождающаяся отщеплением низкомолекулярных продуктов (воды, аммиака, спирта, хлористого водорода и т.д.).

Поликонденсация осуществляется при использовании реакций замещения или обмена.

Поликонденсация, в которой участвуют только бифункциональные молекулы, приводит к образованию линейных макромолекул. Такую поликонденсацию обычно называют линейной.

Поликонденсация, в которой участвуют молекулы с тремя или большим числом функциональных групп, приводит к образованию ими, в конечном счете, трехмерных (сетчатых) структур. Такую поликонденсацию называют разветвленной, или трехмерной.

При осуществлении поликонденсации часто в реакционную смесь вводят стабилизаторы (монофункциональные соединения) — они могут регулировать молекулярную массу полимера.

ПЛАСТИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРОВ. Пластификация полимеров — изменение свойств полимеров путем введения в них низкомолекулярных веществ, называемых пластификаторами.

Введение в полимер пластификатора смещает температуры текучести и стеклования в области более низких температур, а также уменьшает модуль упругости полимера, т.е. делает его более мягким.

Морозоустойчивость полимеров в присутствии пластификаторов улучшается (эластичность теряется при более низких температурах, а теплостойкость ухудшается). В ряде случаев пластификация полимеров совершенно необходима, т.к. стеклообразный при комнатной температуре полимер в присутствии пластификатора становится эластичным, каучукоподобным.

Пластификаторы большей частью представляют собой высококипящие малолетучие жидкости. Применяют также и растворимые в полимере твердые вещества. В композиции вводят либо один, либо смесь пластификаторов.

Пластификаторы должны обладать малой упругостью паров, химической стойкостью, нерастворимостью в воде, термо- и светостойкостью, не должны быть токсичными и т.п.

По химическому строению пластификаторы делятся на следующие основные типы: фталаты (эфирные О-фталевой кислоты), фосфаты (сложные эфиры фосфорной кислоты), адипинаты

и себацинаты (эфирь адилиновой и себацдиновой кислот), эпоксидированные и полиэфирные пластификаторы.

При проникновении жидкого пластификатора в полимер может происходить коллоидное или молекулярное диспергирование. Во втором случае образуется истинный раствор пластификатора в полимере, т.е. полимер набухает в пластификаторе. Истинные растворы образуются при взаимодействии полимера и пластификатора, близких по полярности.

При коллоидном диспергировании полимер и пластификатор не совмещаются (нет сродства). Такие эмульсии готовят в смесителях, или на вальцах, они агрегативно не устойчивы и при хранении и эксплуатации могут расслаиваться. Внешне это выражается в появлении капелек или кристалликов пластификатора на поверхности изделия или в помутнении прозрачного изделия.

При пластификации полимеров происходит понижение вязкости системы, что облегчает течение и понижает температуру текучести. При этом цепь полимеров становится более подвижной, что приводит к увеличению эластичности и снижению температуры стеклования.

Пластификатор, меняя структуру полимера, влияет на его механическую прочность: пластифицированный полимер всегда менее прочен, чем непластифицированный. Это учитывается при дозировке пластификатора. С целью меньшей потери прочности в последнее время полимеры "пластифицируются" не низкомолекулярными веществами, а более эластичными полимерами.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОЛИМЕРЫ. Модифицирование — это направленное изменение физических, механических или химических свойств под воздействием различных факторов. При этом используются следующие методы модифицирования:

1. Модифицирование методом полимераналогичных превращений — это замена одних функциональных групп полимеров другими без изменения его структуры и длины цепи. В результате такого превращения значительно изменяются раствори-

между атомами вдоль полимерных молекул за счет изменения конформации цепи.

Одно из наиболее важных свойств ориентированных полимеров — повышенная (до десяти раз) по сравнению с неориентированным состоянием механическая прочность при растяжении в направлении ориентации.

Ориентированные полимеры получают также методами направленной полимеризации, при этом цепные молекулы сразу получаются ориентированными. В этом случае рост полимерных цепей происходит вдоль определенных кристаллографических направлений, молекулы "вытянуты" во всю свою длину (складчатая конформация молекул отсутствует). Здесь достигается предельный случай ориентирования полимеров, это дает возможность создать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками.

Прочность полимерных материалов — важнейшая их эксплуатационная характеристика. При производстве тары могут быть использованы так называемые армированные полимерные материалы — это полимеры, содержащие в качестве упрочняющего элемента волокнистые наполнители. Благодаря армированию удается повысить механическую прочность, ударную вязкость, динамическую выносливость и теплостойкость полимеров, снизить их ползучесть.

Армируют обычно трехмерные и разветвленные полимеры, обладающие высокой теплостойкостью и вместе с тем большой хрупкостью, а также линейные полимеры с невысокой механической прочностью. Армирование феноло-формальдегидных, меланино-формальдегидных и эпоксидных смол, ненасыщенных гетероцепных полиэфиров позволяет улучшить их механические характеристики и особенно ударную прочность, что очень важно при эксплуатации тары. Армированием термопластов (фторопластов, поливинилхлорида, полиамидов, полистиролов и др.) резко снижается их текучесть.

В качестве армирующих волокнистых наполнителей применяют элементарные волокна, пряжи, жгуты, нити, ткани

различных структур и пр. В зависимости от природы наполнителя различают: асбопластики (наполнители — асбоволокнистые материалы); древопластики (древесный шпон); стеклопластики (стекловолокнистые материалы); пластики на основе органических природных и синтетических волокнистых материалов; углепластики (органические волокна и ткани); металлопластики (металлические волокна).

Для получения достаточно прочных материалов полимер должен хорошо смачивать поверхность армирующего материала и обладать по отношению к нему высокой адгезией. Полимер должен также обладать высокой когезионной прочностью. Наибольшей механической прочностью обладает стекло — и асбопластики.

ПИГМЕНТЫ. Пигменты — это тонкодисперсные окрашенные (включая белый и черный цвета) порошки, нерастворимые в воде (в отличие от красителей) и пленкообразующих веществах.

По составу пигменты делятся на минеральные и органические, по цвету — на ахроматические (белые, серые, черные) и хроматические (все цветные).

Минеральные пигменты представляют собой главным образом окислы и соли различных металлов. Такие пигменты обычно дешевле органических, отличаются более высокой светостойкостью. Однако богатая гамма оттенков, высокая интенсивность, яркость и глубокий тон органических пигментов создают основу для более широкого их применения.

Основными характеристиками пигментов являются: цвет, укрывистость, интенсивность (красящая сила), форма и размер частиц, устойчивость к атмосферным воздействиям, свету, теплу, химическая стойкость.

Цвет пигментов определяется их способностью к поглощению и отражению света в видимой части спектра (380—760 мкм). Белые пигменты обладают высокой отражательной способностью, черные сильно поглощают видимый свет; цветные пигменты поглощают избирательно. Основной цветовой тон пигмента зависит от того, в какой части спектра нако-

дится максимум отраженного света. Цвет пигмента характеризуют также яркостью и насыщенностью. Чем большую часть падающего света отражает пигмент, тем он ярче. Яркость характеризуют коэффициентом отражения (в %). Чем меньше в отраженном свете содержится лучей, не соответствующих основному тону, тем цвет насыщеннее, чище.

Цвет пигмента обусловлен также наличием в них определенных атомов или их группировок. Как правило, глубокая и интенсивная окраска органических веществ определяется системой сопряженных двойных связей, наиболее устойчивой в изо- и гетероциклических соединениях. Иногда основной тон пигмента зависит от размера частиц.

Укрывистость (кроющая способность) — свойство пигментов делать невидимым (перекрывать) цвет окрашиваемой поверхности. Укрывистость определяется главным образом диффузным отражением (рассеянным) света в пленке. Укрывистость увеличивается с уменьшением размера частиц до определенного оптимума (0,25 — 0,4 мк). Низкая укрывистость органических пигментов объясняется тем, что размеры их частиц значительно ниже оптимальных. Указанное свойство пигментов очень важно в производстве художественных и полиграфических красок. Эластографические печатные краски представляют собой растворы красителей в спиртах и применяются для печатания этикеток пищевых продуктов с эластичных печатных форм.

Многие органические пигменты на свету быстро выцветают (обесцвечиваются), некоторые минеральные — темнеют, белые — желтеют при недостатке света. Светостойкость и фотохимическая активность пигментов в значительной степени определяются условиями кристаллизации пигментных частиц, протеканием в системе окислительно-восстановительных процессов. Поэтому для повышения свето- и атмосферостойкости выбирают наиболее подходящие методы получения пигментов, применяют поверхностную обработку для создания защитного слоя.

Пигменты широко используются в производстве стекла, стеклянных эмалей, пластмасс. Для производства пластмасс используют термостойкие пигменты, способные совмещаться с полимерами. Для окраски пластических масс из минеральных пигментов используют, например, двуокись титана (TiO_2), цинковые белила (ZnO), литон ($ZnS \cdot BaSO_4$) и т.д.

С каждым годом увеличивается применение красителей для крашения химических волокон в массе. Красители для крашения химических волокон в массе предназначены для окрашивания искусственных и синтетических материалов (в том числе и пленок) в процессе их производства. К этому классу относятся четыре группы красителей: тиозоли, пигменты кубовых красителей, тонкодисперсные пигменты (марки В), кантрозоли.

Широкое применение нашло изготовление лакокрасочных пленок, в том числе и многослойных. Они могут образовываться в результате улетучивания растворителей, повышения вязкости и отвердевания. Такие пленки относят к растворимым. При образовании нерастворимых пленок протекают глубокие структурные и химические изменения. При этом происходит превращение мономеров или линейных полимеров в полимеры сетчатого строения в результате поликонденсации и полимеризации или сополимеризации по месту ненасыщенных связей.

Образование пленки сопровождается постепенным увеличением вязкости. Особенно быстро возрастает вязкость эмалевых пленок, что обусловлено летучестью растворителей. Алкидные, полиуретановые, фенолоалкидные и другие эмалевые краски образуют высококачественные пленки только с применением горячей сушки ($80-150^\circ C$).

В процессе эксплуатации пленка подвергается воздействию солнечных лучей, тепла, кислорода воздуха и других факторов, вызывающих в ней химические и структурные изменения: деструкцию и структурирование ("сливание" макромолекул пленкообразующего). Термическую деструкцию резко за-

медляют добавлением термостабилизаторов. Светостойкость увеличивают добавлением пигментов, отражающих свет или поглощающих коротковолновую часть спектра. Фотохимическую деструкцию предотвращают введением в состав пленки специальных стабилизаторов.

Важна влагопроницаемость пленки — она зависит прежде всего от природы пленкообразующего; она минимальна у линейных полимеров с малыми боковыми группами (например, сополимер хлорвинила с винилидендихлоридом, перхлорвинил, эпоксидные, алкидные смолы и др.). Высокой влагопроницаемостью обладают акриловые и эфирцеллюлозные пленки. Пигменты, содержащиеся в эмалевом слое, тоже существенно влияют на проницаемость влаги.

Лакокрасочная пленка представляет собой избирательно ионопроницаемые мембраны, где стенки капилляров имеют электрический заряд определенного знака вследствие содержания в пленкообразующем веществе ионогенных групп. Наличие тех или иных пигментов в эмалевых покрытиях сказывается на зарядности стенок капилляра и тем самым замедляет или ускоряет проницаемость тех или иных ионов через пленку эмали.

ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА. Пленкообразующие вещества — это синтетические или природные вещества, способные при нанесении на поверхность образовывать пленки за сравнительно небольшой промежуток времени (от нескольких минут до одних суток).

Важнейшими свойствами этих пленок являются адгезия к поверхности, твердость, эластичность, влагонепроницаемость, стойкость к атмосферным и другим воздействиям внешней среды.

Пленкообразующие вещества наносят на поверхность в виде растворов в органических растворителях, дисперсий в воде и в пластификаторах, а также в виде расплавов.

В зависимости от происхождения различают: 1) натуральные (природные) пленкообразующие вещества (растительные и

животные клеи, масла, продукты переработки канифоли и др.) и 2) синтетические пленкообразующие вещества (алкидные и эпоксидные, перхлорвиниловые и другие смолы).

В настоящее время синтетические пленкообразующие вещества все в большей степени заменяют натуральные. Это позволяет экономить дорогостоящее вещество, улучшать качество покрытия.

