

ІІТМО

Н.Б. ЕРЕМЕЕВА

УПАКОВКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ЕЕ ДИЗАЙН



**Санкт-Петербург
2026**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Н.Б. Еремеева
УПАКОВКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
И ЕЕ ДИЗАЙН

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ
ИТМО

по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология
в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных
образовательных программ высшего образования бакалавриата

ИТМО

Санкт-Петербург
2026

Еремеева Н.Б., Упаковка пищевых продуктов и ее дизайн – СПб:
Университет ИТМО, 2026. – 173 с.

Рецензент(ы):

Бычкова Елена Сергеевна, доктор технических наук, доцент, доцент (квалификационная категория "ординарный доцент") факультета биотехнологий, Университета ИТМО.

В учебном пособии рассмотрены основные функции упаковки, актуальный дизайн упаковки и материалы, используемые в производстве упаковки пищевых продуктов. Описан их химический состав, технология получения и эксплуатационные свойства. Пособие предназначено для обучающихся по программе бакалавриата 19.03.01 Биотехнология при изучении дисциплины «Дизайн упаковки и маркировка», с целью формирования базовых знаний необходимых для понимания особенностей химического состава пищевых продуктов.

ИТМО

ИТМО (Санкт-Петербург) — национальный исследовательский университет, научно-образовательная корпорация. Альма-матер победителей международных соревнований по программированию. Приоритетные направления: IT и искусственный интеллект, фотоника, робототехника, квантовые коммуникации, трансляционная медицина, Life Sciences, Art&Science, Science Communication.

Лидер федеральной программы «Приоритет-2030», в рамках которой реализуется программа «Университет открытого кода». С 2022 ИТМО работает в рамках новой модели развития — научно-образовательной корпорации. В ее основе академическая свобода, поддержка начинаний студентов и сотрудников, распределенная система управления, приверженность открытому коду, бизнес-подходы к организации работы. Образование в университете основано на выборе индивидуальной траектории для каждого студента.

ИТМО пять лет подряд — в сотне лучших в области Automation & Control (кибернетика) Шанхайского рейтинга. По версии SuperJob занимает первое место в Петербурге и второе в России по уровню зарплат выпускников в сфере IT. Университет в топе международных рейтингов среди российских вузов. Входит в топ-5 российских университетов по качеству приема на бюджетные места. Рекордсмен по поступлению олимпиадников в Петербурге. С 2019 года ИТМО самостоятельно присуждает ученые степени кандидата и доктора наук.

© Университет ИТМО, 2026

© Еремеева Н.Б., 2026

Содержание

Введение	8
1 Свойства и функции упаковки.....	9
1.1 Поставка пищевых продуктов и защитная функция упаковки	10
1.2 Социальное значение упаковки	13
1.3 Основные функции упаковки.....	14
1.4 Сведения, необходимые для разработки упаковки.....	16
1.4.1 Характеристики продукта	17
1.4.2 Потребности и запросы системы дистрибьюции и сбыта.....	18
1.4.3 Упаковочные материалы, оборудование и технологии.....	20
1.5 Специфика и стандарты в области упаковки	22
2 Актуальный дизайн упаковки	26
2.1 Роль упаковки в коммерческой деятельности.....	27
2.1 История упаковки.....	28
2.3 Упаковка в современном контексте	30
2.4 Потребительское движение	32
2.5 Глобализация и адаптация маркетинговых стратегий	34
2.6 Исследование	36
2.7 Стратегия упаковки.....	37
2.8 Приват-лейблы в ритейле: тенденции и перспективы.....	38
2.9 Ограничения в дизайне	39
Критерий 1. Узнаваемость.....	40
Критерий 2. Функциональность.....	40
Критерий 3. Личностные характеристики бренда	42
Критерий 4. Навигация	44
2.10 Аномалии потребительского поведения: игнорирование ассортиментных полок	45
2.11 Экологически ответственные сторонники дизайна	46
2.12 Экологичный дизайн.....	47
2.13 Первичная, вторичная, третичная упаковка: комплексный подход к логистике и брендингу.....	49
2.14 Удобство и доступность	50
2.15 Форма и структура упаковки	51
2.16 Цвет, шрифт	51

2.17 Проектирование и тестирование упаковки.....	52
3 Транспортная тара.....	56
3.1 Функции транспортной тары	57
3.1.1 Защитная функция.....	57
3.1.2 Удобства для потребителя.....	59
3.1.3 Коммуникативная функция.....	60
3.2 Логистическая деятельность – специфика и интеграция	61
3.2.1 Упаковка при переработке пищевых продуктов и в розничной торговле .	61
3.2.2 Транспортные требования к упаковке	62
3.2.3 Обслуживание розничной торговли	64
3.3 Эксплуатационные испытания упаковки.....	65
3.4 Упаковочные материалы и системы.....	67
3.4.1 Коробки из гофрокартона.....	67
3.4.2 Пакетная упаковка в усадочную пленку	69
3.4.3 Возвратная транспортная тара	70
3.4.4 Формирование грузовых единиц	71
4 Металлические банки.....	74
4.1 Требования к эксплуатационным свойствам металлической тары.....	74
4.2 Конструкции металлических контейнеров	75
4.3 Материалы для производства консервных банок	77
4.3.1 Сталь	77
4.3.2 Алюминий	78
4.4 Производство консервных банок.....	78
4.4.1 Банки из трех деталей со сварными (паяными) швами.....	79
4.4.2 Цельнотянутые банки из двух деталей	80
4.4.3 Производство банок из двух деталей путем вытяжки с утонением (DWI)	81
4.5 Производство днищ металлических банок	83
4.6 Переработка пищевых продуктов и напитков в металлических банках	83
4.6.1 Прием банок.....	83
4.6.2 Фасование и вакуумирование	84
4.6.3 Герметизация банок	85
4.6.4 Тепловая обработка.....	87
4.6.5 Охлаждение и сушка металлических банок	88
4.6.6 Хранение и транспортировка	89

4.7 Срок годности консервированных пищевых продуктов.....	90
4.7.1 Взаимодействие между металлической банкой и ее содержимым	91
4.7.2 Роль олова	91
4.7.3 Миграция олова с внутренних поверхностей консервных банок в пищевые продукты.....	92
4.7.4 Степень токсичности олова.....	94
4.7.5 Железо	95
4.7.6 Свинец	96
4.7.7 Алюминий	96
4.7.8 Покрытия.....	96
5 Упаковывание пищевых продуктов в стеклянную тару	99
5.1 Состав стекла	100
5.2 Преимущества стеклотары	101
5.3 Производство стекла и стеклянной тары	103
5.3.1 Расплав.....	103
5.3.2 Формование емкостей.....	104
5.3.3 Конструкционные характеристики.....	105
5.3.4 Обработка поверхности	106
5.3.5 Контроль качества стеклотары	106
5.4 Выбор системы укупорки.....	109
5.4.1 Обычная укупорка.....	111
5.4.2 Укупорка для вакуумной упаковки	111
5.4.3 Укупорка для упаковки под давлением	112
5.5 Тепловая обработка пищевых продуктов в стеклянной таре	112
5.6 Прочность стекла в теории и на практике	113
6 Полимеры в упаковке пищевых продуктов	115
6.1 Использование полимеров в упаковке пищевых продуктов	117
6.2 Изготовление упаковки из полимерных материалов	120
6.2.1 Основы производства упаковки из полимерных материалов.....	120
6.2.2 Упаковочные полимерные плёнки и листы.....	120
6.2.3 Типы упаковок с использованием полимерных пленок, ламинатов и .т.д.....	124
6.2.4 Жесткая упаковка из полимерных материалов	125
6.3 Типы полимеров для производства упаковки	130

6.3.1 Полиэтилен.....	130
6.3.2 Полипропилен.....	133
6.3.3 Полиэтилентерефталат	135
6.3.4 Полистирол	136
6.3.4 Материалы на основе целлюлозы.....	137
6.4 Контакт с пищевыми продуктами и барьерные свойства	138
6.4.1 Миграция.....	138
6.4.2 Проницаемость	139
6.4.3 Изменение вкуса и аромата	140
6.5 Критерии выбора полимерных упаковочных материалов	140
6.6 Охрана окружающей среды и проблемы управления отходами	143
7 Бумажная и картонная упаковка.....	146
7.1 Источники волокна для производства бумаги и картона.....	148
7.2 Производство бумаги и картона	151
7.3 Бумага и картон для упаковки	156
7.3.1 Влагостойкая бумага	156
7.3.2 Микрокрепированная бумага.....	156
7.3.3 Жиронепроницаемая бумага	157
7.3.4 Пергамин	157
7.3.5 Пергамент растительного происхождения	157
7.3.6 Тонкие виды бумаги.....	157
7.3.7 Бумажные пакеты	158
7.3.8 Ламинированная бумага	158
7.3.9 Картон из беленой целлюлозы (картон хромовый, SBB, solid bleached board)	158
7.3.10 Картон из небеленой целлюлозы (SUB, solid unbleached board)	159
7.4 Свойства бумаги и картона	159
7.4.1 Внешний вид.....	159
7.4.2. Эксплуатационные свойства	160
7.5 Дополнительные функциональные свойства бумаги и картона.....	160
7.5.1 Обработка в ходе изготовления бумаги и картона	161
7.5.1.1 Проклейка.....	161
7.5.1.2 Парафинирование.....	161
7.5.1.3 Акриловое покрытие	161

7.5.1.4 Фторуглеродное покрытие	161
7.5.2 Ламинирование	161
7.5.3 Экструзивное ламинирование полимерными материалами	162
7.6 Экологические свойства бумаги и картона	163
Заключение.....	170
Список использованной литературы	
171	

Введение

Сектор упаковки пищевых продуктов — это динамично развивающаяся глобальная отрасль, на долю которой приходится около 2–3% ВВП развитых стран. По оценкам на 2025 год, объем мирового рынка превышает 1,5 трлн долларов, из которых половина приходится на пищевую упаковку. Прогнозы указывают на устойчивый рост благодаря инновациям в материалах, дизайне и технологиях, что усиливает роль упаковки в обеспечении безопасности, качества и устойчивости пищевой цепочки "от поля до стола".

Упаковка выполняет ключевые функции: защиту от внешних факторов (кислород, свет, влага, микроорганизмы), участие в процессах консервирования (асептическая фасовка, модифицированная атмосфера, заморозка) и активное продление срока годности. Современные решения, такие как активная, интеллектуальная и контролируемая упаковка, минимизируют использование консервантов, снижают пищевые отходы и риски отравлений. Например, газонепроницаемые пленки позволяют продавать охлажденное мясо и птицу вместо заморозки, а воздухопроницаемые — обеспечивают экспорт свежих фруктов и овощей.

В пособии систематически рассмотрены свойства и функции упаковки (глава 1), актуальный дизайн с учетом маркетинга, экологии и потребительских нужд (глава 2), транспортная тара и логистика (глава 3), а также материалы и технологии: металлические банки (глава 4), стеклянная тара (глава 5), полимеры (глава 6) и бумага с картоном (глава 7). Особое внимание уделено миграции веществ, барьерным свойствам, стандартам безопасности, экологичности и критериям выбора материалов.

Оптимальная упаковка должна балансировать законодательные, функциональные, экономические, маркетинговые и экологические требования, повышая конкурентоспособность бренда и удовлетворенность потребителей. Цель пособия — предоставить теоретическую базу и практические рекомендации для разработчиков, технологов и дизайнеров, способствуя созданию инновационных решений в пищевой упаковке.

Автор подтверждает, что при подготовке рукописи инструменты искусственного интеллекта использовались исключительно для литературного редактирования, проверки грамматики и коррекции стиля. Весь содержательный контент, логика изложения и научные выводы созданы автором самостоятельно.

1 Свойства и функции упаковки

Упаковка пищевых продуктов является ключевым элементом обеспечения качества и безопасности пищевых товаров. Она способствует эффективному использованию ресурсов в логистической цепочке и минимизации образования отходов за счёт обеспечения надлежащей защиты и сохранности содержимого. Несмотря на свой значительный потенциал, упаковка традиционно воспринималась как неизбежное зло или неоправданные затраты, которые необходимо сокращать [2].

Негативное отношение к упаковке может быть обусловлено тем, как средства массовой информации и государственные органы освещали эту тему в последние два десятилетия. Такое восприятие обусловлено недостаточной осведомлённостью о важных функциях упаковки. Важно учитывать не только негативные аспекты и экологическое воздействие упаковки, но и её положительные стороны.

Необходимо расширить спектр обсуждения упаковки, сместив акцент с сокращения упаковочных материалов и их утилизации на более комплексный анализ роли упаковки. Это позволит в полной мере реализовать её потенциал для содействия устойчивому развитию. Рассмотрение различных функций упаковки может выявить скрытые экологические, социальные и экономические преимущества.

Упаковка должна не только обеспечивать сохранение качества и безопасности пищевого продукта, но и способствовать его продвижению на рынке. Важнейшая функция маркетинга — это охрана и активное продвижение бренда товара, в том числе с помощью специализированных упаковочных материалов и решений. Добавленная стоимость через упаковку создается за счет внедрения новаторских подходов, наделяющих продукт уникальными чертами: выразительными отличительными признаками, эстетической привлекательностью, удобством эргономики, расширенной функциональностью или значимостью для экологии.

Главная цель — разработка упаковки, которая будет экономически выгодной и высокоэффективной, полностью отвечая запросам потребителей, с акцентом на безопасность продуктов питания и защиту здоровья граждан. При этом важно снижать негативное влияние упаковки и сопутствующих логистических процессов на окружающую среду. Достижение этой цели подкрепляется разнообразными механизмами, такими как законодательные меры и государственное регулирование, ориентированные на уменьшение количества упаковки и отходов от нее.

Рост значения логистики в снабжении населения продуктами питания подчеркивает, что системы производства, распространения и упаковки превратились в центральные звенья сотрудничества между изготовителями и посредниками. Поэтому при создании упаковочных инноваций возрастает необходимость глубокого изучения специфики рынка и всей цепочки продаж. Эксперты, занимающиеся проектированием и улучшением упаковки, обязаны

отслеживать динамику изменений в технологических возможностях, маркетинговых практиках, нормативно-правовой базе, логистических стандартах и экологических нормах. Они должны комплексно оценивать воздействие множества факторов на упаковку: от качества конечного продукта и особенностей производства до маркетинговых кампаний, НИОКР в пищевых технологиях, обеспечения материально-техническими ресурсами, правовых ограничений, финансовых аспектов, конфигурации цепочки поставок и экологических последствий.

1.1 Поставка пищевых продуктов и защитная функция упаковки

Современные потребители требуют, чтобы продукты были безопасными, полезными для здоровья, высокого и стабильного качества. Они требуют гарантий в отношении характеристик продуктов питания, а значит, прозрачности и эффективного реагирования в случае возникновения проблем. Кроме того, они требуют, чтобы продукты были доступны в широком ассортименте круглый год по конкурентоспособным ценам. Эти требования подкрепляются национальными и международными нормами и законодательством в области качества и безопасности пищевых продуктов, а также изменениями в торговом законодательстве (ВТО), которые привели к большей открытости рынков. Это, в свою очередь, привело к значительному увеличению трансграничных потоков скота и продуктов питания.

Рыночный спрос на продукты питания становится всё более неоднородным и динамичным, что требует более ориентированной на рынок деятельности на различных этапах этой цепочки, от первичного производителя до розничного продавца (рис. 1.1), чтобы соответствовать преобладающей в этом и других секторах тенденции к массовой кастомизации. Степень неоднородности рынков конечных потребителей является определяющим фактором степени ориентации на рынок в цепочке поставок. Проблема в продовольственном секторе заключается в том, что рыночный спрос в настоящее время недостаточно учитывается на всех этапах цепочки поставок. Кроме того, с точки зрения восходящей цепочки поставок, неоднородность сырья не используется для удовлетворения неоднородности спроса на нисходящем участке цепочки поставок [3].

Для удовлетворения требований потребителей и государственных органов крайне важно расширить обмен информацией о характеристиках продуктов, процессов и ресурсов между заинтересованными сторонами в цепочке поставок продуктов питания. Благодаря обмену информацией можно сделать видимыми происхождение и историю продуктов питания, а значит, повысить их прозрачность. Прозрачность подразумевает открытость и коммуникацию.



Рис. 1.1. Система дистрибьюции пищевых продуктов

Упаковка способствует сохранению мирового запаса продовольствия путем предотвращения порчи и потерь пищевых продуктов, защищая их до момента выполнения ими своей функции. Основные задачи упаковки заключаются в обеспечении возможности поместить в нее изделие, в защите и сохранении свойств пищевого продукта, а также в информировании потребителя. Благодаря выполнению этих функций можно минимизировать потери пищевых продуктов и обезопасить здоровье потребителей.

Упаковка играет роль первого уровня защиты:

– **Механическая защита** предотвращает повреждения при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке и хранении. Особенно важна она для хрупких и легко повреждаемых продуктов (например, свежих овощей и фруктов, хлебобулочных изделий, кондитерских товаров).

– **Барьерная защита** обеспечивает отсутствие контакта с окружающей средой — проникновения влаги, воздуха, микроорганизмов, пыли, химических загрязнителей. Выполняется с помощью специальных материалов и конструкций упаковки, которые обладают необходимыми барьерными свойствами.

– **Термозащита** сохраняет продукт в пределах допустимого температурного режима, предотвращая ускоренное старение или размножение патогенных микроорганизмов.

– Сохранение санитарной чистоты — упаковка обеспечивает стерильность и защиту от микроорганизмов и загрязнений, что особенно важно для свежих и обработанных продуктов.

Защита пищевой продукции обеспечивается не только материалом, но и конструкцией упаковки. Конструктивные особенности учитывают специфику продукта и транспортно-складских условий:

– Упаковка должна обеспечивать надежное закрытие, герметичность и устойчивость к сдавливанию.

– Должны предусматриваться элементы удобного открывания без нарушения целостности при хранении и транспортировке.

– Для скоропортящихся продуктов применяют специализированные решения, например, вакуумное или газонаполненное хранение, а также активные упаковочные системы с поглотителями кислорода, влаги или этилена.

– Формы и размеры упаковки стандартизированы для оптимальной укладки, что снижает риск повреждений при транспортировке и повышает эффективность логистики.

Сохранение свойств продуктов в логистической цепи напрямую зависит от предотвращения физических, химических и биологических разрушений. Надлежащая упаковка:

– Замедляет окислительные процессы и потерю влаги, что обеспечивает длительный срок годности.

– Предотвращает загрязнение продукта во время транспортировки, снижая риск пищевых отравлений.

– Обеспечивает хранение продукта при необходимых температурах, способствует снижению развития патогенной микрофлоры.

– Позволяет контролировать и отслеживать качество продукции, например, с помощью специальных индикаторов свежести и температуры на упаковке.

Для минимизации образования отходов на каждом этапе логистической цепочки и с целью оптимизации ресурсопользования необходимо определить оптимальный уровень упаковки. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, в менее развитых странах наблюдаются значительные потери продовольственных товаров, составляющие от 30 до 50% от общего объема произведенной продукции, вследствие недостаточной эффективности методов их консервирования, защиты, хранения и транспортировки. В развитых странах, благодаря применению современных технологий переработки, упаковки и дистрибьюции, потери продовольствия на пути к конечному потребителю составляют лишь 2-3%.

Таким образом, упаковка является неотъемлемым элементом системы поставок пищевых продуктов, обеспечивая их целостность, безопасность и сохранность с момента упаковки на производстве до конечного потребителя. Оптимальный выбор материалов, конструкции и технологий упаковки — залог успешного продвижения качественной и безопасной продукции на рынке.

1.2 Социальное значение упаковки

Упаковка пищевых продуктов имеет важное социальное значение, выходящее далеко за пределы простого функционального назначения по защите и сохранению товара. Она является неотъемлемым элементом системы продовольственной безопасности, влияет на здоровье населения, формирует культуру потребления и способствует устойчивому развитию общества [4].

Прежде всего, упаковка обеспечивает безопасность пищевых продуктов, что является критически важным для сохранения здоровья людей. Правильно разработанная и выполненная упаковка предотвращает биологические, химические и физические загрязнения пищевых продуктов, снижая риск пищевых отравлений и инфекций. Упаковка выполняет важнейшую барьерную функцию между продуктом и пищевыми контаминантами, такими как микроорганизмы, пыль, опасные химические вещества и другие загрязнители. Именно упаковка чаще всего позволяет обеспечить санитарную чистоту в послепроизводственном процессе хранения как производителями, дистрибьютерами, так и конечными потребителями.

Использование упаковки защищает пищевые продукты от потерь и порчи, обеспечивая тем самым продовольственную безопасность. Это **значительный вносит вклад** в рациональное природопользование в условиях глобальной экономики и роста населения. Уменьшение количества выбрасываемой пищи и более продолжительное сохранение продуктов за счет упаковки оказывает социальное влияние.

Упаковка позволяет потребителю вступать в коммуникацию производителю с потребителем. Выносимая информация нормируется по ГОСТ Р 51074, где описано то, что должно быть вынесено на упаковку. Такой подход позволяет принимать обоснованные решения с учетом личных предпочтений и медицинских противопоказаний, что в свою очередь также может защитить производителя от рекламаций. Информативная упаковка способствует повышению прозрачности рынка, соблюдению прав потребителей и формированию ответственного отношения к пище.

Потребители все чаще обращают внимание на экологичность и социальную ответственность, отражающиеся в маркировке и дизайне упаковки — например, использование биоразлагаемых материалов и указание на возможность переработки отходов. Это стимулирует повышение уровня экологической культуры в обществе и поддерживает тенденцию устойчивого потребления.

Упаковка влияет на образ жизни и потребительское поведение. Удобство открытия и повторного закрытия, возможность порционного использования, эргономичные решения создают комфорт в быту и способствуют правильному обращению с пищевыми продуктами, снижая пищевые отходы. Красивый и привлекательный дизайн упакованной продукции способствует развитию эстетического восприятия, поддерживает традиции и современные тренды в культуре питания.

Кроме того, упаковка выступает инструментом социальной идентификации и брендинга, поддерживая культурные и национальные особенности, символы и ценности. Это ключевые аспекты при выборе материалов из аналогичных по свойствам, дизайна и способов маркетингового продвижения.

Также на сегодняшний день немаловажным аспектом является влияние упаковки на экологию и ее углеродный след. Поэтому также важно, чтобы упаковка соответствовала принципам устойчивого развития, то есть была безопасной для окружающей среды, сохраняла природные ресурсы за счет минимизации отходов, перерабатывалась или биоразлагалась в определенных условиях.

Таким образом, упаковка пищевых продуктов — это не просто технический элемент, а сложный социальный институт, влияющий на здоровье, права, культуру потребления и экологическую безопасность общества. Ее значение продолжает расти в условиях современных вызовов, и грамотный дизайн упаковки становится одним из ключевых элементов социальной ответственности бизнеса и государства.

Несмотря на это, эксперты по упаковочным технологиям в полной мере разделяют общественные опасения, касающиеся материалов для упаковки. В этой связи необходимо учитывать ряд ключевых аспектов:

- долю и объем упаковочных отходов в общей структуре коммунальных отходов;
- финансовые расходы на их утилизацию и повторную переработку;
- экологические последствия используемых методов утилизации, в том числе проблемы эксплуатации свалок твердых бытовых отходов и процессов сжигания;
- удобство и эргономику применения упаковочных материалов;
- излишки упаковки относительно объема содержащегося продукта;
- доступность и четкость восприятия сведений на этикетках;
- точность и полноту данных, нанесенных на этикетки;
- вероятность загрязнения пищевых продуктов веществами из упаковки;
- потенциал травматизма и происшествий, связанных с эксплуатацией упаковочных материалов.

1.3 Основные функции упаковки

Упаковка пищевых продуктов выполняет множество важных функций, которые обеспечивают сохранение качества товара, удобство его использования, транспортировки и хранения, а также способствуют продвижению продукта на рынке [5]. В зависимости от акцента на конкретные функциональные аспекты, упаковку можно классифицировать по различным критериям. Например:

1. Упаковка выполняет функцию обеспечения безопасности транспортировки товара конечному потребителю при сохранении его качественных характеристик и оптимальных логистических затратах.

2. Упаковка представляет собой структурированную систему подготовки изделия к логистическим процессам, включая транспортировку, дистрибьюцию, складирование, розничную реализацию и последующее использование конечным потребителем [7].

3. Упаковка реализует технико-коммерческую функцию, направленную на оптимизацию затрат на доставку товаров с целью максимизации объемов продаж и увеличения рентабельности.

Тем не менее, основные функции упаковки могут быть сформулированы более конкретно, что будет представлено ниже.

Защитная функция. Основная и самая важная функция упаковки — это защита продукта. Она заключается в сохранении качества пищевого продукта в течение всего срока годности, обеспечивая защиту от механических повреждений, воздействия влаги, кислорода, света, микроорганизмов и других внешних факторов, которые могут привести к порче или снижению пищевой ценности. Защитная функция также важна и для безопасности потребителей, поскольку препятствует попаданию вредных веществ и сохраняет санитарную чистоту продуктов. В современных условиях это наиболее актуальная и решающая функция упаковки.

Дозирующая функция. Упаковка помогает точно дозировать количество продукта. Это важный аспект, особенно для пищевых товаров, выпускаемых в стандартных порциях — например, масло, молочные продукты, сухие смеси. Дозирующая функция обеспечивает удобство потребителям и помогает стандартизировать размеры порций, что облегчает торговлю и регулирование качества товара.

Транспортная функция. Упаковка обеспечивает удобство и безопасность транспортировки продуктов от производителя к точке продажи и далее до потребителя. Она должна выдерживать тряску, сдавливание, вибрацию и другие механические воздействия, а также обеспечивать компактное размещение на транспортных средствах и складах. Конструкция упаковки рассматривается с учетом облегчения процесса погрузки, разгрузки и складирования.

Функция хранения. Упаковка позволяет эффективно хранить продукты, обеспечивая оптимальные условия для сохранения свежести, температуры, влажности и других характеристик. Она также должна иметь четкую маркировку для облегчения идентификации и контроля качества при хранении. Важно, чтобы упаковка была удобной для штабелирования и экономии места на складах и в торговых залах.

Маркетинговая функция. Упаковка играет ключевую роль в продвижении продукта на рынке. Яркий дизайн, привлекательные цвета, информативная и легко читаемая маркировка привлекают внимание покупателей и помогают сформировать положительное впечатление о бренде. Упаковка становится

средством коммуникации с потребителем, выделяя продукт среди конкурентов и формируя лояльность к бренду.

Информационная функция. Упаковка является носителем важной информации для потребителя: состав, пищевые свойства, сроки годности, условия хранения, рекомендации по применению, информация о производителе и наличии аллергенов. Эта функция обеспечивает прозрачность и безопасность потребления, способствует осознанному выбору и повышению доверия к продукту.

Экологическая функция. Современные требования общества к защите окружающей среды отражаются в задачах упаковки снижать негативное воздействие на природу. Это достигается за счет использования перерабатываемых, биоразлагаемых материалов, минимизации отходов и повышения эффективности утилизации упаковки. Упаковка должна соответствовать нормам устойчивого развития и стимулировать ответственное потребление.

Эксплуатационная функция. Упаковка должна быть удобной в использовании — легкой для вскрытия, удобной для дозирования или извлечения продукта, безопасной при хранении дома (например, способность к повторному закрыванию). Обеспечение комфортного взаимодействия с упаковкой повышает удовлетворенность потребителей и снижает количество отходов.

Упаковка — это многофункциональный элемент, обеспечивающий защиту, удобство, информацию и маркетинг продукта, одновременно отвечающий современным экологическим требованиям и создающий комфорт для пользователя. Все эти функции взаимосвязаны и должны рассматриваться комплексно при разработке эффективного упаковочного решения.

1.4 Сведения, необходимые для разработки упаковки

Упаковку можно охарактеризовать как инструмент, гарантирующий безопасную и экономически целесообразную транспортировку продукции до конечного потребителя в рамках маркетинговой политики предприятия. Стратегия упаковки формируется как всесторонний план, включающий все этапы и процессы, связанные с доведением упакованного товара до покупателей. Эта стратегия обязана гармонично вписываться в общую маркетинговую и производственную концепции компании, которые тесно переплетаются с ее глобальной стратегией и корпоративной миссией [6].

В процессе стратегического планирования особое внимание уделяется координации работы специализированных отделов: службы качества, производственных цехов, подразделений снабжения материалами, маркетинговых команд, логистических и коммерческих служб, а также юридических, экономических и финансовых подразделений.