По химической природе почти все пленкообразующие вещества — органические соединения.

В качестве пленкообразующих веществ находят широкое применение полимеры с большой молекулярной массой, нерастворимые и не образующие высоковязкие растворы даже при низких концентрациях. Такие полимеры можно наносить на поверхность из расплавов методами газопламенного или вихревого напыления (полиэтилен, полиамиды), а также в виде суспензий в воде (бутадиен-стирольные и поливинилацетатные латексы) или в пластификаторах (пластизоли на основе полимеров и сополимеров винилхлорида и др.).

Различают пленкообразующие вещества непревращаемые и превращаемые. Непревращаемые (обратимые, термопластичные) пленкообразующие вещества образуют пленки в результате физических процессов: испарения растворителя, а также воды из дисперсий, отвердевания при охлаждении нанесенного расплава. К физическим процессам пленкообразования относятся также желатинирование пластозолей, происходящее в процессе термообработки и приводящее к образованию гомогенной пластифицированной пленки полимера.

Превращаемые (необратимые, термореактивные) пленкообразующие вещества после нанесения материала на поверхность образуют пленку полимера сетчатого строения (отверждаются) за счет химических процессов поликонденсации и полимеризации.

Некоторые пленкообразующие вещества отверждаются на воздухе без нагревания вследствие окислительной полимеризации (алкидные и эпоксидные смолы, модифицированные высыхаю-

щими маслами). В других случаях (феноло-, мочевино- и меланино-формальдегидные смолы, многие виды эпоксидных смол и полиуретанов и др.) для образования полимеров сетчатой структуры необходимо нагревание (80-180°C) или добавление так называемых отвердителей. Иногда требуется совместное действие отвердителей и нагревания. Скорость процессов химического превращения можно регулировать введением соответствующих катализаторов или ингибиторов.

Свойства получаемых пленок зависят от их строения и химического состава элементарных звеньев в цепях макромолекул. С увеличением длины цепей линейных молекул улучшаются их эластичность и прочностные свойства и уменьшается химическая активность. Алифатические заместители препятствуют тесному сближению молекул пленкообразующих веществ и уменьшают силы межмолекулярного сцепления. Это повышает эластичность и морозостойкость пленки. Полимерные заместители (атомы галогенов, группы OH , CN , COOH) увеличивают взаимодействие молекул между собой и делают пленку менее эластичной. Значительно повышается эластичность добавлением к пленкообразующим веществам пластификаторов.

Эластичность пленок пленкообразующих веществ сетчатого строения, помимо прочих факторов, зависит от частоты сетки: пленки с очень частой сеткой хрупки. Наличие в цепях макромолекул бензольных ядер, а также атомов кремния, алюминия и титана способствует повышению термостойкости; хлора и фтора — снижению горючести, хлора и фтора — повышению химической стойкости. Присутствие реакционноспособных групп (например, двойных связей, гидроксильных) уменьшает химическую стойкость пленок.

Адгезия пленок к поверхности зависит от природы связи между ними и от сил когезии макромолекул. На адгезию влияют состояние покрываемой поверхности (шероховатость, пористость), силы электростатического взаимодействия между металлической поверхностью и полимерными группами пленкообразующих веществ. Не исключена возможность химического взаимодействия

пленкообразующих веществ с поверхностью. Повышение гибкости цепи и уменьшение усадок при пленкообразовании способствует увеличению адгезии, а повышение сил когезии приводит к ее уменьшению. Наилучшей адгезионной способностью из синтетических пленкообразующих веществ обладают алкидные и эпоксицидные смолы, полиакрилаты, полиацеталы, полиуретаны. Адгезия между слоями многослойной пленки линейного строения, как полагают, обусловлена диффузией макромолекул пленкообразующего вещества из одного слоя в другой; у пленок сетчатого строения адгезия между слоями достигается шлифованием слоев, придающим пленке шероховатость.

При эксплуатации пленкообразующие вещества стареют — теряют прочностные свойства и делаются хрупкими; некоторые из них при этом сильно темнеют и выделяют газообразные продукты (NO_2 , HCl и др.). Обычно одновременно протекают процессы агрегации (полимеризация, сшивание, циклизация) и дезагрегации (разрыв цепей, деполимеризация) молекул.

Старение особенно сильно ускоряется от действия света, в частности УФ-части спектра, резких перепадов температур, кислорода воздуха, влаги и т.д. Причиной старения на воздухе являются процессы фотохимической деструкции. При нагревании пленки подвергаются термоокислительной деструкции. Ускоряют старение также механические воздействия (удары, изгибы, вибрация и др.). Процессы старения можно задержать добавлением стабилизаторов и антистареителей, а также введением пигментов.

2. ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ И ТАРЫ

Полимерная тара получается в результате переработки пластических масс — превращения полимерных материалов в изделия методом формования. При этом используются характерные свойства пластических масс — приобретать пластичность и текучесть при воздействии определенной температуры и давления и сохранять затем в обычных условиях приданную им во время переработки форму.

Все пластические массы по поведению при нагревании делятся на две группы: термопластичные и термореактивные. Принадлежность пластмассы к одной из этих групп во многом определяет выбор способа переработки. При переработке термопластических материалов обычно в них не происходит существенных химических изменений; материал в готовом изделии сохраняет способность плавиться и может быть переработан повторно. В термореактивных полимерах под влиянием нагрева и давления при переработке происходят химические процессы, в результате которых материалы становятся неплавкими и нерастворимыми.

Основными способами переработки пластических масс являются: прессование, литье под давлением (инжекционное прессование), экструзия (шприцевание), формование из листов, изготовление изделий намоткой, сварка, механическая обработка.

Прямое прессование — самый распространенный способ переработки термореактивных пластмасс. Пресс-материал, помещенный в полость пресс-форм, при нагреве и под давлением переходит в пластическое состояние, заполняет полость пресс-формы и отверждается. При этом важна температура прессования. Она должна быть оптимальной, т.е. низкая и высокая температура не способствует получению изделий высокого качества. Оптимальная температура прессования для фенопластов $140-200^{\circ}\text{C}$, для аминопластов — $140-150^{\circ}\text{C}$. Давление для прессования необходимо для того, чтобы заставить

прессовочный материал заполнить полость формы. Используется также литьевое прессование, применяется для переработки как терморезистивных, так и термопластических материалов.

Для использования литья под давлением материал нагревается до вязкотекучего состояния и выдавливается в охлаждаемую форму. Этим методом перерабатывают главным образом термопластические материалы. Качество литых изделий зависит от режима литья.

Преимущества литьевого прессования и литья под давлением заключаются в следующем: можно изготавливать более сложные детали с малопрочной арматурой и детали с глубокими отверстиями малого диаметра; более короткий цикл прессования благодаря быстрому отверждению; в деталях не возникает внутренних напряжений и т.д.

Экструзией называется процесс получения профилированных изделий большой длины непрерывным или периодическим выдавливанием через фильеры разной формы или фильерную щель. Методом экструзии можно перерабатывать почти все термопластические материалы.

Экструзия производится на экструдерах, при этом выдерживают оптимальную температуру, различную для разных полимеров: для поливинилхлорида 140–180°C, для полистирола 130–140°C, для полиэтилена 220–240°C, для эфиров целлюлозы 170–205°C. Методами экструзии получают полиэфирные пленки.

Для производства пленки и полимерного материала для тары используют также полив расплава и каландрование.

Полв расплава заключается в свободном поливе расплава полимера на пленкообразующую охлаждающую поверхность с последующей вытяжкой пленочного материала в одном или двух направлениях. Так получают пленки из полиэтилен-терефталата и полиамидов.

Каландрование — процесс пропускания размягченного термопластического материала через зазор между горизонталь-

ными валками с получением бесконечной плоской пленки, размеры которой регулируются. Каландрованием получают пленки из поливинилхлорида.

Отливка из растворов и дисперсий заключается в равномерном разливе исходной жидкой композиции на гладкой поверхности, обладающей антиадгезионными свойствами, и удалении жидкой фазы в мягких условиях, обеспечивающих однородность пленочного материала и равномерность его по толщине. Этим способом покрывают пленки из эфиров целлюлозы и гидрохлоридов каучуков.

Осаждение из растворов заключается в том, что раствор с определенной скоростью подается через узкую щелевую головку в осадительную ванну, где полимер выпадает из раствора (коагулирует) в виде тонкой плоской пленки равномерной толщины и бесконечной лентой поступает на дальнейшую обработку. Так получают целлофановую пленку.

При изготовлении полимерной тары исходный материал может быть использован в виде листов и пленок, гранул и порошка. Из листов и пленок полимерную тару готовят методами сварки, склеивания, термического формования; из гранул и порошка — выдувным и экструзионно-выдувным способами, литьем под давлением, прессованием, ротационным формованием.

Методом термической сварки пленочных материалов без их существенной деформации изготавливают различные типы пакетов — плоские, объемные, складчатые, стоячие.

Методом раздува изготавливают бутылки, флаконы, канистры, емкости.

Термическим формованием получают коробки, банки, емкости, стаканы.

Литьем под давлением получают ящики, лотки, укрупочные средства.

Наибольшее распространение получила система форм-фил-сил (формование-наполнение-герметизация), которая включает следующие операции на одной технологической автоматизированной линии: изготовление тары из полимерных материалов, наполне-

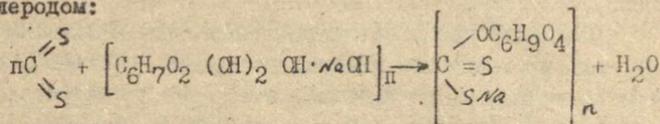
ние ее пищевыми продуктами, герметизация упаковки, товарная обработка упакованного пищевого продукта, укладка в транспортную тару.

Высокопроизводительные автоматические линии типа форм-фил-сил в настоящее время широко используют при упаковке сыпучих и текучих пищевых продуктов в полимерные пакеты: жидких и пастообразных продуктов в банки, бутылки, флаконы.

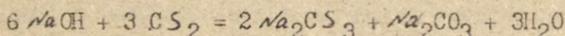
Включение процесса изготовления тары в технологическую цепь производства пищевых продуктов по схеме форм-фил-сил по сравнению со схемами, в которых предусмотрено раздельное изготовление тары с поставкой ее потребителю в готовом виде, имеет ряд преимуществ.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Наиболее важным в практическом отношении типом сложных эфиров целлюлозы является ксантогенат целлюлозы, образующиеся при взаимодействии щелочной целлюлозы с сероуглеродом:



Полученный ксантогенат подвергают созреванию, при этом происходит гидролиз за счет связывания щелочи параллельно протекающего процесса:



При созревании снижается устойчивость массы в действии электролитов — более зрелый продукт легче превращается в пленку.

Концентрированный раствор ксантогената целлюлозы получил название вискозы. Используется вискоза и для получения вязкозных неволокнистых изделий — в частности пленки, получившей название — целлофан. При его получении вискоза продавливается через щель и направляется в осадительную ванну, где происходит осаждение ксантогената целлюлозы и его разложение до гидратцеллюлозы.

В зависимости от формы вязкозных изделий, фильтра имеет или длинную горизонтальную щель (при производстве целлофана), или кольцеобразную щель — при производстве колбасной упаковки, или форму труб и др.

Для того, чтобы пленка была совершенно прозрачной и бесцветной, она должна быть обработана на барабанах и вальцах с очень гладкой поверхностью. Для придания мягкости пленку обрабатывают перед сушкой раствором глицерина. После сушки готовая пленка содержит около 77% гидратцеллюлозы, 12% воды и 11% глицерина.

В мокром виде целлофан теряет свою прочность за счет отмывания глицерина. Поэтому целлофан часто покрывают тонкой (2—4 мкм) защитной пленкой ацетицеллюлозы, нитроцеллюлозы, полиэтилена, поливинилхлорида или других полимеров. Такой целлофан называется лакированным, он применяется для упаковки изделий, предохраняя их от высыхания.

Широкое применение целлофана для упаковки пищевых изделий обусловлено и тем, что целлофановая пленка непроницаема для большинства микробов, защищает пищу от загрязнений и пыли, имеет красивый внешний вид и невысокую стоимость.