При формировании упаковочной стратегии производители пищевых продуктов обязаны учитывать ряд факторов, перечисленных в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Основные факторы формирования стратегии в области упаковки

Технические требования к продукту и его упаковке	Обеспечение функциональности упаковки и защита (предохранения) продукта в цепи дистрибьюции и сбыта в течение его срока годности вплоть до момента потребления
Свойства упаковки и продукта, значимые для клиента	Учет эстетических, вкусоароматических, функциональных, экологических пристрастий, также соображений удобства
Маркетинговые требования к инновациям в области упаковки ПП	Обеспечение четкого позиционирования бренда и его защита с учетом приемлемых затрат в соответствии с маркетинговой стратегией
Требования цепи дистрибьюции и сбыта	В том числе совместимость с уже использующимися типоразмерами упаковки и/или в возможностях ее производства
Юридические и финансовые аспекты	Учет, в частности, требований санитарно-гигиенических нормативных актов применительно к ПП, требований к маркировке и этикетированию, к массе и единицами измерения, к материалам и т.д.
Экологические требования и проследования их реализации	Например, облегчение массы упаковки в целях сокращения налогообложения на количество используемых упаковочных материалов

Разработка упаковки пищевых продуктов — это комплексный процесс, требующий учета многих сведений и факторов, чтобы обеспечить сохранность, безопасность и удобство использования продукта. Для создания эффективной упаковки необходимо иметь полную информацию о свойствах продукции, условиях транспортировки и хранения, а также нормативных и технических требованиях.

1.4.1 Характеристики продукта

Пищевой продукт и его упаковка целесообразно анализировать в составе единой системы, предполагающей комплексное изучение их взаимосвязей [7]. Эффективная разработка высококачественной упаковки опирается на всестороннее знание свойств упаковываемого товара, причин его деградации, рисков разрушения тары во время перевозки и складирования, а также возможных реакций между упаковкой и продуктом. При описании продукта учитываются его физические, химические и микробиологические свойства, которые представлены в таблице 1.2. Есть прямая зависимость между стоимостью производства продукта и стоимостью его упаковочной системы, т.к. использование дорогостоящей упаковки должно обеспечить надежную защиту от внешних повреждений и процессов порчи.

Таблица 1.2. Свойства продукта, которые необходимо учитывать

Характеристика	Примеры свойств
<i>Природа продукта</i>	
Физические свойства	Газообразное состояние, вязкая жидкость, твердые блоки, гранулы, текуче порошки, эмульсии, пасты и т.д.

Химические или биологические свойства	Свойства отдельных ингредиентов, общий химический состав, пищевая ценность, коррозионная способность, липкость, летучесть, принадлежность к группе скоропортящихся изделий, запах и т.д.
Габариты	Размер и форма
Объем, масса и плотность	Способы фасования, дозирования, уровень точности, соблюдение предписанных допусков
Чувствительность к внешним воздействиям	Механическая прочность или отнесение упаковки к категории хрупких
<i>Порча продукта, обусловленная изменениями</i>	
Органолептических свойств	Вкус, аромат, цвет, доброкачественность, текстура
Вследствие химического расщепления	Например, в консервированных фруктах – разрушение витамина С
Химических свойств	Например, черствение хлеба
Биохимических свойств	Например, ферментативные или респирационные изменения (при дыхании)
Микробиологического состояния	Например, показатель общего микробного числа (ОМЧ или численности микроорганизмов)
<i>Срок годности</i>	
Средний требуемый срок годности. Срок «употребить до ...». Технический срок годности	Например, находится ли миграция веществ через упаковку в допустимых пределах?

1.4.2 Потребности и запросы системы дистрибьюции и сбыта

Для разработки экономически эффективной упаковки требуется глубокое понимание специфики системы дистрибуции и сбыта. Это понимание позволяет обеспечить необходимую защиту продукта и сохранить его качество на уровне, приемлемом для потребителя. В системах дистрибуции можно выделить три группы факторов: *климатические, физические и биологические* [5]. Недостаточное внимание к этим факторам приводит к снижению качества упаковки, увеличению общих затрат и росту числа потребительских жалоб.

Климатические условия оказывают значительное влияние на систему дистрибьюции и сбыта [5]. Температура, влажность, осадки и другие климатические параметры могут влиять на условия хранения и транспортировки товаров. Например, некоторые продукты требуют особых температурных режимов для сохранения качества, что может потребовать дополнительных затрат на холодильное оборудование и изотермические контейнеры (табл. 1.3). Кроме того, климатические условия могут влиять на сроки доставки товаров, особенно в регионах с труднодоступными или отдалёнными территориями.

Таблица 1.3. Воздействие климатических факторов

Фактор	Примеры влияния фактора
Температура	Предельно допустимые перепады температур
Содержание влаги	Увеличение или снижение содержание влаги (увлажнение или высыхание)
Относительная влажность	Возможность конденсации влаги, увеличение или снижение содержание влаги

Свет	Воздействие светового излучения в области видимого спектра, ИК- и УФ-излучения
Газовый состав	Увеличение или снижение содержания кислорода, содержания влаги и т.д.
Наличие летучих соединений и запаха	Увеличение и снижение их содержания, сохранение или изменение аромата, образование посторонних запахов
Особые условия	Например, коррозия вследствие отложения солей из-за попадания брызг морской воды
Перепады давления	Например, перепады давления при авиаперевозках
Пыль	Воздействие на упаковку содержащихся в воздухе частиц песка и пыли, особенно при сильном ветре

Физические факторы включают в себя характеристики товаров, такие как вес, объём, форма и хрупкость [5]. Эти параметры определяют требования к транспортным средствам, упаковочным материалам и способам погрузки/разгрузки. Например, тяжёлые и громоздкие товары требуют специализированного транспорта и оборудования для погрузочно-разгрузочных работ, что влияет на выбор маршрутов и способы доставки. При этом упаковка подвергается механическим воздействиям, таким как сжатие, удар, вибрация и трение, во время транспортировки и погрузочно-разгрузочных работ (табл. 1.4). Также физические факторы могут влиять на частоту и сроки поставок, особенно для товаров с ограниченным сроком годности или хрупких изделий.

Таблица 1.4. Физические факторы

Фактор	Методы противодействия
Удары	Защита от вертикальных и горизонтальных ударов, например от падения, соскальзывания и при перебрасывании
Вибрация	Защита от низкочастотной вибрации при перевозке авто- или железнодорожным транспортом, от вибрации подъемно-транспортного складского оборудования от корабельных двигателей
	Защита от высокочастотных аэродинамической вибрации при авиаперевозках
Сжатие / раздавливание	Защита от динамических и статических нагрузок при длительном нахождении в штабеле; наличие средств, противодействующих сжатию, и т.д.
Истирание	Защита при контакте с абразивными поверхностями
Проколы	Защита при возможном контакте с острыми предметами, в частности с крюками
Деформация при перекашивании	Защита от воздействия неровностей пола, неправильной конструкции поддона (паллеты) или их подложки
Разрыв	Защита от неправильного обращения

Биологические факторы связаны с живыми организмами, такими как бактерии, плесень и насекомые, которые могут повредить или испортить товары. Например, продукты питания могут подвергаться порче из-за неправильного хранения или транспортировки, что требует соблюдения определённых условий для обеспечения их сохранности. Также биологические факторы могут влиять на

выбор упаковочных материалов и методов защиты товаров от вредителей. Например, использование специальных упаковок или инсектицидов может быть необходимо для предотвращения порчи товаров в процессе дистрибуции.

1.4.3 Упаковочные материалы, оборудование и технологии

Сфера упаковки отличается непрерывной эволюцией, связанной с введением новаторских материалов, оснащения и технологических методов. Эти трансформации вызваны комплексом причин: необходимостью поддерживать превосходное качество пищевых товаров, оптимизировать производственные и логистические операции, соответствовать экологическим нормам и повышать финансовую отдачу.

Любые модификации упаковочных материалов способны повлиять на то, как потребитель воспринимает продукт. В контексте целенаправленного проектирования при формировании упаковочной конструкции приоритет отдается правильному выбору материалов, технологий и оборудования. Такой подход позволяет сформировать систему упаковки, которая будет безопасной, ориентированной на экологию и экономически оправданной, полностью отвечая текущим стандартам и предпочтениям покупателей.

Для производства упаковки применяют широкий спектр материалов, каждый с характерными параметрами. Так, бумага и картон выделяются своей экологической чистотой и простотой в переработке, что особенно ценно для компаний, минимизирующих воздействие на природу.

Полимеры вроде полиэтилена, полипропилена и полистирола гарантируют хорошие прочность и барьерные свойства, идеально подходя для товаров с высоким сроком реализации.

Металлические варианты, включая алюминиевую фольгу, превосходят по барьерным свойствам, надежно оберегая содержимое от проникновения влаги, света и кислорода.

Отбор материала определяется рядом условий: особенностями продукта, режимами транспортировки и хранения, а также критериями сохранности и безопасности. К примеру, для влагосодержащих изделий вроде свежих фруктов и овощей выбирают материалы с усиленной барьерностью, чтобы избежать обезвоживания и микробного заражения.

Для жировых продуктов, таких как орехи или семена, используют устойчивые к липидам покрытия, предотвращающие их разложение и окисление.

Основные свойства ключевых упаковочных материалов отражены в табл. 1.5; при этом важно отметить, что первичная упаковка чаще всего сочетает несколько типов материалов для оптимального баланса функциональности и эстетики.

Таблица 1.5. Основные свойства упаковочных материалов

Материал	Основные свойства
Стекло	Инертность относительно пищевых продуктов Прозрачность и возможность окрашивания

	Непроницаемость для газов и водяного пара Твердость Возможность многоразового использования Хрупкость, возможность боя Необходимость наличия отдельного элемента укупорки Широкая применяемость как одноразовой, так и многоразовой тары
Жест и алюминий	Твердость (высокая плотность у жести и малая плотность у алюминия) Высокий предел прочности на разрыв Отличные барьерные свойства относительно света, непроницаемость для жидких и твердых пищевых продуктов Для изготовления упаковки требуются крышки, швы или обжим Возможность использования для упаковки широкого спектра пищевых продуктов в виде консервных банок и банки для напитков аэрозольной упаковки, тюбиков, лотков и металлических бочек Могут вступать в химические реакции с пищевыми продуктами с последующим растворением металла
Бумага и картон	Относительно небольшая плотность Недостаточные барьерные свойства относительно света (без использования ламинирования или покрытий) Недостаточные барьерные свойства жидкости, газов и водяного пара (без использования ламинирования или покрытий) Достаточная жесткость Могут быть жиростойкими Способность к поглощению водяного пара и жидкостей Возможность бигования, складывания и склеивания Малая прочность на разрыв Относительная малая хрупкость, но не такой высокий предел прочности на разрыв, как у металла Отличная основа для экономичной печати
Полимерные материалы	Широкий диапазон барьерных свойств Разные барьерные свойства относительно газов и водяного пара Относительно малая плотность с широким диапазоном физических и оптических свойств Как правило, небольшая жесткость Различные пределы прочности на разрыв и удлинение Прозрачность (у некоторых материалов) Сохранение эксплуатационных свойств в широком диапазоне температур Гибкость; в отдельных случаях имеется возможность бигования

Помимо выбора материала, важно учитывать и оборудование для упаковки [5]. Современные упаковочные машины могут работать с различными материалами и форматами упаковки, обеспечивая высокую скорость и точность процесса. Например, для фасовки и упаковки сыпучих продуктов, таких как мука, сахар и крупы, используются дозирующие машины, которые обеспечивают равномерное распределение продукта по упаковкам. Для упаковки продуктов в плёнку применяются термоформовочные машины, которые нагревают плёнку до нужной температуры и формируют её вокруг продукта, создавая герметичную упаковку.

Технологии упаковки также непрерывно совершенствуются, предлагая новые решения для повышения эффективности и безопасности. Например, разработка инновационных упаковочных материалов с антимикробными свойствами позволяет значительно продлить срок годности продуктов и снизить риск их порчи. Такие материалы содержат специальные добавки, которые подавляют рост микроорганизмов, обеспечивая более длительное сохранение свежести продуктов.

Вакуумная упаковка и упаковка с модифицированной газовой средой (МГС) также играют важную роль в современной пищевой промышленности [5]. Вакуумная упаковка удаляет воздух из упаковки, создавая безвоздушную среду, что предотвращает окисление и рост микроорганизмов. Упаковка с МГС позволяет изменять состав газовой среды внутри упаковки, что также способствует увеличению срока годности продуктов.

Современные упаковочные решения включают использование автоматизированных систем контроля качества упаковки, таких как рентгеновские сканеры, системы взвешивания и детекторы дефектов. Эти системы позволяют оперативно выявлять и устранять бракованные упаковки, минимизируя риск повреждения продуктов во время транспортировки и хранения. В пищевой промышленности, где безопасность и качество продукции имеют первостепенное значение, такие технологии становятся неотъемлемой частью производственного процесса.

Таким образом, упаковочные материалы, оборудование и технологии играют ключевую роль в современной пищевой промышленности, обеспечивая защиту, сохранность и привлекательность продуктов для потребителей. Постоянный прогресс в этой области позволяет не только улучшать качество упаковки, но и снижать её воздействие на окружающую среду, что является важным шагом на пути к устойчивому развитию.

1.5 Специфика и стандарты в области упаковки

В России упаковка пищевых продуктов регулируется комплексом нормативных документов и стандартов, решениями государственных органов и международными соглашениями [8]. В 2025 году вступает в силу ряд новых требований, отражающих современные тренды устойчивого развития, безопасности и цифровизации процессов оборота пищевой продукции.

Основные нормативные документы и стандарты. В России упаковку пищевых продуктов регулируют федеральные законы и технические регламенты Евразийского экономического союза (ЕАЭС), а также национальные стандарты ГОСТ и международные стандарты ISO:

– **Технический регламент ТР ТС 022/2011** «Пищевая продукция в части ее маркировки» регулирует требования к информации на упаковке, включая состав, срок годности, условия хранения, обязательную маркировку.

– **ГОСТ 17527-2020** определяет общие требования к упаковке в розничной торговле, включая гигиенические характеристики, характеристики материала и маркировки.

– **ГОСТ Р 51074 и ГОСТ Р 51077-2003** регулируют безопасность упаковочных материалов, определяя допустимые уровни миграции веществ и состав.