Укупорка для бутылок и упаковка для колбасных изделий также иногда подвергаются пластификации глицерином. Для повышения пластичности эти изделия перед применением замачиваются в воде. После сушки пленка плотно облегает форму колбасы или бутылки.

Отечественная промышленность выпускает несколько марок целлофана, обозначаемых номерами: 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 100. Номер целлофана соответствует массе 1 м^2 в граммах. Для упаковки пищевых продуктов обычно используют пленку номеров 25—45. Целлофан выпускают в виде плоского пленочного материала шириной 900 ± 40 и 1400 ± 60 мм.

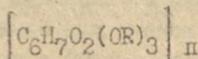
Целлофан дешев, прочен, устойчив к жирам, имеет низкую газопроницаемость и безупречную гигиеничность.

К недостаткам его относятся высокая гигроскопичность и низкая технологичность: целлофан не способен к термической сварке обычными промышленными способами.

что резко ограничивает его использование в качестве упаковочного материала. В некоторых случаях применяют пленку (при изготовлении сосисочных и колбасных оболочек), но для использования на современном высокопроизводительном упаковочном оборудовании, предусматривающем герметизацию упаковки термической сваркой, целлофан непригоден.

Указанные недостатки целлофана в значительной мере устраняются его лакированием. Термопластичный лаковый слой толщиной 2-3 мкм обеспечивает возможность осуществления упаковочных процессов с применением термической сварки материала, а также повышает защитные свойства упаковки, значительно снижая паропроницаемость гигроскопичного целлофана.

ЭФИРЫ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ — продукты O-алкилирования (простые эфиры) или ацилирования (сложные эфиры) гидроксильных групп целлюлозы общей формулой



или $\left[C_6H_3O_2(OCOR)_3 \right]_n$

соответственно.

Основными методами синтеза простых эфиров целлюлозы являются реакции взаимодействия щелочной целлюлозы с галогеналкилами или алкилсульфатами, или могут быть получены O-алкилированием целлюлозы окисями алкенов.

Свойства простых эфиров целлюлозы зависят от молекулярной массы вводимого радикала, степени этерификации и степени полимеризации эфира. С увеличением алкильного радикала ослабляется прочность связи между макромолекулами. Вследствие этого снижается температура размягчения, прочность пленок.

Применению некоторых простых эфиров целлюлозы препятствует их растворимость в воде (при степени этерификации, соответствующей значению $p = 50-200$, где p — количество гидроксильных групп на 100 глюкозных остатков макромолекулы целлюлозы).

Этилцеллюлозу с $p = 230-260$ используют в качестве

пластиков и пленок, обладающих относительно высокой прочностью, гибкостью и морозостойкостью. Для предохранения этилцеллозных пленок от фотохимической деструкции в состав композиции при формировании вводят стабилизаторы (антиоксиданты).

Одной из основных областей применения эфиров целлюлозы является получение из них пластических масс. Однако вследствие недостаточной термопластичности они непосредственно, в чистом виде, не могут быть переработаны известными методами в пластмассы. Поэтому их смешивают с пластификаторами. Для придания другим специальным свойствам к эфирам целлюлозы пластмассам добавляют различные наполнители (гипс, каолин и др.), красители и стабилизаторы. После хорошего смешивания всех перечисленных компонентов получают исходный материал — этрол, пригодный для формирования в изделия применяемыми в технологии пластмасс методами.

От этролов несколько отличается целлулоид и целлон. Целлулоид — пластическая масса, полученная из нитрата целлюлозы с добавкой пластификатора, пигментов и красителей в присутствии растворителей.

Ценным свойством целлюлозных компонентов является возможность получения из них путем направленного синтеза бактериостатических и гидрофобных материалов.

Ацетилцеллоза (ацетат целлюлозы), ацетобутиратцеллоза, ацетопропиатцеллоза, метилцеллоза, этилцеллоза имеет гораздо меньшее значение для упаковки пищевых продуктов. Пленки на их основе не токсичны, прочны, технологичны. Некоторые из этих материалов (ацетобутират, ацетопропиат) используют для изготовления мелкой полимерной тары под пищевые продукты; такая тара обладает лучшей теплоустойкостью, чем тара из жесткого поливинилхлорида или полистирола, лучшими санитарно-гигиеническими свойствами. Однако эфиры целлюлозы относи-

тельно дороги по сравнению со многими упаковочными материалами на основе синтетических полимеров.

ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИОЛЕФИНА — продукты полимеризации непредельных углеводородов олефинового ряда (этилена, пропилена, бутиленов и т.д.). Молекулы полиолефинов — обычно длинные линейные цепи с небольшим количеством коротких и длинных боковых ответвлений. Полиолефины занимают первое место среди пластмасс по объему производства и применению в различных областях промышленности.

П о л и о л е ф и н ы — распространенный тип синтетических материалов. Наиболее известные представители — полиэтилен низкой и высокой плотности, полипропилен, сополимеры этилена с пропиленом. До 70% всех выпускаемых полиолефинов идут на изготовление тары и упаковки.

Полиолефиновые пленки легче, экологичны, обладают высокой эластичностью, низкой паропроницаемостью. Они достаточно технологичны и широко используются при упаковке пищевых продуктов как в качестве самостоятельных упаковочных материалов, так и в качестве отдельных компонентов при изготовлении комбинированных пленок.

ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ПЛЕНКИ. Полиэтилен $(-CH_2 - CH_2-)_n$ — карбоцепный полимер. В промышленности получили применение три способа производства: 1) полимеризация при высоком давлении; 2) полимеризация при низком давлении и 3) полимеризация при среднем давлении. В случае необходимости в полимер вводят добавки: красители, стабилизаторы, вещества, придающие изделию блеск, или облегчающие скольжение.

Различный механизм полимеризации этилена при разных давлениях обуславливает образование различных по своей структуре и свойствам полимеров.

Полиэтилен обладает высокой стойкостью к различным агрессивным средам (кислотам, щелочам, растворам солей и различным органическим жидкостям). Полиэтилен хорошо окрашивается в массу в различные цвета.

Полиэтилен перерабатывается всеми известными для пластмасс методами, во избежание старения полимера от действия УФ-лучей, тепла, кислорода в полимер вводят стабилизатор.

Полиэтилен хорошо совмещается с полиизобутиленом, что позволяет создать различные композиции из них.

Полиэтиленовая пленка — легкий, дешевый упаковочный материал, устойчивый к влаге, обладающий невысокой прочностью, но большой эластичностью. Материал не стоек к действию масел и жиров, обладает сравнительно высокой газопроницаемостью.

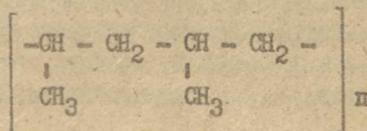
Полиэтиленовые пленки подразделяют на две группы: из полиэтилена низкой плотности — ПЭНП (920–930 кг/м³) и полиэтилена высокой плотности — ПЭВП (935–960 кг/м³). Полиэтилен низкой плотности обычно получают полимеризацией этилена под высоким давлением, поэтому его называют также полиэтиленом высокого давления, а ПЭВП — при среднем и низком давлении, называют иногда полиэтиленом низкого давления.

ПЭВП обладает большей молекулярной массой (100000–300000), чем ПЭНП (10000–60000), поэтому пленка его более прочна, термостойка (125°C против 100°C), устойчивее к действию жира, имеет меньшую газопроницаемость.

Пленка ПЭВП пригодна для проведения в ней различных тепловых процессов: разогрева, варки и даже термической стерилизации продуктов питания при температуре до 120°C.

Полиэтиленовые пленки очень морозостойки, сохраняют эластичность до -60°C — 70°C.

ПОЛИПРОПИЛЕНОВАЯ ПЛЕНКА. Полипропилен — карбоцепный линейный полимер: твердый, в тонких слоях прозрачный. Его строение:



Полипропилен обладает высокой стойкостью к кислотам, щелочам, растворам солей и другим неорганическим агрессивным средам. Для окрашивания полипропилена используют пигменты органических красителей.

В промышленности полипропилен получают полимеризацией пропилена в растворителе при давлении с добавками стабилизаторов (чтобы избежать деструкции при действии тепла, УФ-лучей и т.д.).

Полипропилен перерабатывается всеми известными методами. Изделия из него отличаются стойкостью к истиранию и поверхностной твердостью, которая у полипропилена выше, чем у полиэтилена.

По жесткости и прозрачности полипропиленовые пленки превосходят полиэтиленовые.

Полипропиленовая пленка по свойствам приближается к полиэтилену высокой плотности, выгодно отличается от последнего меньшей плотностью (900-910 кг/м³), большей механической прочностью, жиро- и теплоустойчивостью (140-160°C). Вместе с тем полипропилен подвержен окислительному, тепловому и световому старению. Замедляет старение вводимый в пропилен стабилизатор. Пропилен менее морозостоек (-30°C).

Пленочный пропилен получают ориентированным (в одном или двух направлениях) и неориентированным. Ориентированный отличается высокой механической прочностью, особенно стойкостью к проколам, более морозостоек, чем неориентированный, но недостаточно технологичен: трудно подвергается термической сварке. Технологичность повышают путем лакирования специальными лаками, позволяющими осуществлять герметизацию упаковки на упаковочных линиях методом термической сварки.

Ориентированную пленку применяют в качестве наружного (защитного) слоя, а неориентированный в качестве внутреннего слоя в многослойных упаковочных материалах. Это связано с особенностями их свойств.

В последнее время наблюдается постепенная замена

полиэтиленовых пленок полипропиленовыми, а лакированного целлофана — лакированной ориентированной полипропиленовой пленкой.

Полипропиленовые пленки, как правило, выпускают более тонкими по сравнению с целлофановыми и полиэтиленовыми пленками, плотность их меньше, поэтому они экономичнее.

ПЛЕНКИ ИЗ СОПОЛИМЕРОВ ЭТИЛЕНА. Наибольшее значение для упаковки продуктов питания имеют сополимеры этилена с пропиленом (СЭП) и винилацетатом (ЭВА).

Сополимеры СЭП могут содержать до 100% каждого компонента, представляя широкий набор свойств в зависимости от состава сополимера, при этом сохраняя принцип аддитивности.

Пленочные сополимеры из СЭП, содержащего, например, 20% этилена и 80% пропилена, мало отличаются от полипропиленовой пленки, но обладает лучшей технологичностью, а СЭП, содержащий 20% пропилена и 80% этилена, подобен полиэтиленовой пленке, но обладает несколько большей теплоустойчивостью и прочностью.

Сополимеры этилена с винилацетатом дают прозрачные пленки, легко деформируемые, хорошо свариваемые, а при определенном количестве винилацетата — самослипаемые.

ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ И СОПОЛИМЕРОВ ВИНИЛХЛОРИДА. Материалы этого типа в упаковочной технике занимают второе место вслед за полиолефинами. Из них наиболее важными для упаковки пищевых продуктов является поливинилхлориды и сополимер винилхлорида с винилиденхлоридом.

ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ ПЛЕНКИ. Поливинилхлорид — карбоцепный линейный полимер аморфной структуры $[-CH_2 - CHCl -]_n$, молекулярная масса 300-400 тыс., температура стеклования 75-80°C. Устойчив к действию влаги, кислот, щелочи, растворов солей. Термоустойчивость его может быть повышена добавлением стабилизаторов.

Поливинилхлорид получают суспензионной или эмульсионной полимеризацией винилхлорида. Перерабатывается в

изделия всеми современными методами переработки пластмасс. Из поливинилхлорида изготавливают гибкие листы и пленки, из его раствора в органических растворителях получают покрытия.

Поливинилхлоридные пленочные или листовые материалы могут быть разделены на две группы: непластифицированные (жесткие) и пластифицированные (пластикаты). Непластифицированные пленки получают только каландрованием, а пластикаты — каландрованием и экструзией через щелевую головку. Пластикаты, содержащие до 40% пластификаторов, мало применяют для упаковки пищевых продуктов (при непосредственном контакте) из-за опасности миграции пластификаторов в продукт. Такие материалы (растяжимые пленки) используют для групповых и транспортных упаковок.

Жесткий поливинилхлорид — прочный, жиростойкий, обладающий малой газо- и паропроницаемостью материал, легко формуются в изделия, обладает хорошей способностью к термической сварке, плотность 1380–1400 кг/м³. Недостатки: малая эластичность, низкая теплостойкость (65–80°C) и морозостойкость (–15–20°C).