Международные стандарты ISO 22000 и ISO 22002-100 по системе менеджмента безопасности пищевой продукции также применяются при производстве упаковки.

Специфика российского рынка в 2025 году. В 2025 году введены новые ограничения и требования, направленные на повышение безопасности и экологичности упаковки:

Запрет на производство и использование определённых видов ПЭТ-упаковки, которые трудно поддаются переработке. В частности, запрещены ПЭТ-бутылки неэкологичных цветов и упаковка с некоторыми типами пластиковых этикеток.

Ужесточение норм по переработке упаковочных материалов: начиная с 2025 года, производители обязаны обеспечивать утилизацию не менее 55% упаковочных отходов, с постепенным увеличением до 100% к 2027 году.

Усиление контроля за маркировкой пищевых продуктов через цифровую систему «Честный ЗНАК». Обязательное использование Data Matrix кодов для большинства категорий пищевых товаров, включая молочную продукцию, мясо, яйца, морепродукты.

Введен жёсткий запрет на ввоз продукции без заводской упаковки, что усиливает требования к обязательной заводской маркировке и безопасности товара.

Новый закон регулирует санитарные и гигиенические требования упаковки, увеличивает ответственность производителей за качество и безопасность упаковочного материала.

Требования к маркировке и информации на упаковке. Маркировка пищевых продуктов в России должна включать:

– Наименование товара, состав с обозначением аллергенов и пищевых добавок.

– Срок годности, дата изготовления, условия хранения.

– Пищевая ценность (БЖУ, калорийность).

– Код маркировки Data Matrix, обеспечивающий прослеживаемость продукции в системе «Честный ЗНАК».

– Информацию о производителе и стране происхождения.

– Дополнительные знаки, как «Без ГМО», экологические символы переработки.

Контроль за маркировкой усиливается, а нарушения караются штрафами и санкциями, вплоть до уголовной ответственности.

Экологическая направленность стандартов. Российское законодательство внедряет тенденции экологической устойчивости:

- Использование упаковочных материалов, допускаемых к переработке и биодegradации.
- Ограничение одноразового пластика, внедрение требований по минимизации отходов.
- Растущие требования к прослеживаемости упаковки и утилизации, стимулирующие развитие вторичной переработки.

Экологические стандарты интегрируются в производственные процессы и обязательны для всех участников рынка.

Контроль и сертификация. Производители и поставщики обязаны:

- Соответствовать требованиям безопасности и маркировки.
- Подключаться к цифровой системе мониторинга «Честный ЗНАК».
- Получать сертификаты соответствия и гигиенические заключения для упаковочных материалов.
- Вести учет производимой и реализуемой продукции с соблюдением всех норм.

Нарушения ведут к административным штрафам, изъятию продукции из оборота и другим санкциям.

Российская специфика упаковки в пищевой промышленности в 2025 году развивается в направлении повышения требований к безопасности, прозрачности и экологической ответственности. Соответствие новым стандартам и нормативам становится обязательным условием для устойчивого развития и конкурентоспособности на рынке.

Вопросы для самопроверки к главе 1:

1. Какие основные функции выполняет упаковка пищевых продуктов?
2. Назовите основные требования к материалам упаковки для контакта с пищевыми продуктами.
3. В чем разница между первичной, вторичной и третичной упаковкой?
4. Какие свойства барьерных материалов наиболее важны для продления срока хранения продуктов?
5. Опишите роль дизайна упаковки в маркетинге пищевых продуктов.
6. Какие стандарты (например, ISO или ГОСТ) регулируют безопасность упаковочных материалов?
7. Что такое активная упаковка и как она влияет на качество продуктов?
8. Назовите основные типы полимерных материалов, используемых в пищевой упаковке.
9. Какую роль играет прослеживаемость в упаковке пищевых продуктов?
10. Какие экологические требования предъявляются к современной упаковке продуктов?
11. Что подразумевается под биодegradируемыми полимерами в упаковке?

12. Какие маркировки обязательны на упаковке пищевых продуктов по российским стандартам?
13. Опишите принципы разработки упаковки для замороженных продуктов.
14. Что такое модифицированная газовая среда (МГС) в упаковке и ее преимущества?
15. Какие коды (например, Data Matrix) используются для идентификации упаковки?
16. Назовите факторы, влияющие на выбор стекла как упаковочного материала.
17. Что включает контроль качества упаковки на производстве?
18. Опишите требования к упаковке жидких пищевых продуктов.
19. Какие показатели мониторинга важны для упаковочных материалов (температура, влажность)?
20. Как стандарты ISO 22000 влияют на требования к упаковке в цепочке поставок?

2 Актуальный дизайн упаковки

Упаковка – это многофункциональное понятие, охватывающее широкий спектр функций и аспектов в различных областях человеческой деятельности. Она не только защищает продукцию от повреждений, но и играет ключевую роль в маркетинге, логистике, экологии и повседневной жизни. В современном мире упаковка претерпевает значительные изменения, становясь более инновационной, функциональной и экологически ориентированной. Рассмотрим основные аспекты упаковки, подчёркивающие её многогранность [9].

Функциональное значение упаковки заключается в её способности обеспечивать сохранность, защиту, удобство транспортировки, хранения и использования продукции. Она предотвращает механические повреждения, воздействие влаги, пыли и других внешних факторов, а также оптимизирует логистические процессы. Упаковка также облегчает процесс загрузки, разгрузки и доставки товаров, способствуя эффективному использованию складских площадей. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 005/2011 дает определение упаковки как «изделия, которое используется для размещения, защиты, транспортирования, загрузки и разгрузки, доставки и хранения сырья и готовой продукции» [9].

Маркетинговое значение упаковки невозможно переоценить. Она служит важным инструментом привлечения внимания потребителей, информируя их о продукте, его составе, сроках годности и производителе. Упаковка может выполнять рекламную функцию, создавая положительный имидж бренда и стимулируя покупку. Уникальная и качественная упаковка повышает восприятие стоимости товара, делая его более привлекательным для потребителей [9].

Экологическое значение упаковки приобретает особую актуальность в условиях растущего внимания к вопросам устойчивого развития. Современные тенденции включают использование перерабатываемых материалов, таких как бумага, картон, стекло и пластик. Упаковка с экомаркировкой подчёркивает её экологичность, а разработка упаковки, минимизирующей использование материалов, способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду [9].

Социальное значение упаковки проявляется в её удобстве использования, безопасности и культурном контексте. Упаковка, облегчающая процесс открывания, дозирования и утилизации продукта, повышает качество жизни потребителей. Она также может служить средством защиты от несанкционированного доступа, что особенно важно для продуктов питания и других товаров. Кроме того, упаковка может быть носителем культурных символов и традиций, отражая национальные орнаменты, исторические образы или другие элементы культурного наследия [9].

Технологическое значение упаковки проявляется в интеграции современных технологий, таких как умные и интерактивные упаковки. Умные упаковки оснащены встроенными сенсорами, которые отслеживают условия хранения и

транспортировки, обеспечивая свежесть и качество продукции. Интерактивные упаковки, оснащённые элементами дополненной реальности или QR-кодами, предоставляют дополнительную информацию о продукте, расширяя возможности взаимодействия с потребителями [9].

Эстетическое значение упаковки также играет важную роль. Привлекательный и запоминающийся дизайн, использование различных цветов и материалов, а также наличие логотипов и других элементов брендинга делают упаковку важным элементом имиджа продукта. Эстетически привлекательная упаковка способствует формированию положительного восприятия бренда и повышению лояльности потребителей [9].

В повседневной речи слово «упаковка» может использоваться и в переносном смысле, обозначая стиль одежды или материальную часть имиджа. В этом контексте упаковка ассоциируется с элегантностью, статусом и принадлежностью к определённой социальной группе.

2.1 Роль упаковки в коммерческой деятельности

Упаковка является неотъемлемым элементом в процессе обращения товаров. Ее функциональная и эстетическая составляющая определяется в ходе разработки дизайнерского решения. Для создания эффективной упаковки необходимо ответить на вопросы о ее назначении и методах реализации [10].

Основная функция упаковки заключается в обеспечении сохранности товаров и сырья при транспортировке и хранении. Она также способствует идентификации продукции. В некоторых случаях упаковка выполняет исключительно эти задачи. Однако чаще всего она используется для достижения дополнительных целей, таких как реализация маркетинговых стратегий, укрепление позиций на рынке, выделение продукции среди конкурентов и создание уникального имиджа бренда (рис. 2.1). В некоторых случаях упаковка необходима для обеспечения специальных условий хранения и транспортировки товаров, а также для предотвращения несанкционированного доступа к продукции.

Дизайн упаковки играет ключевую роль в успехе товара и бренда. Его значимость зависит от характеристик продукции и отношения к упаковке как производителя, так и потребителя. Согласно теории американского психолога Абрахама Маслоу, товары первой необходимости, удовлетворяющие базовые потребности человека, обычно имеют стандартную упаковку. Примером может служить мясо, продаваемое в местных продуктовых магазинах и упакованное в полимерную пленку. В условиях примерно одинакового качества продукции, выделиться можно только за счет дизайна упаковки. Примером может служить продукция под брендом «Мираторг», которая по своим характеристикам не отличается от обычного мяса, но имеет уникальный дизайн упаковки (рис. 2.2).



Рис. 2.1. Ценность упаковки для бренда становится заметна, когда ее репутация в глазах потребителей начинает расти по иерархии потребностей. Диаграмма показывает примеры упаковки на каждой ступени: 1) Физиологические. 2) Безопасность. 3) Принадлежность. 4) Ценность. 5) Самовыражение

2.1 История упаковки

В контексте изучения эволюции упаковочных технологий и их роли в процессе доставки товаров потребителям, необходимо рассмотреть развитие методов дистрибуции в историческом аспекте. В начале XX века существовали два основных механизма приобретения товаров: прямая доставка продукции от производителя конечному потребителю и приобретение товаров в локальных универсальных магазинах (рис. 2.3).

Упаковка играла ключевую роль в обеспечении сохранности товаров при транспортировке. Торговые агенты предлагали услуги прямой доставки, что позволяло клиентам осуществлять оплату непосредственно на месте.

С появлением и развитием крупных розничных торговых сетей, таких как Sears, Roebuck and Company и Marks & Spencer, началась трансформация в сфере потребительского рынка. Переход от производственного общества к обществу потребления привел к изменению подходов к дизайну упаковки, который стал неотъемлемой частью маркетинговой стратегии.



Рис. 2.2. Эстетика упаковки мяса бренда «Мираторг»



Рис. 2.3. США, 1900-е. Универсальный магазин предлагает покупателям быстрое обслуживание (два продавца) и безопасность (собака на заднем плане). Большинство продуктов упакованы в бумажную упаковку, в которую можно поместить столько товара, сколько захочет покупатель

Современные технологии и инновационные материалы значительно расширили возможности в области дизайна упаковки, сделав его более

функциональным и эстетически привлекательным. В настоящее время упаковка играет важную роль в формировании потребительских предпочтений и является одним из определяющих факторов при принятии решения о покупке.

В данном исследовании рассматривается роль упаковочных материалов в торговой сфере. Основное внимание уделяется эволюции упаковочных функций от первоначального предназначения – транспортировки и защиты товаров – до их использования для хранения и розничной продажи.

Проводится аналогия между традиционными методами упаковки товаров и современными системами торговли продуктами на развес. В обоих случаях упаковочные материалы обеспечивают удобство хранения и порционного использования продукции.

Также отмечается, что современная упаковка изначально была необходима для продвижения конкретного бренда. Отсутствие обилия рекламы и современных средств продвижения способствовало тому, что именно упаковка выполняла ключевую функцию по привлечению потребителей к товару. Современная экономическая ситуация значительно отличается, в том числе из-за развития мультимедийных платформ, начиная от радио и телевидения с дальнейшим продвижением через интернет и в особенности через социальные сети. Это позволило значительно расширить спектр возможностей для маркетинговых коммуникаций и продвижения брендов. Новые технологии позволяют сделать упаковку более легкой, использовать системы защиты от несанкционированного вскрытия и индикаторы порчи продукта. Упаковка пищевых продуктов продолжает развиваться в различных направлениях.

Изменения произошли и в самой технологии упаковки товаров. Полностью автоматизированные производственные линии способны упаковывать значительное количество единиц продукции за день, что сопоставимо с объёмами, которые ранее могли быть обработаны вручную только в течение года.

Изменения являются непрерывным процессом, на который можно и нужно оказывать влияние. Для корректного прогнозирования перспектив необходимо уделять внимание историческому контексту. Понимание предыстории позволяет определить оптимальные направления развития.

2.3 Упаковка в современном контексте

В условиях стремительного развития технологий и материалов, а также инновационных подходов к дизайну, современная упаковка представляет собой динамично развивающуюся отрасль. Современные материалы, новые производственные процессы и креативные дизайнерские решения создают оптимальные условия для эволюции упаковочного дизайна [11].

Увеличение количества способов передачи информации потребителю привело к формированию информационного избытка, который может вызывать у аудитории когнитивную перегрузку или растерянность. В условиях глобализации и цифровой трансформации рынка упаковка приобретает всё

большее значение как ключевой элемент маркетинговой стратегии. В частности, компания Procter & Gamble демонстрирует, что дизайн упаковки является решающим фактором при принятии решения о покупке. Изменяющийся медиаландшафт открывает новые возможности для упаковки, которая должна не только привлекать внимание, но и вызывать доверие у потребителей на полке.

Прогнозирование будущего развития отрасли можно осуществить путём анализа текущих тенденций и экстраполяции их в долгосрочной перспективе.

Основные тенденции в упаковке:

1. **Простота и функциональность.** Потребители отдают предпочтение простым и удобным решениям. Упаковка должна быть информативной и интуитивно понятной, чтобы облегчить процесс принятия решения о покупке. Сложные или перегруженные элементы дизайна могут стать причиной отказа от продукта [10].

2. **Качество и эффективность.** Современные потребители ожидают высокого уровня качества при минимальных затратах времени. В течение 10-20 секунд, проведенных на полке, покупатель принимает решение о покупке. Качество упаковки является индикатором качества продукта, и у дизайнера упаковки есть несколько секунд, чтобы произвести положительное или негативное впечатление [10].

3. **Глобализация.** Глобализационные процессы оказывают влияние на поставщиков, расширяют границы рынка и открывают новые возможности для аутсорсинга услуг, таких как дизайн, печать и производство. Определение страны-производителя может быть важным фактором для потребителей при выборе продукта [10].

4. **Ценовая и ценностная конкуренция.** Потребители не только сравнивают цены, но и оценивают корпоративную этику, страну-производителя и экологическую ответственность. Упаковка может служить инструментом для демонстрации этих аспектов и формирования доверия к бренду [10].

5. **Доверие к бренду.** Множество факторов могут укрепить доверие к бренду, однако одна ошибка может его разрушить. Упаковка предоставляет клиентам возможность оценить внутренние ценности компании и уровень ее экологической ответственности [10].

6. **Экологическая устойчивость как новая ценность.** Поддержка экологических инициатив через экологически ответственный дизайн упаковки позволяет компаниям привлечь внимание потребителей и создать у них чувство причастности к глобальной борьбе за здоровье планеты [10].

7. **Конвергенция и упаковка: современные тенденции.** В условиях цифровой трансформации медиaproстранства конвергенция медиа, реализованная в таких продуктах, как Apple iPhone, оказывает значительное влияние на подходы к разработке и использованию упаковки. Упаковка становится не только физическим контейнером, но и важным элементом пользовательского опыта, интегрированным с цифровыми технологиями [10].

8. **Персонализация упаковочных решений.** Персонализация упаковки становится ключевым фактором в маркетинговых стратегиях.

Использование данных о предпочтениях потребителей, истории их покупок и геолокации позволяет создавать индивидуализированные упаковочные решения, которые формируют эмоциональную привязанность к бренду и повышают лояльность клиентов [10].

9. **Упаковка как инструмент самообслуживания.** В условиях растущей популярности моделей самообслуживания упаковка должна быть максимально удобной и интуитивно понятной для самостоятельного использования. Внедрение инновационных решений, таких как сенсорные элементы и системы обратной связи, позволяет собирать данные о потреблении и оптимизировать маркетинговые стратегии [10].

10. **Доступность люксовых товаров.** Предметы роскоши более не являются прерогативой высшего общества. Современные потребители приобретают отдельные элементы роскоши, интегрированные в товары и услуги массового потребления. Дизайн упаковки играет ключевую роль в создании ощущения эксклюзивности для широкой аудитории [10].

11. **Сверхскоростная розничная торговля.** За кулисами крупных розничных сетей скрывается мир, где скорость является приоритетом. Современные ритейлеры предъявляют высокие требования к оперативности, которые могут восприниматься покупателями как недостижимые [10].

2.4 Потребительское движение

Игнорирование желания рассмотреть дизайн упаковки с позиции потребителя является серьёзным упущением. Несмотря на возможность длительного проведения мозговых штурмов и применения других методов стимуляции креативной мысли, эффективность дизайна упаковки не может быть достигнута без изучения потребительских предпочтений [12].

Для понимания взгляда потребителя необходимо провести анализ, начиная с осмысления визуального ряда, присутствующего в повседневной жизни. Важно определить истоки и границы этого ряда, а также выявить пути оптимизации потребления основных товаров, значимых для потребителей и их детей [12].

Рекомендуется провести внимательный анализ всех аспектов жизни, включая способы доставки товаров домой, их состав и общее впечатление от покупки. Возможно, будут выявлены детали, которые ранее считались несущественными, но на самом деле имеют важное значение для потребителя [12].

Игнорирование потребительского восприятия при разработке дизайна упаковки является серьёзным упущением, которое может негативно сказаться на эффективности маркетинговой стратегии. Для достижения оптимальных результатов необходимо провести всесторонний анализ потребительских предпочтений и ожиданий [12].

Анализ должен включать изучение визуального ряда, который воспринимает потребитель, а также определение путей оптимизации процесса потребления товаров. Важно учитывать факторы, влияющие на восприятие

упаковки, такие как способы доставки, состав продукта и общее впечатление от покупки [12].

Рекомендуется провести комплексный анализ всех аспектов жизненного цикла продукта, начиная от выбора материалов для упаковки и заканчивая их переработкой или утилизацией. Это позволит выявить ключевые факторы, влияющие на потребительское поведение, и разработать более эффективные стратегии маркетинга.

В условиях растущего потребительского движения, направленного на устойчивое развитие, важно учитывать принципы переработки, повторного использования, понижения уровня потребления и передачи товаров другим лицам. Эти принципы должны быть интегрированы в процесс разработки упаковки и продвижения продукции. Например, сегодня все чаще можно встретить продукцию из переработанного пластика, такие как мебель, одежда и аксессуары, ручки, спортивные маты и многое другое, как на рис. 2.4 [12].



Рис. 2.4. Повседневных товаров из переработанного пластика

Особое внимание следует уделить вопросам экономии ресурсов, связанных с транспортировкой, упаковкой и использованием материалов. Продукты, не наносящие вреда окружающей среде, могут иметь схожий внешний вид, поэтому необходимо проводить более глубокий анализ их характеристик [12].

Для повышения эффективности взаимодействия с потребителями необходимо стимулировать их критическое мышление и интерес к процессу покупки. Это может быть достигнуто путем создания условий, побуждающих потребителей задавать вопросы о происхождении, составе и предназначении

товаров. Разработка упаковки, сочетающей эстетическую привлекательность и экологическую ответственность, является ключевой задачей в области промышленного дизайна. Это направление может стать значимым конкурентным преимуществом, повышая уровень доверия потребителей и снижая негативное воздействие на окружающую среду [12].

Экологическая устойчивость упаковки предполагает использование вторично переработанных материалов, минимизацию производственных отходов и сокращение углеродного следа. Эти аспекты приобретают особую значимость в контексте растущего интереса к принципам устойчивого развития и экологической ответственности [12].

Эстетически привлекательная упаковка привлекает внимание потребителей, формирует положительные ассоциации и стимулирует покупательскую активность. Дизайн может быть выполнен в минималистском стиле с использованием натуральных материалов или оформлен в ярких, но не агрессивных цветовых решениях [12].

Важным аспектом является достижение баланса между эстетическими и экологическими характеристиками упаковки. Она должна быть не только визуально привлекательной, но и функциональной, удобной в использовании и поддающейся последующей переработке. Это требует комплексного подхода, включающего креативные решения и глубокое понимание потребительских предпочтений.

Разработка дизайна упаковки, сочетающего эстетическую привлекательность и экологическую устойчивость, представляет собой коллективную задачу, требующую взаимодействия специалистов различных областей. В этот процесс должны быть вовлечены дизайнеры, маркетологи, производители и конечные потребители для достижения оптимального результата [12].

2.5 Глобализация и адаптация маркетинговых стратегий

В условиях глобализации, когда население различных регионов мира находится на разных уровнях социально-экономического развития, концепция упаковки продукции может восприниматься по-разному в зависимости от культурных и социальных характеристик каждой страны. При разработке маркетинговых стратегий необходимо учитывать не только местные предпочтения потребителей, но и культурные особенности и менталитет других целевых аудиторий. Важно подходить к этому процессу с аналитическим и объективным подходом, избегая эмоциональных оценок и сочувствия [13].

Глобализация охватывает такие аспекты, как языковые особенности, графические элементы и визуальные образы, которые адаптируются в соответствии с культурными и социальными нормами каждой страны [13]. Степень адаптации зависит от стратегии компании. Некоторые компании, такие как IKEA, демонстрируют готовность использовать нестандартные названия для

своих товаров, что способствует формированию уникального бренда и эффективному взаимодействию с потребителями [13].

Таким образом, адаптация маркетинговых стратегий к культурным и социальным особенностям различных регионов является ключевым фактором успешного функционирования компаний в условиях глобализации. ИКЕА придерживается стратегии сохранения национальной идентичности, ожидая от потребителей её принятия. В противоположность этому, Соса-Кола осуществляет адаптацию визуальных элементов, таких как графика, постеры и упаковка, к культурным особенностям каждой страны (рис. 2.5). Хотя нельзя однозначно определить, какой подход является более правильным, оба демонстрируют свою эффективность в контексте глобализации.



Рис. 2.5. Изменение визуальных эффектов на упаковке Соса-Кола в зависимости от особенности страны дистрибьюции

После определения маркетинговой стратегии следующим важным этапом является проведение детального исследования возможных интерпретаций всех элементов упаковки. Значимость цветов, изображений, текстовой информации, шрифтов и форм может варьироваться в зависимости от страны, региона и культурных особенностей. Это не гарантирует, что финальный вариант упаковки будет воспринят положительно всеми потребителями. Иногда некорректные переводы могут затмить аутентичность при создании международной версии упаковки. С другой стороны, существует риск оскорбить потребителя, поэтому необходимо тщательно изучить значения всех деталей, формирующих упаковку. Знание этих нюансов позволяет разработать тактику с меньшей вероятностью

провала. Упаковка, ориентированная на многонациональную аудиторию, может заслужить признание, но её разработка требует значительных усилий и тщательного планирования.

2.6 Исследование

В последнее десятилетие методы исследования упаковки претерпели значительные технологические и креативные усовершенствования. Статистические методы позволяют маркетологам с высокой точностью определить отношение потребителей к конкретной упаковке и к товарной категории в целом. Креативные методы, в свою очередь, исследуют психологические мотивы, влияющие на принятие решения о покупке, предлагая респондентам создавать коллажи, отражающие их восприятие бренда и его место в их жизни, а также подробно обсуждать метафоры и эмоциональные аспекты. Эти исследовательские техники позволяют более точно интерпретировать эмоциональные реакции потребителей, делая их предпочтения более понятными [25].

В арсенале современных исследователей имеется множество концепций для понимания потребителя, что позволяет формировать всесторонние представления и делать обоснованные выводы на основе полученных данных. Ключевым аспектом является стремление к глубокому пониманию человеческой природы, культурных особенностей и целей, что служит основой для разработки стратегий завоевания доверия, при этом учитывая возможные предубеждения.

Контекстуальный анализ играет важную роль в исследовании поведения [9]. Необходимо определить релевантные контекстные вопросы, касающиеся размещения упаковки в различных средах. Например, важно понимать, где упаковка будет находиться большую часть времени: в домашних условиях, в розничной торговле или в других контекстах, таких как рабочее место, автомобиль, общественный транспорт или ожидание поезда. Эти аспекты помогают выявить типичное поведение потребителей и предпочтения относительно различных форм упаковки.

Выбор методов исследования зависит от поставленных целей. Они варьируются от простого наблюдения за отдельными потребителями до проведения мультивариационного анализа с международными данными. Цели исследования должны быть четко сформулированы и измеримы, что позволяет объективно оценивать их достижимость. Измеримые цели способствуют защите интересов как исследователя, так и руководства, хотя иногда требуют проведения дополнительных исследований для более глубокого понимания ситуации.

Исследование является неотъемлемой частью процесса разработки дизайна упаковки [9]. Этот этап включает в себя широкий спектр действий: от сбора информации из онлайн-ресурсов до анализа данных, полученных в местах продаж. Тщательное исследование позволяет сформировать комплексное

представление о потребностях и предпочтениях целевой аудитории, что является основой для создания эффективной и привлекательной упаковки.

Опросы посредством личного интервью осуществляются непосредственно с респондентами, при этом места проведения анкетирования могут варьироваться (например, почтовые отделения, торговые точки, жилые помещения и т.д.). Применение квалифицированных интервьюеров для работы с вопросами, предполагающими развернутые ответы, может значительно повлиять на концепцию упаковки и её восприятие в различных контекстах. Данный метод позволяет обеспечить высокое качество исследования при условии достаточного объема выборки, однако особое внимание следует уделить формулировке вопросов и профессионализму интервьюера. Полевая работа является критически важной для любого бренда.

Тестирование представляет собой методологический процесс, направленный на прогнозирование реакции широкой аудитории на упаковку. Этот метод является ценным инструментом для анализа потребительских предпочтений и наряду с фокус-группами относится к числу наиболее распространенных подходов в рамках предварительных маркетинговых исследований. Однако длительное тестирование с целью исключения потенциальных негативных реакций может привести к утрате уникальности и креативности в дизайне упаковки.

Технология анализа мимических реакций может стать эффективным инструментом для исследования потребительского восприятия. Интерпретация эмоциональных выражений лица позволяет получить достоверные данные о чувствах и впечатлениях, испытываемых целевой аудиторией. Современные технологии обработки данных способствуют более глубокому пониманию эмоциональных процессов. Например, демонстрация продукта, такого как банка сгущенного молока, потенциальному потребителю с последующим предложением попробовать его содержимое может служить иллюстрацией применения данной методики [9]. В случае отсутствия у респондента необычных предпочтений он, вероятно, откажется от дегустации. Использование технологии анализа мимических реакций является важным элементом в процессе разработки дизайна упаковки.

Исследование является неотъемлемой частью процесса создания дизайна упаковки, однако его значимость возрастает, когда результаты применяются для корректировки стратегии и стимулирования креативного мышления.

2.7 Стратегия упаковки

Упаковка является ключевым элементом, в котором стратегия компании находит свое воплощение и оказывает влияние на предпочтения потребителей. Она часто является результатом комплексного стратегического планирования, направленного на достижение определенных целей. В этом контексте, продолжительность пребывания упаковки на полке свидетельствует о прохождении многочисленных этапов разработки и реализации стратегии [10].

Если стратегия упаковки разработана эффективно, она будет соответствовать интересам целевой аудитории и отражать стратегические приоритеты бренда. В противном случае, результаты могут быть недостаточно выразительными или уступить конкурентам, которые смогут использовать свои преимущества для увеличения рыночной доли, роста продаж и укрепления лояльности потребителей.

Параллельно с процессом закупки оборудования для разработки нового продукта, выхода на новые рынки или повышения эффективности существующих бизнес-процессов дизайн упаковки должен демонстрировать экономическую целесообразность инвестиций [10]. Правильно разработанный дизайн может стать мощным стратегическим инструментом. Ключевым аспектом здесь является эмоциональная составляющая. Несмотря на возможность рационализации некоторых элементов, 65% операционных процессов могут быть оптимизированы, а 25% – улучшены, однако эмоциональные аспекты дизайна остаются неизменными.

Даже при рационализации упаковка сохраняет свою эмоциональную природу и должна оставаться таковой. Потребители принимают решения на основе эмоциональных факторов, которые редко поддаются рациональному объяснению. Таким образом, дизайн упаковки представляет собой пересечение бизнес-стратегии и методологических подходов к дизайну.