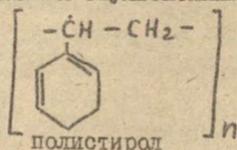
Его применяют для изготовления различных типов жесткой тары (банок, бутылок, коробок).

ПЛЕНКИ ИЗ СОПОЛИМЕРОВ ВИНИЛХЛОРИДА С ВИНИЛДЕНХЛОРИДОМ. Сополимер был впервые получен в 1936 г., однако промышленное производство началось в 1949 г. На основе этого сополимера был получен материал саран. Оптимальное соотношение мономеров в саране: поливинилденхлорида 85–87%, поливинилхлорида 13–15%. Плотность материала 1650–1750 кг/м³. Пленки прочны, эластичны, теплостойкость их 80–90°C, морозостойкость до –30°C. Паро- и газопроницаемость низка. Из-за высоких защитных свойств пленок из сополимеров винилденхлорида с винилхлоридом их вводят в состав многослойных упаковочных пленок в виде промежуточных слоев, так и в виде

внешних и внутренних покрытий.

Сарановые пленки получили широкое распространение в качестве усадочной упаковки типа крайовак. Саран при кратковременном нагревании под действием горячей воды или нагретого воздуха дает большую усадку (30–60%), плотно обтягивая упакованный объект по всей поверхности и обеспечивая надежную защиту пищевого изделия.

МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛА И СОПОЛИМЕРОВ СТИРОЛА. Полистирол – высокомолекулярный карбоцепный полимер линейного строения. Получается в промышленности полимеризацией стирола по радикальному механизму блочным, суспензионным и эмульсионным методами.



Полистирол обладает слабой полярностью, стоек к воде, кислотам и щелочам, нерастворим в спиртах.

Блочный и суспензионный полистиролы обладают высокой прозрачностью, бесцветны, окрашиваются в любой цвет. Широко используются для изготовления пленки.

Полистирол обладает высокой химической стойкостью, очень легко формируется в изделия. Изделия из него прозрачны, имеют привлекательный вид, напоминающий изделия из хрусталя.

Однако низкая теплостойкость и высокая хрупкость изделий ограничивают использование полистирола в качестве тарного материала для пищевых продуктов. При использовании полистирола в контакте с пищевыми продуктами возникают серьезные проблемы обязательного санитарно-гигиенического контроля, так как материалы на основе полистирола могут содержать в своем составе включения токсичных веществ (стирол, а иногда и акрилонитрил). Для упаковки продуктов питания используют модифицированные стирольные композиции – ударопрочный полисти-

рол и сополимеры стирола.

Сополимеры стирола с полярными мономерами обладают более высокими, чем полистирол, физико-химическими показателями и нашли широкое практическое применение. Особо ценным свойством обладают блоксополимеры и привитые сополимеры. Они отличаются от полистирола высокой прочностью и эластичностью. Эти продукты отличаются высокой стойкостью к удару и действию света, а также химической стойкостью к воде, кислотам, щелочам, минеральным маслам. Из материалов этой группы, в нашей стране выпускаются:

СН-сополимер стирола с 20-25% акрилонитрила.

САМ-сополимер стирола с α -метилстиролом.

СНГ-композиция сополимера СН с каучуками и некоторые другие.

Они легко формуются в тарные изделия из листов экструзией или литьем под давлением из гранул.

ПОЛИАМИДНЫЕ ПЛЕНКИ. К этой группе упаковочных материалов относятся пленки, получаемые отливкой из расплава или растворов с последующей вытяжкой, на основе различных типов полиамидов.

Полиамиды-высокомолекулярные соединения, содержащие повторяющиеся амидные группы $-CO-NH-$ в основной цепи макромолекулы.

Получаются полиамиды реакциями полиамидирования. Полярный характер амидной связи обуславливает чувствительность полиамидов к различным полярным соединениям (кислотам, щелочам, воде). При комнатной температуре вода совершенно не гидролизует полиамиды. При повышении температуры скорость гидролиза резко возрастает.

Полиамидные пленки прочны, эластичны, теплостойки, морозостойки, обладают высокой устойчивостью к жирам и маслам, незначительной газопроницаемостью. Недостатки-сравнительно высокая паропроницаемость, трудность термической сварки. Плотность 1040-1200 кг/м³, теплостойкость-

145–160°C, морозостойкость до -70°C. Основные типы полиамидных пленок: нейлоны 7, II, перлон, капрон, найлонн – 6, 6 и 6, 10, рильсан, энант силон, грилон и др.

Наилучшим комплексом свойств обладают найлон II, рильсан, ральсин.

Полиамидные пленки обладают способностью к вытяжению, что дает возможность изготавливать из них цельнотянутые мягкие тарные изделия (с глубиной вытяжки 50–60 мм). Благодаря высокой теплостойкости эти пленки выдерживают любые режимы разогрева пищевых продуктов в упаковке и стерилизации до 125–130°C.

ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНЫЕ (ПОЛИЭФИРНЫЕ) ПЛЕНКИ.

Их получают отливкой или экструзией из расплавов с последующей двухслойной растяжкой. Получают эластичные пленочные материалы высокой прочности, теплостойкость которых достигает 145–150°C, а морозостойкость до -70°C. Плотность 1380–1400 кг/м³. Пленки обладают малой паро- и газопроницаемостью, стойкостью к жирам и маслам, прозрачны, имеют привлекательный блеск.

Полиэтилентерефталат – гетероцепной сложный полиэфир терефталевой кислоты и этиленгликоля (–OC $\begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array}$ –COOCH₂CH₂O)_n. Это твердый белый или светло-кремовый непрозрачный продукт. Прозрачный полиэтилентерефталат кристаллизуется при быстром охлаждении расплава полимера.

Разрушается в щелочных средах, устойчив к действию микроорганизмов, почти непроницаем для таких газов, как O₂ и N₂.

Получается поликонденсацией в расплаве при повышенной температуре и в присутствии катализатора, в атмосфере инертного газа.

Ценный комплекс свойств делает полиэфирные пленки важным материалом для упаковки пищевых продуктов – от быстрозамороженных при любых режимах процесса до подержания термической стерилизации и даже выпечке в упа-

ковке. Однако пленочные материалы этого типа практически не имеют широкого самостоятельного значения для упаковки, их используют лишь в сочетании с другими полимерами, т.е. в виде многослойных полимерных и комбинированных материалов. Это связано с тем, что полиэтиленерефталатные пленки трудно сварить обычными промышленными способами, так как при нагревании выше температуры размягчения меняется кристаллическая структура ориентированной пленки и сварной шов становится хрупким, легко разрушается, нарушая герметичность упаковки.

Полиэтиленерефталатные пленки в нашей стране известны под названием лавсан, в США — майлар, в ФРГ — хостафан, в Англии — мелинекс, во Франции — терфан.

ДРУГИЕ ТИПЫ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК. Для упаковки пищевых продуктов также применяют фторопласты поликапроамид, сополимеры тетрафторэтилена и гексафторопропилена, поликарбонат, полиформальдегид, поливинилфторид.

Политетрафторэтилен (фторопласт — 4, тефлон)

$[-\text{CF}_2 - \text{CF}_2]_n$ — карбоцепный полимер, твердый молочно-белый продукт. Изделия из него прессуют без нагрева при давлении 250–350 кг/см², затем спекают при 370°C. Изделия из полифторэтилена можно использовать в очень широком температурном интервале от — 269 до +260°C.

Его водопоглощение равно 0, химическая стойкость весьма высока. Применяют для производства различных изделий, а также в виде водной суспензии для получения покрытий и пропиток.

Полиформальдегид $(-\text{O}-\text{CH}_2-)_n$ — простейший представитель полиэфиров. Это — белый, непрозрачный, легкоокрашиваемый продукт, нерастворимый при обычной температуре в обычных растворителях.

Обладает высокой стойкостью к истиранию. Основной метод получения основан на полимеризации формальдегида

и их производных в безводной среде и в присутствии катализатора.

Перерабатывается полиформальдегид методом прессования, литьем под давлением.

Поли-ε - капроамид (поликапролактам)

$[-NH-(CH_2)_5-CO-]_n$ - гетероцепной полиамид, белый, твердый, полупрозрачный продукт. Получается гидролитической полимеризацией, его можно окрашивать в массе пигментами и термостойкими красителями.

Поли-ε - капроамид может быть получен и каталитической полимеризацией, при этом он обладает более высокими показателями, чем полимер, полученный гидролитической полимеризацией.

Для получения пленки расплавленный материал выдавливают в виде ленты при 275°C и давлении $30-40 \text{ кг/см}^2$. Его можно перерабатывать прессованием, а также наносить на металлические поверхности методом газопламенного напыления.

Все расширяющееся использование в производстве пищевой тары находят сополимеры некоторых акрилатов (этил-акрилат, метилакрилат) с акрилонитрилом. Ценными свойствами обладает полученный из таких сополимеров пленочный и гранульный материал барекс - 210, который применяют в производстве пищевой тары (высокопрочные бутылки, упаковочные пленки).

ВСПЕНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. Их применяют главным образом в качестве элементов транспортной тары: прокладок или самостоятельной транспортной упаковки, а также в отдельных случаях для изготовления потребительской тары (для пищевых продуктов, наиболее чувствительных к механическому или тепловому воздействию).

Наиболее часто употребляют пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, пенополиолефины. Рабочий диапазон температур этих материалов -60°C - $+60^{\circ}\text{C}$.

Особое значение в упаковке пищевых продуктов приобре-

тают частично вспененные полиэтиленовая и полипропиленовая пленки.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ ПЛЕНКИ. К ним относятся пленки, имеющие специфическое значение: водорастворимые пленки и пленки, обладающие бактерицидными и фунгистатическими свойствами.

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПЛЕНКИ. Предназначены для пищевых продуктов, употребление которых происходит в условиях, затрудняющих операцию удаления упаковки: походные условия, экспедиции, усложненные условия, исключавшие образование крошек или сохранение отходов пищевого продукта. Так как во всех этих случаях пленочные упаковки или оболочки неотделимы от пищевых или лечебных продуктов в процессе их применения, такие покрытия называют съедобными. Съедобные пленки могут быть подразделены на две группы: неусвояемые и усвояемые.

Неусвояемые пленочные материалы не имеют пищевой ценности, они гигиенически безвредны, но не усваиваются человеческим организмом и удаляются из него.

Их получают на основе водорастворимых эфиров целлюлозы (метилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза и др.); синтетических полимеров (поливиниловый спирт, полиакриловая кислота, поливинилпирролидон).

Усвояемые съедобные пленки представляют собой составную часть продукта питания и наряду с другими компонентами пищи частично поглощаются организмом, внося в него питательные и энергетические ресурсы. Их получают из композиций на основе углеводов (амилоза), белков (желатин, казеин), жиров, а также с использованием пектинов и альгинатов.

БАКТЕРИЦИДНЫЕ И ФУНГИСТАТИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ. Для решения ряда локальных задач в пленочные материалы иногда вводят различные добавки: антиоксиданты, консерванты, генераторы водорода для связывания кислорода, находящегося в упаковке, диоксид углерода для создания защит-

ной инертной атмосферы внутри упаковки, антисептики, инсектициды, пестициды, др.

В принципе, этот прием нарушает одно из основных классических требований к пищевой упаковке — инертность по отношению к пищевому продукту. В некоторых случаях введение указанных добавок в упаковку как раз и предусматривает переход их в пищевой продукт (например, в случае консервантов). Поэтому такой способ повышения защитных свойств упаковки или консервирующего ее влияния на пищевой продукт не следует считать общей рекомендацией, а лишь частным случаем решения задач конкретных, связанных со специфическими условиями хранения и доставки пищевых продуктов.

Полимерные пленочные материалы по-разному противостоят действию микроорганизмов и вредителей. Большинство пленочных материалов, не имеющих повреждений, при толщине 28 мкм и более надежно защищают продукт от действия микроорганизмов (бактерии, грибки, дрожжи).