Концепция использования дизайна как инструмента визуализации бизнес-стратегии не является новой. Компании, такие как Procter & Gamble и Apple, достигли значительных успехов в этой области [10].

Как данный подход применим к процессу разработки упаковки? Необходимо гармонично интегрировать элементы стратегии и дизайна, привлекая команду квалифицированных специалистов. Только в этом случае стратегия компании сможет быть эффективно реализована через дизайн упаковки.

Если акцентировать внимание исключительно на бизнес-стратегии, результатом может стать скучное перечисление характеристик бренда без привлекательного визуального оформления. С другой стороны, чрезмерный акцент на дизайне может привести к созданию красивой упаковки, которая не вызовет интереса у потенциальных покупателей.

2.8 Приват-лейблы в ритейле: тенденции и перспективы

С развитием упаковочных технологий и снижением стоимости упаковочных материалов концепция классического черно-белого приват-лейбла утратила свою актуальность. В настоящее время многие розничные сети и торговые предприятия активно используют собственную торговую марку, которая по популярности зачастую не уступает, а иногда и превосходит бренд производителя.

Компания ACNielsen провела глобальное исследование, результаты которого показали, что 69% потребителей считают качество продукции под

приват-лейблом равным или превосходящим качество продукции известных брендов. Эти данные подтверждаются статистикой продаж: 30% от общего объема продаж европейского бакалейного конгломерата Ahold приходится на продукцию под приват-лейблом, а в шведской розничной сети ICA этот показатель варьируется от 30 до 40% [10]. Таким образом, приват-лейблы становятся значимым конкурентом для брендов производителей.

Упаковка с логотипом любимого магазина является мощным инструментом мотивации для потребителей. Для представителей приват-лейблов это открывает возможности для получения конкурентного преимущества через программы лояльности, реализуемые магазином или сетью в различных товарных категориях. Для брендов производителей появление новинок под приват-лейблами представляет собой серьезную угрозу.

Некоторые розничные сети переняли тактику национальных брендов, рассматривая ее как наиболее эффективное конкурентное поведение [10]. Другие сети используют дизайн упаковки для самовыражения, а некоторые даже вводят потребителей в заблуждение при принятии решений о покупке.

2.9 Ограничения в дизайне

Ограничения играют ключевую роль в процессе креативного мышления. Установление границ и рамок позволяет структурировать работу и повысить её эффективность. Более того, ограничения способствуют более глубокому анализу и пониманию задачи, что, в свою очередь, приводит к более качественным результатам [11].

Ограничения могут проявляться в различных формах: это могут быть конкретные требования, установленные заказчиком, или же внутренние правила и стандарты компании. В любом случае, они помогают направить творческий процесс в определённое русло и избежать хаотичного подхода.

Примером успешного использования ограничений является Всемирная паутина (World Wide Web) [11]. Несмотря на её кажущуюся безграничность, она функционирует благодаря упрощённым поисковым системам, таким как Google, которые позволяют пользователям эффективно управлять огромным объёмом информации. Аналогично, дизайн продуктов компании Apple демонстрирует, как сложные технологии могут быть упрощены и адаптированы для широкого круга пользователей.

Постановка вопросов и поиск ответов являются важными аспектами работы дизайнера [11]. Ограничения помогают определить направление исследования и сфокусировать внимание на ключевых аспектах задачи. Например, вопросы о целевой аудитории, географическом охвате и других характеристиках продукта помогают сформировать концептуальные основы для процесса проектирования.

При разработке упаковки важно учитывать не только функциональные, но и эстетические аспекты. Вопросы о том, как упаковка должна восприниматься потребителем, какие эмоции она должна вызывать и как она должна

соотноситься с общей концепцией бренда, помогают определить границы и рамки для творческого процесса.

Таким образом, ограничения играют важную роль в дизайне, способствуя структурированию работы, повышению её эффективности и достижению более качественных результатов.

Критерий 1. Узнаваемость

Восприятие продукта потребителем начинается с визуального контакта. Однако для формирования доверия и узнаваемости недостаточно лишь визуального восприятия. Необходимо учитывать сенсорные аспекты, такие как тактильные ощущения, обоняние и аудиальные характеристики [11].

Упаковка продукта играет ключевую роль в его идентификации на полке. Она должна быть информативной, привлекательной и соответствовать ожиданиям потребителей. В различных категориях товаров существуют общепринятые стандарты дизайна, которые могут быть как традиционными, так и инновационными.

В качестве примера можно привести дизайн винных бутылок на рынке США. Несмотря на отсутствие законодательных требований, производители используют характерные особенности, такие как цвет и форма, для создания узнаваемого образа продукта. Эти элементы могут варьироваться в зависимости от типа винограда, что позволяет потребителям быстро идентифицировать продукт внутри категории.

Однако новые форматы упаковки, такие как TetraPack, могут изменить устоявшиеся правила [11]. Например, вино в упаковке TetraPack может быть представлено в индивидуальных размерах, что делает его более привлекательным для молодых потребителей. Успех такого подхода может привести к созданию новой категории продуктов.

При разработке дизайна упаковки необходимо учитывать ограничения, связанные с категорией товара. Это включает в себя анализ существующих стандартов и требований, а также понимание причин их существования. Знание этих ограничений позволяет дизайнерам находить креативные решения, которые могут изменить восприятие продукта потребителями.

Важно понимать, что изменение правил дизайна должно быть обоснованным и целесообразным. Простое изменение ради развлечения может не привести к успеху. Например, упаковка стирального порошка должна соответствовать ожиданиям потребителей относительно чистоты и яркости. Даже если дизайн упаковки содержит элементы, напоминающие о загрязнении, они должны выглядеть чисто и стерильно.

Таким образом, узнаваемость продукта является важным критерием для разработки дизайна упаковки. Понимание ограничений категории и их обоснованность позволяет создавать эффективные решения, которые могут выделить продукт на полке и привлечь внимание потребителей.

Критерий 2. Функциональность

С какого момента упаковка становится интегрированным элементом продукта? Когда её функциональность начинает конкурировать с

характеристиками самого продукта. В тот момент, когда упаковка оказывает эмоциональное воздействие или предоставляет дополнительное функциональное преимущество, граница между значимостью продукта и упаковки становится размытой.

Функциональный дизайн упаковки влияет на её восприятие целевой аудиторией, включая поставщиков, дистрибьюторов, магазины, покупателей и конечных потребителей продукта. Из-за различий в функциях для поставщика и потребителя их интересы часто противоречат друг другу. Поставщики стремятся к тому, чтобы упаковка была удобной для транспортировки, хранения, переработки и т.д. Потребители же имеют разнообразные и обширные интересы, зависящие от категории продукта и их образа жизни. Высокофункциональный дизайн, ориентированный на потребителя, не всегда соответствует ожиданиям поставщиков. Поэтому дизайнеры должны находить баланс и создавать исключительный дизайн, удовлетворяющий обе стороны.

Понимание полезных функций упаковки позволяет выявлять дисфункции. Их легко определить при попытке поднять упаковку без ручки или открыть контейнер, для открытия которого требуются три руки и дополнительный инструмент. Это и есть дисфункция. Следующий шаг – определение уникальной функции. Технологичные и функциональные дизайн-решения становятся неотъемлемой частью повседневной жизни.

Как найти конкурентное преимущество для прорыва в категории? Если всё сделано правильно, функциональная упаковка достигает поставленных бизнес-целей. Функциональность упаковки может оказать более сильное воздействие, чем изменения в самом продукте, поскольку она влияет на способ использования продукта. Это может изменить поведение потребителей. Изменение функции упаковки приводит к изменению способа её использования.

В разработке новой упаковки должны участвовать дизайнеры, инженеры, покупатели, руководители и любые специалисты, обнаружившие дисфункции. Создание новой функции или модификация существующей должно осуществляться группой, обладающей достаточным опытом. Легкомысленный подход к этому процессу может привести к разочаровывающим результатам.

Анализ упаковки. Для выявления новых возможностей в дизайне упаковки необходимо понять её функционирование [11]. Следует проследить её жизненный путь от производителя до покупателя. Этот процесс должен быть выполнен шаг за шагом, без исключений. Рекомендуется, чтобы три человека выполнили это упражнение, фиксируя свои наблюдения и идеи.

Первым шагом в этом процессе является создание обширного набора записей, описывающих путешествие упаковки от производителя до покупателя. Каждая стадия должна быть описана всеми тремя участниками, их идеи должны быть проанализированы, а результаты суммированы. Тщательное изучение результатов позволит выявить области, где дополнительная функциональность может быть ценной для новой упаковки. Необходимо исследовать недостатки старой упаковки, выявить проблемы, с которыми сталкиваются потребители, и определить функции, требующие дальнейшего исследования.

В конечном итоге, цель не в поиске конкурентных преимуществ. Цель – увидеть потребителя через призму дополнительных функций, которые в конечном итоге приводят к конкурентным преимуществам в упаковке.

Например, упаковка становится конкурентоспособной, когда ведро краски выполняет функцию держателя и фильтра для валика, используемого для нанесения краски. В этом случае дополнительная функция упаковки приобретает важное значение.

Критерий 3. Личностные характеристики бренда

Продажа дорогостоящих товаров, таких как автомобили или недвижимость, предполагает продолжительное взаимодействие с брендом после совершения покупки. В случае с более повседневными товарами, такими как детское питание или аксессуары для телефонов, единственным аспектом, с которым потребитель взаимодействует после покупки, является упаковка. В связи с этим упаковка играет ключевую роль в передаче личностных характеристик бренда.

Личностные черты бренда наиболее ярко проявляются в момент, когда потребитель впервые берет в руки упаковку товара. С этого момента важно рассматривать личность бренда как реального человека, который должен быть близок и понятен десяткам миллионов людей [11]. Потребители, взаимодействующие с брендами, способны интуитивно ощущать несоответствие между брендом и его упаковочным решением. Это чувство может быть неосознанным, но оно влияет на восприятие бренда. Таким образом, недостаточно просто определить личность бренда; важно, чтобы она была адекватно воплощена в упаковке и других аспектах коммуникации.

Брендинг не существует в изоляции от внешних факторов. Мир постоянно меняется, и бренд должен адаптироваться к новым условиям, продолжая развиваться и совершенствоваться. Как и человек, бренд проходит этапы взросления и зрелости, что позволяет ему более точно определять моменты и степень необходимых изменений для поддержания своей актуальности.

Личностные характеристики бренда могут быть определены через анализ архетипов, сравнительных качеств и типов личности [11]. Различные методы исследования предоставляют разнообразные перспективы на восприятие бренда. Ограничение анализа одним методом может упростить процесс, но при этом возрастает риск упустить важные детали. Определение личности бренда позволяет четко определить его место в истории категории. В случае создания новой категории на рынке бренд берет на себя дополнительные обязательства по формированию узнаваемости категории и установлению стандартов поведения для других участников. Если бренд уже существует на рынке, важно провести анализ различий между тем, как компания определяет личность бренда, и тем, как это делает целевая аудитория. Выявление таких несоответствий позволяет выявить потенциальные области для улучшения и корректировки коммуникационной стратегии.

Для получения более полной картины рекомендуется проводить опросы и тесты как среди топ-менеджмента компании, так и среди потребителей, используя одинаковый набор вопросов. Сравнение результатов этих опросов

поможет выявить различия в восприятии бренда и определить области, требующие корректировки для достижения согласованности между предполагаемым и реальным образом бренда.

В условиях стремительного развития отрасли наблюдается тенденция к стандартизации упаковки в рамках отдельных категорий продукции [11]. Это приводит к тому, что товары становятся визуально схожими, что усложняет процесс дифференциации брендов на рынке. Подобную ситуацию можно сравнить с производственной линией, где все изделия имеют однотипный дизайн и упаковку, что делает их неотличимыми друг от друга. В таких условиях покупателям сложнее принимать решения о выборе, поскольку они не могут выделить продукцию, выделяющуюся среди других.

В розничной торговле упаковка играет ключевую роль в процессе принятия решения о покупке. В условиях, когда продукция различных брендов имеет схожую упаковку, потребители склонны выбирать те бренды, которые выделяются на общем фоне. Это связано с тем, что потребители стремятся к разнообразию и уникальности в своих покупках.

Лидеры рынка обладают определенными преимуществами, такими как возможность использования уникальных качеств, не характерных для данной категории продукции. Однако это также сопряжено с определенными рисками [11]. Например, если продукция не соответствует ожиданиям потребителей, это может быть связано с тем, что ранее не были учтены определенные факторы. В некоторых случаях это может быть обусловлено радикальными изменениями в категории продукции.

Примером таких изменений является выбор компанией Healthy Choice зеленого цвета в качестве основного цвета упаковки замороженного мяса. Это решение вызвало опасения у потребителей, связанные с ассоциациями зеленого цвета с испорченной пищей. Тем не менее, это также стало отличительной чертой бренда, который сумел выделиться на фоне конкурентов (рис. 2.6).

Разработка уникальной упаковки требует тщательного анализа и понимания потребностей целевой аудитории. Сравнение с другими категориями продукции может быть полезным для выявления особенностей, которые позволят выделиться на рынке [11]. Например, при разработке упаковки для меда не стоит ориентироваться на категории, такие как арахисовое масло, поскольку они имеют совершенно разные характеристики и потребности. Вместо этого следует рассмотреть категории, которые имеют схожие характеристики с медом, но используют другие подходы к упаковке.

Таким образом, разработка уникальной упаковки требует комплексного подхода, включающего анализ рынка, потребностей целевой аудитории и особенностей конкурентов. Это позволит создать продукт, который будет выделяться на фоне других и привлекать внимание потребителей.



Рис. 2.6. Внешний вид упаковки стейка с приправой барбекю и картофелем производства компании Healthy Choice

Критерий 4. Навигация

При посещении супермаркета обратите внимание на количество брендов, которые вам знакомы, и тех, о которых вы ранее не слышали. Если вам покажется, что вы подсчитываете звезды на ночном небе, только без романтического подтекста, это поможет вам осознать значимость понятия «навигация». В эпоху пиратства и поиска сокровищ навигация играла ключевую роль в преодолении огромных водных пространств. Сегодня потребители сталкиваются с аналогичной задачей – ориентированием в обширных супермаркетах, заполненных множеством брендов и упаковок.

Для того чтобы ваш продукт был легко обнаружен и приобретен, необходимо уделить особое внимание навигации на упаковке. Как покупатель перемещается вдоль полок? Каким образом ваша упаковка попадает в его корзину? С помощью дизайнерских решений можно создать навигационные элементы, которые будут направлять потребителей к желаемому товару [11].

Некоторые навигационные элементы способствуют продвижению покупателей по категориям продуктов, а другие помогают идентифицировать

конкретный товар среди множества других [11]. Навигация, как и узнаваемость, включает в себя визуальные элементы, такие как шрифты, цвета, графические элементы и другие визуальные компоненты, которые можно увидеть на упаковке.

Некоторые элементы упаковки служат для интеграции продуктов в общую линейку, в то время как другие выделяют их среди конкурентов. Полное восприятие этих элементов возможно только при рассмотрении категории в целом. Это означает, что упаковку необходимо представлять в контексте товаров конкурентов или моделировать соответствующее окружение.

Неэффективная навигация снижает влияние бренда на категорию и ограничивает количество потенциальных покупателей. Она также может размывать восприятие связи между продуктами в линейке. В отсутствие эффективной навигации теряется возможность стать лидером в категории и увеличить объем продаж [11].

В стремлении к созданию навигации и серийности в линейке продуктов дизайнер может допустить ошибку, чрезмерное обобщение, которое затмевает уникальные характеристики отдельных продуктов. Это может создать у потребителя впечатление универсальности продукта или недостаточного внимания со стороны производителя. Например, мороженое с надписью «вкусно есть по дороге домой», без изображений орехов, зефира и шоколада, может не вызвать аппетита. Противоположности могут служить ценными инструментами для обучения, однако нахождение оптимального баланса является ключевым аспектом на практике. Трудно полагаться исключительно на логику или интуицию, когда все элементы сбалансированы.

2.10 Аномалии потребительского поведения: игнорирование ассортиментных полок

Поведение потребителей часто кажется нерациональным и противоречивым. Однако при внимательном наблюдении и анализе можно выявить причины, объясняющие их действия. Поведение потребителей может быть эмоционально окрашенным и не всегда соответствовать ожиданиям, но оно объективно существует и требует изучения. Дизайн упаковки может оказывать значительное влияние на навигацию по ассортименту, но также может оставаться нейтральным фактором [13].

Для более глубокого понимания потребительского поведения рекомендуется провести время в торговом зале, наблюдая за поведением покупателей. Рекомендуется фиксировать наблюдения и задавать вопросы по поводу увиденного. Например, можно заметить, что женщины красят лак для ногтей не только свои ногти, но и любые плоские поверхности стенда. Это может свидетельствовать о том, что бутылки с лаком имеют недостаточно чёткую маркировку цвета через стекло, что вынуждает потребителей проверять оттенок на окружающих поверхностях [13]. Это наблюдение может стать основой для

разработки новых решений, таких как цветные полосы на бутылках или улучшение видимости цвета лака через стекло упаковки.

Моделирование процесса принятия решений и поведения потребителей является важным инструментом для маркетологов. Однако следует отметить, что бренд должен быть легко узнаваемым и ассоциироваться с высоким качеством продукции. К сожалению, это не всегда происходит на практике. Модели принятия решений служат для планирования маркетинговых стратегий и проведения экспериментов, направленных на достижение желаемой реакции потребителей [13].

В попытке увеличить узнаваемость бренда и стимулировать его упоминание компании могут инвестировать значительные средства. Однако важно помнить, что эти усилия должны быть подкреплены эффективной коммуникацией в точках продаж. Покупатели должны легко запоминать бренд и ассоциировать его с продукцией, представленной на полках.

2.11 Экологически ответственные сторонники дизайна

Недавно сеть магазинов "Магнит" провела акцию, в рамках которой несколько слонов демонстрировали свои физические способности внутри экологически чистого фургона. Это мероприятие было частью проекта "Справочник экологически чистой упаковки", в рамках которого "Магнит" представил список из 2500 поставщиков продовольственных товаров и 80 производителей экологически чистой упаковки. Хотя данная акция может быть не столь широко известной, её значение для продвижения экологически чистых продуктов в России трудно переоценить.

В России также есть примеры компаний, которые активно работают над экологическими инициативами. Например, X5 Group (сети "Пятерочка", "Перекресток" и "Чижик") внедряет программы по снижению углеродного следа, сортировке отходов и использованию экологичной упаковки. Другие крупные ритейлеры, такие как "Ашан" и "Лента", также активно развивают "зеленые" проекты, включая инициативы по переработке и снижению использования пластика.

Если вы знакомы с производителями фургонов, рекомендуется задать им вопрос [12]: "Какая компания в мире, по вашему мнению, наиболее эффективно продвигает экологическую повестку? Кто мог бы внести наибольший вклад в развитие экологически устойчивых решений? Какие торговые сети используют наиболее экологичные виды упаковки? Кто мог бы способствовать популяризации экологически ответственных практик?"

Обсуждение экологических вопросов может способствовать повышению осведомленности и мотивации, однако реальные изменения начинаются с конкретных действий. Дизайнеры обладают всеми необходимыми инструментами для создания успешной и экологически устойчивой упаковки. Даже небольшие шаги в этом направлении могут привести к значительным результатам.

Сокращение объема упаковочных материалов или дополнительное внимание к экологическим аспектам при разработке каждой части упаковки могут оказать существенное влияние на окружающую среду. Важно задать себе вопрос: все ли возможные меры для сохранения экологического баланса были предприняты? Ответы "Это не имеет значения для наших клиентов" или "Мы считаем это лишь модным трендом" недопустимы, поскольку они не соответствуют действительности.

Хотя уверенность потребителей в возможности повторного использования упаковки важна, это не является единственным фактором, способствующим сохранению окружающей среды. Ключевым аспектом является разработка обновленных продуктов и упаковки, которые содержат меньше вредных материалов, упрощают процессы повторного использования и переработки, а также снижают экологический ущерб от транспортировки от производителя до конечного потребителя.

В качестве примера можно рассмотреть инициативу по сокращению объемов транспортировки питьевой воды. Исследования показывают, что в развитых странах качество водопроводной воды соответствует стандартам, что позволяет сократить потребность в бутылированной воде.

Еще одним примером является подход, пропагандируемый концепцией Cradle to Cradle (рус. *От колыбели до колыбели*, сокр. C2C – концепция, основанная на идее безотходных систем производства, не наносящих вреда окружающей среде). При разработке упаковки рекомендуется избегать смешивания биологических и технических материалов [12]. Вместо этого следует стремиться к созданию упаковки, которая упрощает процесс отделения перерабатываемых компонентов. Например, сочетание картона и биопластика является более предпочтительным по сравнению с комбинацией картона и перерабатываемого пластика. Такой подход должен быть экономически выгодным для потребителей, обеспечивая баланс между затратами и экологическими преимуществами.

2.12 Экологичный дизайн

В современном обществе часто звучат идеалистические заявления о возможности радикальных изменений в экологической сфере. Однако для достижения реальных результатов необходимо ориентироваться на экономические аспекты. Экономия средств может способствовать более осознанному потреблению и снижению негативного воздействия на окружающую среду [12].

Рост цен на нефть привлекает внимание к вопросам экологии, чистоты и альтернативных источников энергии. Особенно это касается упаковочных материалов. Изменения в этой области будут возможны только при условии экономической целесообразности.

Экологичный дизайн должен учитывать не только модные тенденции, но и долгосрочные перспективы. Важно понимать, что экологические инициативы должны быть устойчивыми и не зависеть от временных модных веяний [12].

Дизайн-команды Bill McDonough задавались вопросами о судьбе упаковки после её использования (рис. 2.7). Необходимо определить, как утилизировать упаковку, чтобы минимизировать её воздействие на окружающую среду. Возможные варианты включают сжигание, захоронение, переработку или использование в качестве вторичного сырья [12].

При создании экологичного дизайна важно учитывать множество факторов, включая выбор материалов, методы производства и утилизации. Использование переработанных материалов может быть эффективным, но требует тщательного анализа всех аспектов.

Таким образом, экологичный дизайн – это комплексный подход, который требует глубокого понимания проблем и их решений. Только такой подход может привести к реальным изменениям и улучшению экологической ситуации.

CRADLE TO CRADLE

A concept by Michael Braungart and William McDonough

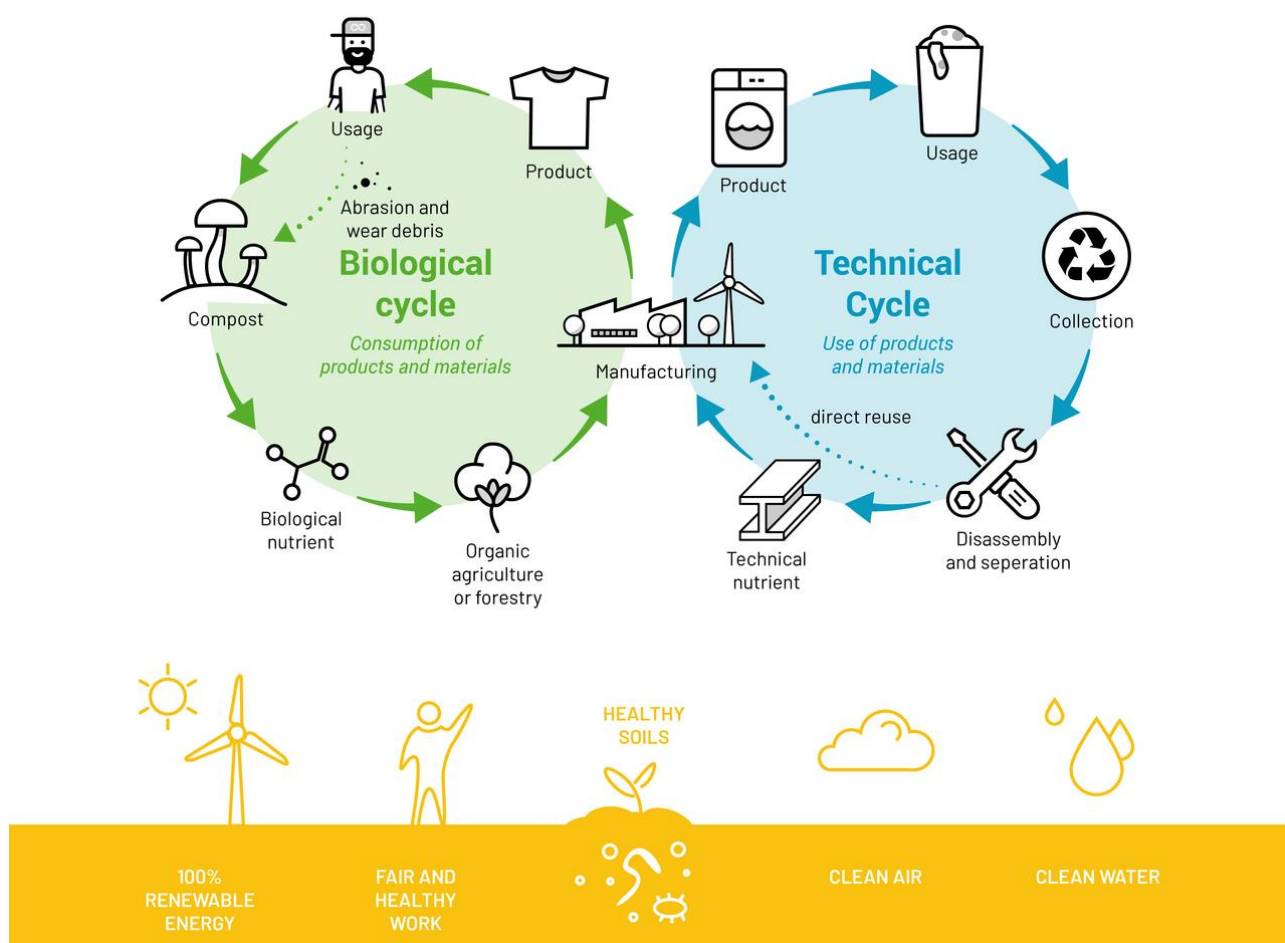


Рис. 2.7. Концепция Cradle to Cradle М. Браунгарта и В. Макдоноу

2.13 Первичная, вторичная, третичная упаковка: комплексный подход к логистике и брендингу

Упаковка продукции представляет собой многоуровневую систему, включающую первичную, вторичную и третичную составляющие [25]. Первичная упаковка непосредственно контактирует с продуктом и является его непосредственной оболочкой, обеспечивая защиту и удобство использования. Вторичная упаковка выполняет функцию объединения нескольких первичных упаковок в единую единицу для транспортировки и хранения. Третичная упаковка предназначена для обеспечения безопасной и эффективной транспортировки продукции от производителя к потребителю (рис. 2.8). Каждый из этих уровней упаковки играет важную роль в процессе доставки, хранения и демонстрации товара.

Третичная упаковка, также известная как транспортная упаковка, выполняет ключевые функции по защите, перевозке и информированию участников логистической цепочки. В условиях, когда потребители редко имеют возможность видеть третичную упаковку, производители все чаще стремятся минимизировать брендовую информацию на ней. Однако в последние годы наблюдается тенденция к интеграции третичной упаковки в розничные продажи, где она может выполнять демонстрационные функции.