Микроорганизмы могут проникнуть через пленочный материал при условии наличия в материале отверстия более 1 мкм в диаметре. Для получения бактерицидных материалов в их состав или поверхность вводят химические консерванты: сорбиновую и бензойную кислоты, их соли. Например, в состав отечественной пленки эскален вводят до 30% сорбиновой кислоты. При упаковке пищевых продуктов в пленку эскален сорбиновая кислота оказывает антимикробное действие на продукт как при поверхностном контакте, так и при постепенной миграции в массу продукта. Бактерицидное влияние этой пленки было показано на ряде примеров фасованного продукта.

4. МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ

Появились они в практике упаковывания пищевых продуктов сравнительно недавно. — с 60-х годов, однако темпы их промышленного производства и ассортимент продукции растут. Это объясняется практически неограниченными возможностями получения упаковочных материалов с заранее заданными свойствами путем сочетания отдельных однарных полимерных пленок друг с другом или с другими материалами: бумагой, картоном, алюминиевой фольгой. Последние называются комбинированными упаковочными материалами.

Порядок чередования слоев в многослойном материале определяется их функциональным назначением.

В двухслойном упаковочном материале внешний слой осуществляет защиту от внешнего воздействия, определяет прочностные свойства упаковки. Он должен быть термостойким, не размятаться в условиях термической сварки. В качестве таких слоев могут быть использованы полиэтилен-терефталат; специальная двухосноориентированная полипропиленовая пленка; полиамид, а также различные виды бумажных материалов, защищенных красочной печатью и лаком, алюминиевая фольга, также защищенная лакокрасочным покрытием (при получении комбинированных пленок).

Внутренний слой защищает продукты от контакта с внешним слоем упаковки, и, главное, обеспечивает возможность герметизации упаковки термической сваркой. В качестве полимеров, осуществляющих эти функции, наиболее часто используют полиэтилен низкой и высокой плотности, полипропилен (неориентированный), сополимеры пропилена с этиленом, винилхлорида с винилхлоридом, этилена с винилацетатом.

В трехслойном материале функции внешнего и внутреннего слоев такие же, как у двухслойного, и материалы, применяемые для них, те же. Третий, средний слой осуществляет дополнительную защиту от внешней среды и (или) усиливает прочностные свойства упаковки.

В качестве среднего слоя используют пленку на основе сополимера ВХД, полиэтилентерефталатную и полиамидную пленки, а для комбинированных — алюминиевую фольгу и некоторые виды бумажных материалов. В ряде случаев для осуществления упаковывания очень чувствительных к внешнему влиянию продуктов или продуктов, употребляемых в особых условиях, применяют упаковочные материалы с несколькими средними слоями, дополнительными внешними покрытиями и др.

К группе многослойных полимерных пленок относятся многочисленные ламинаты, состоящие только из слоев полимерных материалов. Количество слоев может быть 2-3, а иногда и более. Среди двухслойных пленок наибольшее распространение при упаковывании пищевых продуктов получили целлофан-полиэтилен; полиэтилентерефталат-полиэтилен; полиамид-полиэтилен; полипропилен-полиэтилен; ориентированный полипропилен-полипропилен; полиамид-полипропилен и многие другие; из трехслойных: полиэтилен-ориентированный полипропилен-полиэтилен; полипропилен-сополимер ВХД-сополимер ЭВА и др.; из четырехслойных: полиэтилен-полиэтилентерефталат-полиэтилентерефталат-полиэтилен и др.

Известны пленочные материалы, состоящие из большого количества слоев, например: полиэтилен-полиэтилентерефталат-сополимер фторопластов-полиэтилентерефталат-полиэтилен (5 слоев).

Рассмотрим наиболее часто употребляемые для упаковки пищевых продуктов материалы.

Целлофан — полиэтилен — старейший из материалов этой группы. Материал широко известен под фирменными названиями: вискотен, метатен и др., а в отечественной практике ПЦ-2, ПЦ-4. Материал сочетает в себе прочность и газонепроницаемость целлофана с паронепроницаемостью, водостойкостью и способностью к термической сварке полиэтилена. Пленка гигиенична, экономична, обладает хорошей технологичностью и широко применяется при упаковке различных пищевых продуктов.

Полибип — полиэтилен. В нашей стране выпускается под названиями ПБ-7, ПБИ, СП-1, СП-2. Этот тип материа-

лор также известен под фирменными названиями: майлар-РЕ, меминекс-РЕ, майлотен и др. Пленки эти имеют ряд преимуществ перед целлофан-полиэтиленом. Они прочнее, влагоустойчивы, пригодны для использования при температуре от -70 до $+100^{\circ}\text{C}$.

Однако в условиях нашей страны эти пленки дороже, чем целлофан-полиэтилен, поэтому их главным образом используют для пищевых продуктов, хранение и транспортирование которых осуществляется в жестких условиях, где материалы типа целлофан-полиэтилен непригодны.

Полиамид-полиэтилен (алкорон, комбитен). В отечественной практике для изготовления пленок, пригодных для упаковки пищевых продуктов, применяют пленку полиамид-12.

Широкое распространение получили другие многослойные пленки на основе полиамида, которые обладают различными свойствами. Например, полиамид-полипропилен выдерживает нагревание до 135°C ; полиэтилен-полиамид-полипропилен выдерживает глубокую вытяжку до 180 мм при толщине материала до 300 мкм; полиамид-сополимер ВХВД-полиэтилен обладает повышенными защитными свойствами.

В последнее время появляется большое количество двухслойных полимерных материалов, обладающих хорошими защитными свойствами, значительно расширяется ассортимент и свойства многослойных полимерных материалов при комбинировании полимерных пленок с бумагой, картоном, алюминиевой фольгой. Известны также металлизированные многослойные полимерные пленки. Среди последних следует отметить многослойный материал: полиэтилен-лавсан металлизированный-лавсан металлизированный-полиэтилен. Он обладает высокой прочностью, непроницаемостью для паров воды, газов, ароматических веществ, света. Применяют его для наиболее ответственной потребительской и групповой упаковок пищевых продуктов и комплексных рационов, хранение которых проводится в жестких условиях. Эксплуатируется в условиях любой влажности при температуре от -70°C до $+100^{\circ}\text{C}$.

5. ТЕРМОУСАДОЧНЫЕ И РАСТЯЖИМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ

ТЕРМОУСАДОЧНЫЕ ПЛЕНКИ. Способность некоторых полимерных материалов (ориентированных) давать при нагревании значительную усадку в последние десять-пятнадцать лет стали широко использовать не только для осуществления единичной упаковки типа "крайован", но и для групповой и транспортной упаковки. Появились промышленные способы изготовления усадочных материалов на основе ряда распространенных элементов (полимеров) со строго заданными значениями величин усадки.

Наиболее распространены термоусадочные пленки на основе полиэтилена низкой плотности, полипропилена, поливинилхлорида, полистирола и др. Наиболее высокую степень усадки (70-80%) имеют пленки из полипропилена и радиационно-модифицированного (радиационная модификация с помощью ионизирующего излучения связана с образованием поперечных "сшивающих" связей между молекулами полимера, что приводит к повышению прочности свойств материала, его теплостойкости, усадочных напряжений) полиэтилена, наиболее низкую - полиэтилен низкой плотности, механически ориентированный (15-50%).

В отечественной практике особенно широко при осуществлении групповой или транспортной упаковки применяют полиэтиленовую термоусадочную пленку марок Т и П. Пленку Т выпускают толщиной 80-100 мкм в виде рукава или полотна. Предназначена она для индивидуальной или групповой упаковки при общей массе продукта до 20 кг. Пленку П выпускают толщиной 100-200 мкм в виде рукава с фальцовкой, рукава или полотна. Предназначена эта пленка для скрепления пакетов грузов на поддонах.

Процесс усадочной упаковки состоит из укладки пищевых продуктов на поддон или лоток, упаковки в термоусадочную пленку, герметизация термической сваркой, усадки (наг-

ревание в термоусадочном туннеле), охлаждения упаковочного продукта.

Современные полуавтоматические линии усадочной упаковки обеспечивают производительность 10-30 упаковок в минуту, а автоматические - 80-100 упаковок и более.

РАСТЯЖИМЫЕ ПЛЕНКИ. Серьезным конкурентом термоусадочной пленки при групповой и особенно при транспортной упаковке продовольственных товаров является растяжимая пленка. Это связано как с относительно низкой ее стоимостью и хорошими защитными свойствами к воздействию факторов окружающей среды, так и с преимуществами растяжимой пленки при использовании в качестве упаковки, такими, как оперативность упаковочных работ, высокая эффективность применения пленки вследствие снижения затрат труда, относительно низкие и быстрокупаемые капиталовложения на упаковочное оборудование, безопасность упаковочных работ, меньшие энергозатраты по сравнению с упаковкой в термоусадочную пленку, удобство при складировании из-за малого места самой упаковки.

Некоторые виды продукции, например замороженные овощи и фрукты, возможно упаковывать на поддонах только с применением растяжимой пленки.

Сырьем для получения растяжимой пленки служат сополимер этилен-винилацетат, пластифицированный поливинилхлорид, разветвленный полиэтилен, полипропилен.

Растяжимая пленка из сополимера этиленвинилацетата (ЭВА) широко применяется для упаковочных целей благодаря хорошей эластичности и растяжимости, хорошим релаксационным свойствам при длительном хранении упакованной продукции, отличной свариваемости, а из пластифицированного поливинилхлорида имеет высокую растяжимость и прочность, прозрачность и гладкость. Полиэтиленовая пленка обладает самой низкой растяжимостью и малым коэффициентом трения; пленка из пропилена - высоким коэффициентом трения.

При подборе типа растяжимой пленки необходимо учитывать не только размеры и форму упаковки, однородность

укладки единичных упаковок, их плотность и хрупкость, но и условия ее применения и эксплуатации.

Растяжимая пленка характеризуется рядом физико-механических свойств, которые определяют область ее применения.

Степень слипания пленки, которая зависит от адгезии и коэффициента трения пленки по пленке, оказывает большое влияние на проскальзывание слоев при упаковке на поддонах. При высокой прилипаемости концы пленки не нуждаются в закреплении. Степень слипания пленки зависит от влажности и температуры окружающей среды, загрязненности и запыленности атмосферы места упаковки и т.д.

Устойчивость к проколу и раздиру. Устойчивость к проколу характеризует степень разрушения пленки при её сквозном повреждении. Если величина её незначительна, то распространение разрыва по всей упаковке происходит быстро и продукция оказывается без упаковочной оболочки.

Растяжимость пленки характеризуется способностью удлиняться при воздействии механической нагрузки. Повышенная растяжимость ведет к снижению толщины пленки при обертывании упакованной на поддоне продукции. Хотя пленка и должна хорошо растягиваться в продольном направлении, излишняя степень растяжимости нежелательна, так как на пленке может наблюдаться расслоение на отдельные полоски, это может также повредить упаковываемую продукцию. На практике пленки с высокой степенью растяжимости используют для упаковывания мягкой продукции (картонные коробки, бумажные пакеты), а малорастяжимые пленки — для жесткой упаковки (консервы в стеклянной или жестяной таре).

Степень сохранения натяжения упаковочной пленки на грузе или релаксация напряжения: определяет способность пленки сохранять придаваемое ей натяжение в течение определенного срока хранения упакован-

ной продукции. Если пленка релаксирует быстро, то компактность и целостность груза сохранены не будут.

Пищевую продукцию, упаковываемую в растяжимую пленку, можно условно разделить на две основные группы: групповые, относительно мягкие упаковки и крупные грузовые единицы на поддонах. Групповые упаковки изготавливают вручную на полуавтоматическом и автоматическом оборудовании. Концы пленки при этом завариваются.

При упаковке на поддонах используются обычно стационарные установки. Существует два способа обертывания: спиральная навивка и обертывание полотном по высоте.

При спиральной упаковке перед началом конец пленки закрепляют на поддоне. После включения установки поддон вращается и обертывается пленкой из рулона с определенным усилием. Обернув нижнюю часть поддона, рулон пленки поднимается вверх, обертывая всю упаковку. По окончании работы пленку обрезают, при необходимости конец ее на упаковке закрепляют сваркой, липкой лентой или механическим зажимом, и рулон возвращается в начальное положение.

Обертывание по высоте означает, что при одном обороте поддона происходит полное обертывание упаковки одним слоем пленки: обычно ширина полотна несколько больше высоты груза, чтобы закрепить верх и низ.

Для спиральной упаковки используют обычно пленки шириной 50-75 см, при обертывании по высоте — шириной до 250 см. Толщина применяемых в мировой и отечественной практике растяжимых пленок 0,013-0,2 мм. Количество слоев при упаковке различных типов продукции от I до II.

Сравнение упаковки пищевых продуктов с использованием термоусадочной и растяжимой пленок показывает, что каждая из этих упаковок имеет свои преимущества и свои недостатки; растяжимая пленка более экономична; термоусадочная обладает более надежными свойствами и более длительным сроком службы.

Опыт показывает, что обе системы упаковки перспективны и могут быть эффективно использованы при решении тех или иных конкретных практических задач.

6. ПОЛИМЕРНЫЕ ЕМКОСТИ И ЯЩИКИ

ПОЛИМЕРНЫЕ ЕМКОСТИ. К ним относятся бидоны, бочки, фляги, канистры, баллоны, цистерны, баки, используемые для хранения и транспортирования пищевых продуктов. Их изготавливают обычно методом выдувания, а в последнее время и ротационным формованием.

Для изделий этой группы используют обычные термопласты: полиэтилен низкой и высокой плотности, полипропилен, поливинилхлорид и другие. Современная техника позволяет выпускать крупные тарные изделия практически любой вместимости и разнообразных конструкций — от мягких емкостей, компактно складывавшихся в порожнем состоянии, до крупных жестких и прочных стационарных емкостей вместимостью 10–20 м³ и более.

Широкое распространение получили железнодорожные и автомобильные полимерные цистерны для перевозки жидких и сыпучих пищевых продуктов, крупные стационарные емкости, мягкие емкости различной вместимости. Последние очень удобны для дальних морских и железнодорожных перевозок: масса упаковки очень мала, в порожнем виде упаковка легка и компактна, занимает малый объем. Все это позволяет достигнуть высокой экономичности транспортировки, рационально использовать транспортные средства.

ПОЛИМЕРНЫЕ ЯЩИКИ. Транспортные полимерные ящики используются вместо деревянных и металлических в пищевых отраслях промышленности, изготавливают их в основном способом литья под давлением на литьевых автоматах различного типа.

Основной тип применяемого материала — полипропилен и полиэтилен высокой плотности. Ящики могут быть самой разнообразной конструкции в зависимости от назначения: с внутренними перегородками и без них, с гнездами для бутылок, прямоугольной, многогранной или иной формы, со

сплошными и решетчатыми стенками, с "окнами", ребрами жесткости.

Перспективными материалами для изготовления легкой и прочной тары (ящики и лотки) являются профилированные листовые полимеры, получившие название гофропласта. Гофропласт схож с гофрированным картоном: между двумя гладкими листовыми материалами расположен гофрированный лист того же полимера или отдельные перемычки из него.

7. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА КАЧЕСТВО ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА В ПОДИМЕРНОЙ УПАКОВКЕ

В процессе транспортирования и хранения упакованный продукт постоянно находится в контакте с окружающей средой.

В системе пищевой продукт (I) — упаковка (II) — окружающая среда (III) — все три составляющие оказывают определенное влияние друг на друга как при непосредственном контакте (I-II; II-III), так и через промежуточное звено — упаковку (I-II-III). Каждая из составляющих может быть как источником миграции — донором, так и поглотителем мигрирующих компонентов — акцептором. Примеры возможного взаимодействия составляющих в рассматриваемой системе (I-II-III) приведены в таблице I.

Приведенные примеры подчеркивают исключительное значение защитных свойств упаковки, т.е. проницаемости ее для компонентов, ухудшающих вкус, аромат, цвет, консистенцию, пищевую ценность продукта, для поддержания его качества при хранении.

Изучая качественные и количественные характеристики проницаемости упаковок в сочетании с чувствительностью пищевых продуктов к действию отдельных факторов внешней среды в определенных условиях, исследователи делают попытки установить расчетным путем предельно допустимые сроки хранения продуктов.

Влияние отдельных факторов внешней среды на качество пищевой продукции при хранении показано в таблице 2, в которой по пятибальной системе оценивается устойчивость пищевых продуктов к действию кисло-

Таблица I
 Ключевое влияние составляющих в системе пищевой продукта (I) — упаковка
 (II) — окружающая среда (III)

Идентифицируемый компонент	До-Адаптация		Пример системы	Результат взаимодействия
	1	2		
Летучие компоненты; вещества определяющие аромат и вкус продукта	I	III	Кофе или пряности в ароматизирующей упаковке, например из полиэтиленовой пленки	Потеря продуктом аромата
	II	I	Повидло или джем в полимерной таре, например из поливинилхлорида, содержащего остаточный винилхлорид	Посторонний привкус продукта (возможно помешивание токсичности)
Низкомолекулярные компоненты в упаковке; водный материал; остаточные мономеры, растворители	III	I	Пищевые концентраты в пакетах из суматги с полиэтиленовым покрытием, в атмосфере, содержащей диоксид серы, сероводород или другие примеси	Посторонний привкус продукта
	III	I	Диссоцируемые пищевые продукты в упаковке из полиэтиленовой пленки	Прогорание жира, диссоциация витаминов, обесцвечивание продукта
Пары воды	III	I	Брикетированные концентраты киселя в упаковке из двух слоев суматги в атмосфере с высокой влажностью	Увлажнение продукта
	I	II	Брикетированные концентраты киселя в упаковке из двух	Подсыхание продукта

1	2	3	4	5
Нелетучие компоненты	I	II	слоев бумаги в атмосфере с низкой относительной влажностью кислоты кислородсодержащие шпешевые кислоты пепел в пакетах из бумаги с полиэтиленовой пленкой	Промасливание упаковки
Нелетучие компоненты	II	I	Мелкие шпешевые продукты в упаковке из полимерного материала, содержащего водорастворимые ингибиторы, стабилизаторы, пластификаторы и др.	Появление постороннего запаха (возможно появление токсичности)
Свет (особенно ультра-фиолетовая (УФ) область спектра)	III	I	Шпешевые жир и жиросодержащие продукты в упаковке прозрачной или УФ области спектра (полипропилен, полиэтилен, поливинилхлорид)	Прогорание шпешевых продуктов, разрушения витальных
Микроорганизмы	III	I	Стерилизуемые шпешевые продукты в пакетах из комбинированных материалов, герметичность которых нарушена	Порча продукта (возможно появление токсичности)

Таблица 2

Устойчивость пищевых продуктов к действию внешних факторов

Наименование	Устойчивость				
	к действ. кисло- рода	к измене- нию вла- госодер- жания	к измене- нию аро- мата	к действ. высо- света	к действ. высоким темпера- турам
Пищевые концентраты, не со- держащие жира	4	2/5	3/4	4	3
Вирсодержащие пищевые кон- центраты	2	3/5	3/4	2	3
Продукты сублимационной сушки	1	1/5	1/3	2	3
Растворимый кофе и кофе, напитки	1	1/5	1/1	2	3
Пряности	4	3/5	2/1	3	5
Сушеные овощи и фрукты	4	2/5	2/3	4	4
Свежие овощи и фрукты	4	5/3	4/3	5	3
Замороженные пищевые продук- ты (готовые блюда, плоды, ягоды)	4	4/3	3/4	3	5
Повидло, джем, варенье	4	4/3	3/3	4	3
Консервированные готовые блюда	2	3/3	3/3	3	1
Выпеченные мучные изделия (хлеб, бисквит, кексы)	2	3/1	2/3	4	3
Твердые и мягкие кондитерс- кие изделия	3	3/3	2/2	4	4
Сахар	5	1/5	1/4	4	5
Соль	5	1/5	3/5	5	5
Мука	3	1/5	2/4	4	3
Мясо свежее	4	4/3	4/4	4	1
Мясо вареное и консервирован.	2	4/3	4/4	3	1
Сосиски, варенные колбасы	2	3/3	4/4	3	2
Колбаса копченая	4	5/5	4/4	4	4
Рыба свежая	2	5/3	3/4	4	1
Рыба копченая и жареная	2	4/4	4/3	3	2
Молоко	2	3/3	2/4	2	2
Животный жир	1	5/5	2/3	2	3
Растительный жир	1	4/5	2/3	2	5

Примечание: I. Устойчивость: 5 - полная, 4 - хорошая, 3 - средняя, 2 - слабая, I - неустойчивость. 2. В числите-
ле - поглощение, в знаменателе - выделение.

рода, изменению влагосодержания, аромата (его потеря, приобретение постороннего запаха), к действию света и микроорганизмов.

Данные табл. 2 дают лишь общую характеристику устойчивости пищевых продуктов к отдельным факторам внешней среды. В настоящее время накоплен обширный материал, дающий возможность во многих случаях получить более точную количественную характеристику влияния компонентов внешней среды на качество пищевых продуктов. Это прежде всего касается вопросов изменения влажности пищевых продуктов, действия кислорода и ряда сопутствующих процессов, таких, как усиливающее действие света, действие микроорганизмов и пр.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ. Все пищевые продукты содержат влагу, относительное количество которой может меняться в интервале почти от 100 до 0% для различных видов их.

В общем виде, как известно, пищевые продукты по отношению к изменению влажности могут быть разделены на три группы: сильногигроскопичные, ограниченно гигроскопичные и негигроскопичные. При контакте пищевых продуктов с внешней средой происходит влагообмен, направление которого зависит от соотношения влажности продукта и относительной влажности воздуха (равновесная влажность).

В последнее время в теории и практике хранения пищевых продуктов используется понятие "активность воды".

Активность воды характеризует изменение парциального давления паров воды продукта по отношению к парциальному давлению паров чистой воды. Установлена зависимость сроков хранения ряда пищевых продуктов от значений активности воды. Так, например, свежее мясо, фрукты и овощи, рыба, с активностью воды 1,0 имеют сроки хранения 1-2 сут., сосиски - 0,9 и 1-2, продукты средней

влажности — 0,8 и 15–60 суток, сухие фрукты — 0,75 и 2 месяца соответственно.

Кроме того, в зависимости от активности воды пищевые продукты подвержены действию тех или иных групп микроорганизмов. Так, например, бактерии развиваются в пищевых продуктах, активность воды которых не менее 0,9, дрожжи — 0,88, плесень — 0,8, галофилы — 0,75, ксерофилы — 0,65, осмофилы — 0,61.

ДЕЙСТВИЕ КИСЛОРОДА. Общеизвестно, что кислород для большинства продуктов служит фактором, значительно ускоряющим процессы, вызывающие ухудшение качества. Для многих скоропортящихся продуктов предельно допустимые количества кислорода, определяющие предел пригодности качества продукта, весьма малы. Так, например, (в мкг/г продукта): для картофельных хлопьев они равны 10–12, соевого масла — 40, молока — 8, вина — 3 и т.д.

Практикой показано, что при упаковке наиболее чувствительных к окислению пищевых продуктов в эластичной упаковке максимально допустимое содержание его в герметизированном пакете должно быть меньше 1%. Так, при хранении продуктов в пакетах в течение 12 месяцев предельно допустимое содержание кислорода для картофельного порошка, продуктов детского питания, орехов: 1%, молотого кофе и мяса сублимационной сушки — 0,5%, дрожжей — 0,2%.

При упаковывании пищевых продуктов, чувствительных к кислороду, недостаточно только изолировать продукт от внешней среды, содержащей кислород: необходимо также снизить количество кислорода, находящегося вместе с продуктами, внутри упаковки в момент герметизации до 0,01–1%, что осуществляют обычно применением вакуумирования, использованием защитного и инертного газов, а также специальных поглотителей кислорода. В качестве защитного газа может быть использован диоксид углерода.

Между действием кислорода и активностью воды существует прямая связь. Однако это общие вопросы товароведения

и технологии пищевых продуктов и в данном пособии рассматриваться не будут.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛИМЕРНЫМ МАТЕРИАЛАМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Современный уровень развития науки и техники позволяет создать упаковочные материалы с заранее заданными свойствами, варьируя состав композиции, количество и порядок чередования отдельных слоев материала, параметры технологических процессов получения отдельных составляющих или всего многослойного материала, применяя дополнительную его обработку и т.д.

Началом создания или выбора упаковки является формулирование требований к ней в зависимости от типа пищевого продукта, условий хранения, специфики потребления, назначения.

Эти требования определяются комплексом защитных, механических, физико-химических, санитарно-гигиенических показателей, данными по технологичности и экономичности; потребительскими свойствами (декоративность, информативность, удобство пользования). В последнее время к ним добавляются еще требования энергетического и экологического характера, связанные с сохранением природных ресурсов и исключением засорения окружающей среды отходами упаковки.

В ряде случаев к этим общим требованиям добавляются и специфические: заданная газопроницаемость при упаковке физиологически активных продуктов и свежего мяса; пригодность упаковки для использования в походных условиях в качестве посуды; разогрев готовых блюд с помощью микроволновой энергии; выпечка мучных изделий и ряд других.

Санитарно-гигиенические требования к упаковочным материалам для пищевых продуктов утверждаются в каждой

стране государственными санитарно-гигиеническими законодательствами. Основой этих законодательств является требование, чтобы упаковочный материал не оказывал вредного влияния на пищевой продукт.

Из всех видов упаковочных материалов особое внимание законодательство уделяет полимерным и комбинированным материалам, т.к. по своей природе и технологии получения полимеры могут иметь в своем составе низкомолекулярные включения, следы или же заметное количество мономеров, инициаторов, стабилизаторов, пластификаторов, модификаторов, пигментов и др. Эти вещества могут мигрировать в продукт при контакте его с упаковочным материалом, изменяя качество продукта, а иногда представляя опасность для здоровья потребителя. Поэтому возможность такой миграции изучают в каждом отдельном случае и строго регламентируют предельно допустимую величину миграции.

В странах ЕЭС регламентируют как общую миграцию, так и специфическую. Во втором случае речь идет о предельных количествах конкретных веществ, обладающих высокой токсичностью: винилхлорида, стирола, кадмия, свинца и др. Так, ПДК винилхлорида в его полимере 0,1 мг/кг, а миграция его из полимера в пищевой продукт — 0,01 мг/кг.

В нашей стране ни один материал, предназначенный для упаковки, не может быть использован в пищевых отраслях промышленности без разрешения Минздрава.

Процесс санитарно-гигиенических исследований новых упаковочных материалов многоступенчатый; он включает органолептическую оценку, санитарно-химические анализы и токсикологические проверки на живых организмах.

Органолептическая проба позволяет по привкусу, запаху, внешнему виду определить возможность нежелательного влияния упаковочного материала на пищевой

продукт (изменение вкуса, наличие постороннего запаха, изменение цвета, консистенции, однородности). Объектом органолептической оценки может быть как полимерный или комбинированный материал, так и сам пищевой продукт или опытная среда, моделирующая этот продукт.

Санитарно-химические анализы обычно проводят химико-аналитическим путем, оценивая суммарную и специфическую миграцию посторонних веществ в пищевой продукт. Из-за методологических трудностей определения посторонних примесей в пищевых продуктах, как правило, в исследованиях используют не сами продукты, а искусственные среды, моделирующие природу этих продуктов (модельные среды), а также условия — моделирующие практические условия технологической обработки и хранения упаковочных материалов.

Токсикологические исследования проводятся введением растворов мигрирующих веществ в живой организм (крысы, морские свинки, обезьяны). Для оценки токсичности веществ используют обычно два критерия — LD_{50} и LC_{50} . LD_{50} — это доза, вызывающая летальный исход не менее чем у 50% подопытных животных при stomachическом или внутримышечном введении среды в течение определенного периода наблюдения (например, в течение 90 суток), измеряется в граммах и миллиграммах на 1 кг массы животного. LC_{50} — аналогичный показатель, определяемый при введении веществ в организм животного в газообразном состоянии через дыхательные пути, измеряется в весовых частях паров вещества на объемную единицу воздуха ($мг/м^3$).

В зависимости от значения LD_{50} определяют степень токсичности вещества.

В нашей стране пользуются следующей шкалой токсичности: до 200 мг/кг — сильнодействующие и высокотоксичные вещества, от 200 до 1000 мг/кг — среднетоксичные, свыше 1000 — малотоксичные.

В зависимости от результатов токсикологических анализов устанавливают основной критерий оценки вещества — ДКМ (допустимое количество миграции). Определяется оно как частное от деления максимально допустимой суточной дозы данного вещества для человека, мг/кг на количество пищевых продуктов среднего суточного рациона человека (обычно 2—3 кг.).

Санитарно-гигиеническим законодательством регламентируются нормативы предельно допустимых количеств мигрирующих веществ в пищевые продукты или модельные среды. Объектом таких регламентаций являются мономеры, пластификаторы, антиоксиданты, ускорители, красители и другие возможные компоненты полимерных композиций, а также соединения тяжелых металлов, входящие в состав этих компонентов или сопутствующие им. Высокой токсичностью и канцерогенностью, например, обладают винилхлорид и акрилонитрил, токсичностью — стирол.

Минздравом установлены следующие ДКМ из полимерных материалов в модельные среды (мг/л): дибутилсебацат и диоктилсебацат — 4, дибутилфталат — 0,25, дифенолпропан — 0,01, стирол — 0,01, формальдегид — 0,1 и т.д.

9. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для оценки свойств полимерных упаковочных материалов используется широкая гамма методов, охватывающих товароведческие, механические, защитные, теплофизические, санитарно-гигиенические, оптические, технологические и другие характеристики. Завершающим этапом испытаний является обычно опытно-производственная проверка на технологических промышленных линиях с закладкой образцов упаковочной продукции на длительное хранение с периодической дегустацией продукта и испытанием качества упаковочных материалов; в процессе хранения в контакте с пищевым продуктом наиболее часто определяют механические характеристики: газопроницаемость, паропроницаемость, ароматопроницаемость, жиростойкость, светопроницаемость, теплоустойкость, морозостойкость, технологичность.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. Основными характеристиками являются разрушающее напряжение при растяжении, относительное удлинение при разрыве, стойкость к проколу, адгезионная прочность. Все эти свойства измеряются на специальных приборах и испытательных машинах.

ГАЗОПРНИЦАЕМОСТЬ. Для оценки газопроницаемости существует две основные характеристики: скорость и коэффициент газопроницаемости. Скорость газопроницаемости — это объем газа, прошедшего через единицу поверхности упаковочного материала за единицу времени при разности давления по обе его стороны, равной единице.

Коэффициент газопроницаемости определяет объем газа, прошедшего в единицу времени через единицу поверхности материала толщиной в единицу длины при разности давлений газа по обе стороны материала, равной единице.

Скорость газопроницаемости определяют для фактической толщины полимерной пленки, коэффициент — для толщины, приведенной к единице.

ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ. Паропроницаемость — это количество водяного пара, прошедшего через единицу поверхности пленочного материала за определенный промежуток времени при заданных температуре и разности давлений паров воды по обе стороны материала. Для ее определения применяют обычно сорбционные методы, используя активные гигроскопичные вещества в качестве влагопоглочителей (серная кислота, хлорид кальция и др.).

АРОМАТОПРОНИЦАЕМОСТЬ. Проницаемость упаковочных материалов для летучих веществ или аромата продуктов определяют органолептически или хроматографически.

Органолептический способ основан на способности человека с помощью органов обоняния ощущать ароматические вещества даже в ничтожной концентрации.

В отечественной практике применяют органолептический способ определения ароматопроницаемости пленочных материалов. Эталонное вещество с резким запахом (гвоздика, черный перец, экстракт лаврового листа) помещают в пакет из исследуемых материалов, герметизируют упаковку и помещают в эксикатор при определенных температуре и влажности. Через заданные промежутки времени проводят органолептическую проверку газовой среды в эксикаторе. Испытания продолжают до момента появления специфического запаха упакованного эталонного вещества.

Если испытание проводится хроматографически, применяют более простое летучее вещество, легко идентифицируемое и количественно определяемое газохроматографически: этанол, толуол и т.д. Во всех случаях ароматопроницаемость измеряют в единицах времени (мин, ч, сут).

ЖИРОСТОЙКОСТЬ И ЖИРОПРОНИЦАЕМОСТЬ. Эти показатели используют для характеристики устойчивости упаковочных

материалов к действию масел и жиров.

Жироспроицаемость — это длительность сквозного проникновения масла или жира через упаковочный материал при заданной температуре.

Для полимерных материалов этот метод неприемлем, поэтому определяется жиростойкость — промежуток времени, прошедший с момента нанесения жировой композиции (окрашенное масло или растворитель) на испытуемому поверхность упаковочного материала до начала ее проникновения в его поверхностный слой, определяемый по образованию окрашенного пятна на поверхности. Жиростойкость определяется в единицах времени (сут., ч., мин.).

В отечественной практике материал считают жиростойким, если окрашивание нанесенной на поверхность испытуемого материала окрашенной жировой композицией не зафиксировано через 24 часа после начала испытаний при комнатной температуре.

СВЕТОПРОИЦАЕМОСТЬ. Светопроницаемость — это способность упаковочных материалов пропускать свет, т.е. их прозрачность, оценивается общей и избирательной (для той или иной части спектра) светопроницаемостью.

Общую светопроницаемость определяют фотоэлектрическим способом, избирательную — спектральным методом.

ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ И МОРОЗОСТОЙКОСТЬ. Определение этих показателей обусловлено необходимостью оценки рабочего диапазона температур упаковки, а также возможностью использования отдельных технологических процессов для пищевых продуктов, упакованных в тот или иной материал (замораживание, стерилизация, варка, выпечки и т.д.)

Так как рабочий диапазон температур полимерной упаковки определяется границами высокоэластичного состояния материала, то теплоустойкость обозначает верхнюю границу этого диапазона — переход от высокоэластичного состояния к пластическому, т.е. вязкотекучему, что определяется началом размягчения полимера, а морозостойкость — нижнюю

границу — переход в стеклообразное, твердое состояние, что определяется потерей эластичности.

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ. Для упаковочного материала она характеризует возможность его использования на современном высокопроизводительном оборудовании и определяется комплексом свойств или показателей: способностью материала к термической сварке или склеиванию, сминаемостью, жесткостью, коэффициентом трения.

Кроме перечисленных, в отдельных случаях упаковочные материалы испытывают и по ряду других показателей.

1.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТАРОУПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В данном разделе мы несколько выйдем за рамки основного предмета данного пособия — упаковки для пищевых продуктов из полимерных материалов, так как рассмотрение экологических вопросов их использования, на наш взгляд, более целесообразно рассмотреть и с учетом использования всего разнообразия тары и упаковки для продовольствия.

Следует отметить исключительно важное значение, которое уделяется этому вопросу особенно в развитых странах мира.

В частности, американский институт *Midwest Research Inst.* разработал метод определения затрат естественных ресурсов (сырья, топлива и воды) и степени загрязнения окружающей среды (воздуха, воды, почвы) при выработке и использовании стеклянных, алюминиевых, металлических, полимерных банок и упаковок для пищевых продуктов.

Этот метод оказался эффективным для анализа затрат энергии и природных ресурсов и определения их влияния на окружающую среду при изготовлении и использовании различных видов тары и упаковки. При анализе рассматривали расход энергии, сырья, воды на добычу сырья и переработку его в упаковочные изделия, а также на переработку вторичного сырья.

Производство тары из вторичного сырья, полученного путем сбора и переработки использованной тары и упаковки, требует гораздо меньше энергии, чем производство ее из первичного сырья. Так, при переработке стали экономия

энергии составляет 52%, бумаги и картона — 50, алюминия — 96, пластмасс — 96%.

Если сравнить данные потребления природных ресурсов и воздействия на окружающую среду указанных видов тары в расчете на 1000 л упакованной жидкости, то на стеклянные во-
вратные бутылки со стальной крышкой массой 0,277 кг и
стеклянные бутылки разового пользования с пластмассо-
вым покрытием и со стальной крышкой массой 0,186 кг
расходи соответственно составят: по сирью 187 кг и
904 кг, по энергии $6,02 \times 10^9$ Дж и $14,9 \times 10^9$ Дж, по
воде $15,6 \times 10^3$ л и $36,9 \times 10^3$ л. Твердые промышленные от-
ходы при этом составят $0,067 \text{ м}^3$ и $0,25 \text{ м}^3$, загрязнение
воздуха — 4,17 кг и 6,76 кг, бытовые твердые отходы —
 $0,089 \text{ м}^3$ и $0,307 \text{ м}^3$ соответственно.

За рубежом применяют в основном три системы сбора
использованной тары:

- 1) раздельный сбор металлолома, бумаги, стекла и пластмас-
совой тары у населения с помощью специальных контейне-
ров, поставляемых всем домашним хозяйствам города или
района
- 2) прием от населения за определенное вознаграждение в
стационарных или передвижных пунктах сбора алюминие-
вых и металлических банок, стекла, бумаги, полимеров
- 3) сбор использованной тары в крупных универсамах с ис-
пользованием автоматов

Все больше утилизирует использованную тару из белой
жести.

Одна британская компания утилизирует свыше 500 тысяч
тонн металлического скрапа в год, что позволяет промышлен-
ности ежегодно экономить свыше 15 миллионов фунтов стер-
лингов на импортных закупках.

В США на вывоз использованной тары ежегодно затра-
чивается свыше 550 млн долларов. Стоимость скрапа метал-
лических банок, ок завихся в массе отходов, составляет
200 млн долларов в год. Технология позволяет утилизиро-

вать и переработать 90% этого металла, а фактически утилизируют 4%.

В ФРГ ежегодно используют 250 тыс. т. белой жести, используемой для производства консервированной продукции, которая после переработки снова направляется на выпуск тары. Ежегодно в мире производится 15 млн т белой жести, для чего необходимо 190-200 тыс т олова, запасы которого в мире органичны.

Поэтому ведется работа по замене дефицитного олова для покрытия стальной основы новыми видами металлических и неметаллических материалов. В развитых странах для этих целей используют хромированную жечь, алюминий, различные виды полимерных материалов, освоено производство алюминированной жести.

В США для фасования напитков изготавливают 78 млрд. алюминиевых банок в год, в Западной Европе - 6,5 млрд, в Японии - 5,9 млрд (по данным, опубликованным в 1989г.). В США утилизируют 55% использованных банок, в Европе - 13%, в Японии - 42%, в Канаде - 65%. При этом производство алюминиевых банок совершенствуется - снижается толщина алюминиевой ленты (в 1977г. - 0,42мм, в 1988 - 0,31, в 1993 планируется 0,29). Тара становится экономичнее, экологические и энергетические характеристики ее улучшаются.

Стеклоянная тара широко используется в качестве традиционной упаковки для пищевых продуктов в течение многих лет. Доступность сырья, санитарно-гигиеническая безупречность, надежность, привлекательность, удобство обеспечивают прочность позиции стекла в конкурентной борьбе с металлом, полимерами, картоном и др. К этому добавляются экономичность стеклянной тары и удобство утилизации, что создает стеклу положительную экологическую характеристику. К недостаткам стеклянной тары относятся большая масса и хрупкость.

Во Франции вопросу повторного использования стеклянных бутылок уделено особое внимание — организована сеть приемных пунктов, проводится массовая разъяснительная работа среди населения. В результате принятых мер Франция занимает в Европе второе место по использованию возвратной стеклотары. Разумное решение вопроса возврата стеклотары дает высокий экономический эффект и помогает снизить засоренность окружающей среды.

Немаловажное значение уделялось и уделяется сбору и повторному использованию стеклянной тары в нашей стране. Из-за нехватки этой тары нередко работали на неполную мощность, а то и просто останавливались и остаются многие предприятия продовольственного комплекса, и в первую очередь его молочной, консервной, винодельческой, пивоваренной отраслей. Проблема стеклотары стала серьезным бичом для заводов минеральных вод. Причины неудовлетворительного сбора и повторного использования стеклотары самые разнообразные: еще до недавнего времени низкая залоговая цена, отсутствие тары и транспорта, несовершенная система материальной заинтересованности сборщиков тары, нехватка помещений, очень большое территориальное удаление потребителей тары от мест сбора (иначе говоря, производителей и потребителей упакованной в стеклотару продукции), а в последнее время — талонная система на алкогольные изделия, инфляционные ожидания и другие.

В начале 80-х годов в стране была создана специальная система по сбору стеклотары, которая сыграла определенную положительную роль. Следует иметь в виду, что повторное использование 100 миллионов бутылок и банок позволяет сэкономить 30 млн кг стекольного песка, 18 млн кВт.ч электроэнергии, 15 млн кубометров газа, 10 млн кг соды, 6 млн кг мазута.

Ежегодно для производства тары и упаковки испол. зуют 25% мирового выпуска пластмасс. Значительная часть (80-90%

госдового потребления) полимерной тары разового пользования ежегодно переходит в отходы.

В целом содержание пластмасс в твердых отходах в странах Западной Европы составляет 9%, в Японии — 15%, в США — 10%. Рост отходов приводит к необходимости защищать от загрязнений ими окружающую среду, что связано со значительными затратами (в развитых странах они составляют 6% всех капитальных вложений). Стоимость уничтожения отходов пластмасс примерно в 8 раз превышает расходы на обработку большинства других промышленных отходов. Поэтому в последнее время большое внимание уделяют не уничтожению пластмасс, а уничтожению отходов полимерной тары, и в первую очередь их повторной переплавке.

Во всем мире постоянно растет количество отходов из пластмасс, т.е. объемы их производства в последнее время резко увеличились, а большинство полимерных изделий, как правило, разового пользования. Повторная переработка полимеров, изготовление из них новых изделий значительно экономят средства, снижают загрязнение окружающей среды и сокращают применение исходного полимерного материала.

На выпуск 1 т полиэтилена расходуется 16 т нефти и 8200 кВт ч электроэнергии. Отходы, возникающие при производстве изделий из термопластичных материалов, в полном объеме могут быть использованы для повторной переработки; трудности возникают с повторной переработкой терморезистивных материалов, которые нужно вначале расщеплять до мс-номеров, а затем вновь подвергать полимеризации.

Существует несколько способов утилизации полимерных отходов: пиролизное разложение на мономеры, сжигание, биологическая, химическая фотодеструкция.

Чаще всего бывшую в употреблении полимерную тару или отходы ее производства перед повторным использованием измельчают механическим способом, полученную смесь обрабатывают сильными магнитами для извлечения механических

примесей. Затем твердые отходы фракционируют по размеру частиц и по массе. После этого смесь подвергают жидкостной обработке -- флотации в водяной бане, а затем разделению растворителями (бензином и др.), последующей дистилляцией водным паром, водой и экстракцией.

После грануляции проводят процесс наполнения, т.е. смешивания гранул полимера и наполнителя, и в заключение нагревают таким образом подготовленный для повторного использования полимерный материал.

Проблемам утилизации полимерной упаковки уделяется большое внимание в ФРГ, где только использованные полимерные бутылки составляют значительную часть бытового мусора (свыше 5%).

Компании ФРГ и Великобритании осуществляют программы вторичного использования пластмассовой упаковки из-под напитков для производства различных изделий и емкостей для непищевых продуктов.

До недавнего времени пищевая промышленность развивалась независимо от индустрии пластмасс. После появления полимерной упаковки две эти отрасли промышленности стали взаимосвязаны, между ними возникла обратная связь, интенсифицирующая достижения одной и другой отрасли. Примером может быть развитие и распространение современных способов герметизации полимерной упаковки. Вследствие задач, поставленных пищевой промышленностью, индустрии пластмасс создала большое количество комбинированных пленочных упаковочных материалов с покрытиями, которые позволяют сконструировать множество типов легкоскрываемых упаковок благодаря соответствующему подбору покрытий с разной адгезионной способностью.

Абсолютные объемы и доля полимеров в балансе упаковочных материалов как в мире, так и в нашей стране будут возрастать. В этих условиях проблемы экологии будут иметь главенствующее значение. Свою положительную роль в решении экологических проблем использования полимерных и других

упаковочных материалов должны сыграть торговля и в особенности общественное питание нашей страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Упаковочные материалы являются важным фактором, влияющим на качество, пищевую безвредность и сохранимость продуктов питания на всем пути от производителя до конечного потребителя. Их следовало бы воспринимать во многих случаях и как составную часть пищевых продуктов.

В условиях все более расширяющегося производства и применения полимерных материалов в качестве упаковочных средств для пищевых продуктов будет ощущаться необходимость в знаниях об основах получения, пищевой безвредности и экологических аспектах применения полимерной упаковки в пищевой индустрии, их влияние на качество и сохранимость продуктов питания и у работников сферы обращения продовольственных товаров.

В данном пособии приводятся некоторые важнейшие сведения из этой весьма обширной области знаний, которые могут быть полезными, по мнению авторов, для всех, кто занят в этой сфере или готовит себя для работы в ней. Многие вопросы остались за рамками этой работы, ряд вопросов изложен в очень сжатой форме. Все замечания и пожелания, которые будут с благодарностью восприняты авторами, просим направлять по адресу: 660075, г. Красноярск, ул. Л. Прушиской, 2, КИСТ, кафедра товароведения продовольственных продуктов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гуль В.Е., Беляцкая О.Н. Пленочные полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов.-М.: Пищевая промышленность, 1968.-278с.
2. Додонов А.М. Упаковочные материалы и тара.-Пищевая промышленность, 1987, №9, с.58
3. Додонов А.М. Фасовочное оборудование.-Пищевая и перерабатывающая промышленность, 1987, №11, с.52-57
4. Додонов А.М., Муравин Я.Г. Некоторые направления развития полимерных упаковок для пищевых продуктов.-Пищевая и перерабатывающая промышленность, 1986, №8, с.49-51
5. Додонов А.М., Робсман Г.И. На выставке "Упак-Италия-86".-Пищевая и перерабатывающая промышленность, 1986, №7, с.46-51
6. Ларионов В.Г. Утилизация и повторное использование тарн и упаковки.-Пищевая и перерабатывающая промышленность, 1987, №11, с.50-52
7. Ларионов В.Г., Смиренный И.Н. Экологическая упаковка для жидких продуктов.- Пищевая промышленность, 1990, №3, с.68-69
8. Муравин Я.Г., Додонов А.М. Упаковывание пищевых продуктов в контролируемой газовой среде.-Пищевая и перерабатывающая промышленность, 1986, с.51-53
9. Муравин Я.Г., Додонов А.М. Упаковка и современная технология.-Пищевая промышленность, 1990, №3, с.66-67
10. Муравин Я.Г., Додонов А.М. Соэкструдаты для упаковки продуктов.-Пищевая промышленность, 1990, №9, с.62-63
11. Муравин Я.Г., Додонов А.М., Чеботарев Н.В. Поликарбонат для упаковки продуктов.-Пищевая промышленность, 1990, №12, с.58-59
12. Муравин Я.Г., Толмачева М.Н., Додонов А.М. Применение полимерных и комбинированных материалов для упаковки пищевых продуктов.-М.: Агропромиздат, 1985.-205с.

13. Полимерная тара и упаковка // под ред. С.В.Гепелян.-М.: Химия, 1980.-272с.
14. Применение полимерных материалов для упаковки продовольственных товаров. Обзорная информация. Серия "Торговля", выпуск №1, М., 1972.-70с.
15. Проницаемость пленочных материалов, применяемых для упаковки пищевых продуктов // М.Н.Толмачева, Я.Г.Муравин, А.М.Додонов, Т.С.Аланкина -М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1982.-20с.
16. Робсман Г.И., Додонов А.М. Полимерные пленки для упаковки.- Пищевая промышленность, 1990, №3, с.68
17. Токсикология и гигиена применения полимерных материалов в пищевой промышленности. //Под ред. В.Е.Ковичило.-М.: Медицина, 1980.-246с.
18. Толмачева М.Н., Козина Л.В., Муравин Я.Г. Использование полимерных и комбинированных упаковочных материалов при термической стерилизации пищевых продуктов.-М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1980.-71с.
19. Фомина Л.Л., Мавричева А.А., Кузнецова Л.И. Полимерные пленочные материалы для упаковки пищевых продуктов в СССР и за рубежом.-М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1977.-55с.
20. Чеботарева Н.Б., Додонов А.М., Муравин Я.Г. Многослойная полимерная тара.-Пищевая промышленность, 1990, №2, с.63-65

План кафедры товароведения продовольственных продуктов,
1992, поз.3

Аллахверди Мирзаханович Мирзоев
Виталий Петрович Сургутский

Учебное пособие

Современные полимерные упаковочные
материалы для пищевых продуктов

Подписано в печать

Заказ № 1900. Тир. 200 экз. П/о. "Сибирь."