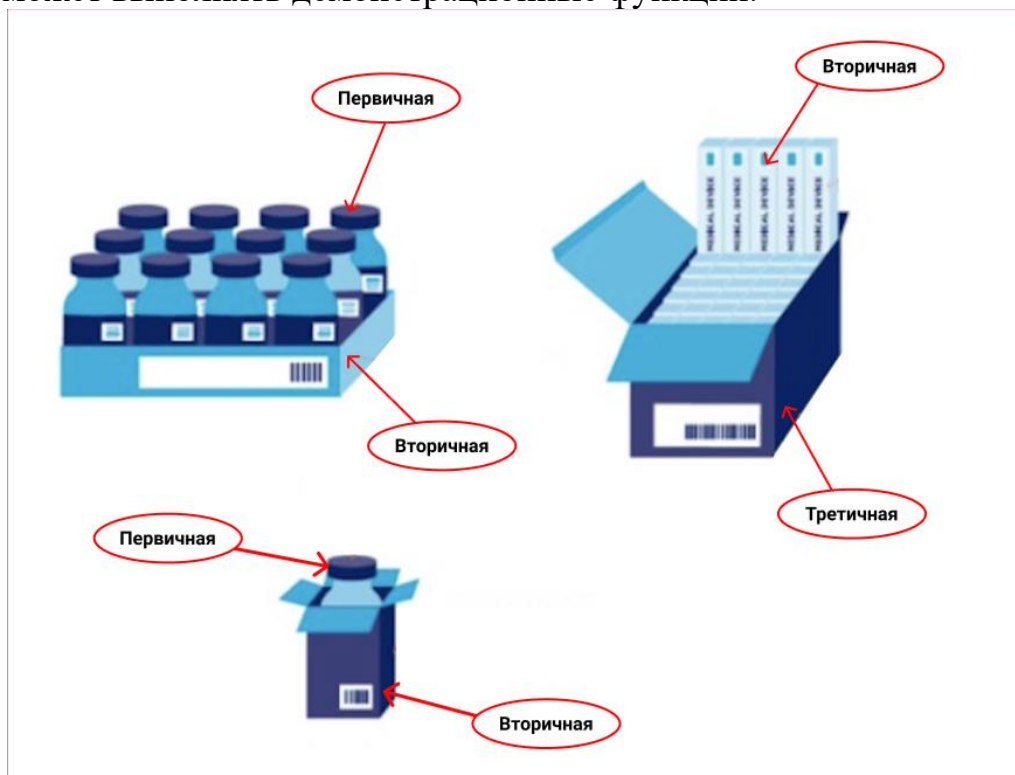


Рис. 2.8. Пример первичной, вторичной и третичной упаковка

Вторичная упаковка является связующим звеном между функциональностью третичной упаковки и брендовой составляющей первичной [25]. Она играет важную роль в презентации продукта на полке, обеспечивая его удобное размещение и привлекательность для потребителей. Дизайн вторичной

упаковки должен быть тщательно проработан, учитывая требования к функциональности, доступности и визуальной привлекательности.

Первичная упаковка, являясь непосредственным контактом потребителя с продуктом, играет ключевую роль в формировании первого впечатления о бренде. Она должна не только обеспечивать защиту и удобство использования, но и эффективно передавать ключевые атрибуты бренда, такие как стиль, ценности и экологическая ответственность.

Современные тенденции в розничной торговле демонстрируют растущую значимость первичной упаковки как единственного визуального представления бренда [25]. Это требует от производителей особого внимания к дизайну и содержанию первичной упаковки, чтобы она эффективно выполняла свои функции и способствовала формированию лояльности потребителей.

Однако необходимо учитывать, что первичная упаковка не должна становиться единственным элементом, представляющим бренд. Важно сохранять баланс между первичной, вторичной и третичной упаковкой, чтобы обеспечить комплексное представление бренда на всех этапах логистической цепочки и в розничной торговле.

2.14 Удобство и доступность

Упаковка должна быть надежно запечатана, герметична и готова к транспортировке на любые расстояния. Однако она также должна быть легко доступна для потребителя в нужный момент. Важно, чтобы упаковка была удобной для открытия, но при этом обеспечивала защиту продукта от несанкционированного доступа, особенно для детей [17].

Розничные магазины и производители инвестируют в упаковку для ограничения доступа к продукту до момента его продажи. После приобретения продукта потребители сталкиваются с необходимостью извлечения содержимого, что также должно быть удобным и безопасным процессом.

Блистерная упаковка представляет собой инновационное решение для обеспечения безопасной герметичности и легкого доступа к содержимому [17]. Важно учитывать контекст использования упаковки, включая окружающие приспособления и их функциональное назначение. Это позволяет более полно оценить ситуацию с потребителями и выявить потенциальные точки улучшения.

Дизайн упаковки может создавать дополнительные ценности для потребителя, повышая его уверенность в качестве продукта и укрепляя позитивный имидж бренда. Для этого необходимо оперативно реагировать на меняющиеся предпочтения потребителей, анализируя их отзывы и предпочтения в местах продаж.

Упаковка должна соответствовать ожиданиям потребителей и приносить реальную пользу. Понимание того, как упаковка интегрируется в повседневную жизнь потребителей, способствует укреплению их доверия к бренду и повышению эффективности маркетинговых стратегий [17].

2.15 Форма и структура упаковки

Если закрыть глаза и предоставить возможность тактильного восприятия пяти идентичных продуктов, можно ли будет определить свой продукт на ощупь? При извлечении продукта из упаковки рекомендуется закрыть глаза и задать себе вопрос: «Что я ощущаю?». Важно обратить внимание на форму, текстуру и основные структурные особенности упаковки. Является ли упаковка уникальной для данного бренда?

Форма упаковки играет ключевую роль в формировании восприятия бренда, дополняя визуальные элементы, такие как графика, цвет и шрифт. Она позволяет передать информацию о том, что производитель уделит внимание созданию уникальной и привлекательной формы. Форма упаковки объединяет тактильные ощущения и внешний вид, создавая целостное восприятие продукта. Тактильные ощущения усиливают визуальное восприятие и могут способствовать увеличению внимания покупателей [17].

Технология создания оригинальных макетов предоставляет дизайнерам возможность увидеть, как их идеи воплощаются в трёхмерном пространстве. Современные машины позволяют быстро создавать модели упаковок, формируя слои различных материалов. После создания множества слоёв получается прототип, который демонстрирует форму и внешний вид будущей упаковки. Этот прототип можно предоставить для потребительского тестирования, что позволяет получить дополнительную информацию о восприятии упаковки.

Структура упаковки играет важную роль в обеспечении её функциональности и защите продукта. Она определяет устойчивость упаковки на полке и удобство её использования потребителями. Структура упаковки также важна с точки зрения экологической устойчивости. Новые материалы требуют структурного подхода для их эффективного использования.

Экологичный дизайн упаковки предполагает изменение её формы и внешнего вида [17]. Новые материалы открывают перед дизайнерами широкие возможности, но также требуют высокой ответственности. Уважение к материалам и умение работать с ними являются ключевыми факторами в создании качественной упаковки. Плохая конструкция упаковки может привести к неудаче всей работы.

Таким образом, комплексный подход к разработке формы и структуры упаковки позволяет создать эффективные решения, которые удовлетворяют потребности потребителей и способствуют успеху бренда.

2.16 Цвет, шрифт

Создание упаковки – это сложный процесс, требующий не только технических навыков, но и глубокого понимания принципов дизайна [7]. В эпоху цифровых технологий, когда программное обеспечение и графические библиотеки стали доступными, может показаться, что создание упаковки стало

простым делом. Однако за внешней простотой скрываются многочисленные факторы, влияющие на конечный результат.

Дизайн упаковки – это не просто добавление элементов в определенной пропорции, а сложный процесс, включающий в себя множество аспектов. В основе этого процесса лежат три ключевых элемента: цвет, шрифт и изображение. Каждый из них имеет свои теории, культурные нормы и правила, которые необходимо учитывать при разработке дизайна.

Наука о цвете находится на пересечении классической науки и искусства [7]. В различных культурах один и тот же цвет может иметь разные значения. Например, белый цвет в западных культурах ассоциируется с чистотой и невинностью, тогда как в восточных культурах он может символизировать смерть и горе. Дизайнеры должны учитывать эти культурные особенности при выборе цветовой палитры для упаковки.

Выбор шрифта для дизайна упаковки также является важным этапом. Существует огромное количество шрифтов, каждый из которых имеет свои особенности и ассоциации. Дизайнеры должны тщательно подбирать шрифты, учитывая их читаемость с разных расстояний и соответствие общему стилю упаковки. Использование более трех шрифтов в одной упаковке может создать впечатление беспорядка и хаоса.

Изобразительное искусство также играет важную роль в дизайне упаковки [7]. Оно помогает донести сообщение бренда и рассказать часть его истории. Различные формы искусства могут быть использованы для передачи определенных эмоций и настроений. Однако выбор стиля визуального оформления должен быть обоснован и соответствовать ожиданиям целевой аудитории.

Таким образом, дизайн упаковки – это сложный и многогранный процесс, требующий глубоких знаний и навыков [7]. Он включает в себя выбор цветовой палитры, шрифтов и визуальных элементов, которые должны быть согласованы между собой и соответствовать целям бренда. Только при соблюдении всех этих условий можно создать упаковку, которая будет эффективно передавать сообщение бренда и вызывать положительные эмоции у потребителей.

2.17 Проектирование и тестирование упаковки

Дизайн упаковки является ключевым элементом в общем процессе производства, который охватывает все этапы от разработки продукта до его доставки конечному потребителю. Интеграция упаковки в производственный процесс представляет собой одну из дисциплин проектирования упаковки. В эту сферу также входят такие аспекты, как обеспечение сохранности пищевых продуктов, герметичность упаковки, химическая совместимость, амортизация, соответствие нормативным требованиям, считываемость штрих-кодов и меток, логистика и тестирование. Некоторые из этих аспектов находятся в компетенции специалистов по разработке упаковки, тогда как другие контролируются производителями или технологами. Тем не менее, для создания функционально

эффективной и эстетически привлекательной упаковки необходимо иметь представление обо всех этих дисциплинах. Дополнительные знания можно получить в процессе практической работы.

Термин "устойчивость при хранении" относится к способности содержимого упаковки сохранять свои свойства в течение определенного времени [7]. Этот показатель важен для оценки качества упаковки, особенно в контексте скоропортящихся продуктов. Процесс определения устойчивости при хранении является многофакторным и включает анализ таких параметров, как температура, освещенность, влажность и другие условия хранения. Упаковка играет критическую роль в обеспечении сохранности продукта на протяжении всего срока его хранения.

Проектирование упаковки требует глубоких знаний и практического опыта для достижения требуемых функциональных характеристик. Упаковка должна быть способна выдерживать колебания температуры, внешнее и внутреннее давление, а также случайные механические воздействия, такие как небрежность грузчиков. Индустрия упаковки накопила множество решений для этих задач, однако для создания действительно инновационной и привлекательной упаковки необходим креативный подход к дизайну. В процессе разработки может потребоваться создание множества прототипов, шаблонов и макетов, а также проведение расчетов на прочность и устойчивость. Кроме того, упаковка должна быть адаптирована к условиям хранения на полках магазинов.

Логистика, или наука о доставке товаров в нужное место в нужное время и наиболее эффективным способом, является важным аспектом в процессе проектирования упаковки [7]. Отношения между дизайном упаковки и логистикой могут быть сложными, и недостаточно внимательное отношение к этим аспектам может привести к тому, что логистические требования будут противоречить оригинальным дизайнерским решениям. Логистика также может стать ограничивающим фактором для креативных решений, выходящих за рамки стандартных подходов. Однако это не означает конфликта между логистикой и дизайном – скорее, это требует изучения того, как упаковка интегрируется в логистический процесс, и последующего применения полученных знаний для решения логистических задач.

Амортизация является важным показателем, характеризующим способность упаковки защищать продукт от вибраций, ударов и других механических воздействий, возникающих в процессе транспортировки и хранения. Вибрации и удары могут быть вызваны различными факторами, такими как транспортировка упаковки к месту продаж или случайное падение товара. Современные технологии позволяют разрабатывать упаковки, обеспечивающие высокий уровень защиты от повреждений, однако это также влияет на стоимость упаковки и конечного продукта. Важно найти баланс между уровнем защиты и стоимостью упаковки, чтобы обеспечить конкурентоспособность продукта на рынке.

Тестирование упаковки является неотъемлемой частью процесса проектирования и включает оценку различных параметров, таких как

привлекательность, удобство использования, защита от внешних воздействий и химическая совместимость с продуктом [7]. Тестирование проводится с использованием фокус-групп, состоящих из представителей целевой аудитории продукта, а также лабораторных методов для оценки физико-химических характеристик упаковки. Чем шире спектр тестируемых параметров, тем выше вероятность успешного вывода продукта на рынок.

Результаты тестирования должны использоваться для принятия обоснованных решений, но при этом необходимо учитывать и оригинальные дизайнерские идеи. Игнорирование результатов тестирования может привести к неудачам на рынке, а чрезмерное следование результатам тестов может привести к созданию усредненного продукта, лишённого индивидуальности. Важно находить баланс между техническими требованиями и креативным подходом к дизайну упаковки.

Вопросы для самоконтроля к главе 2:

1. Объясните, какие элементы визуального дизайна (цвет, шрифт, иллюстрация, форма) наиболее сильно влияют на восприятие упаковки покупателем в торговом зале.
2. Раскройте понятие бренд-упаковки и приведите примеры известных пищевых брендов, для которых упаковка стала ключевым элементом позиционирования.
3. Опишите, как дизайн упаковки влияет на решение о покупке при самообслуживании и на «полке супермаркета» (эффект первого впечатления, заметность, читабельность).
4. Какие особенности следует учитывать при проектировании упаковки для различных целевых групп потребителей (дети, люди старшего возраста, приверженцы ЗОЖ)?
5. Объясните роль фирменного стиля и логотипа на упаковке пищевого продукта и их влияние на узнаваемость марки.
6. Охарактеризуйте основные виды потребительской упаковки для пищевых продуктов (жесткая, мягкая, комбинированная, асептическая и др.) и области их применения.
7. В чем состоит концепция устойчивой и экологичной упаковки для пищевых товаров и какие решения могут применяться на практике?
8. Раскройте суть подхода Cradle to Cradle (C2C) применительно к созданию упаковки пищевых продуктов и ее жизненному циклу.
9. Какие юридические и информационные требования должны быть отражены на упаковке пищевых продуктов?
10. Объясните, как формируется «лица полки» (shelf impact) и каким образом дизайн упаковки помогает бренду выделиться среди конкурентов.
11. Перечислите этапы разработки дизайна упаковки пищевого продукта от анализа рынка и целевой аудитории до тестирования прототипов.
12. Какие типичные ошибки в дизайне упаковки пищевых продуктов снижают эффективность коммуникации с потребителем и продажи?

13. Охарактеризуйте особенности дизайна упаковки для сетей розничной торговли и private label (собственные торговые марки ритейлеров).

14. Объясните влияние цифровых технологий (онлайн-торговля, социальные сети, сайт бренда) на требования к дизайну упаковки пищевых продуктов.

15. В чем состоят отличия подходов к дизайну упаковки массовых пищевых брендов и премиум-сегмента?

16. Какие принципы эргономики и удобства использования необходимо учитывать при проектировании формы и конструкции потребительской упаковки?

17. Опишите, как на примере одного известного пищевого бренда (по вашему выбору) упаковка эволюционировала во времени и какие задачи маркетинга и дизайна при этом решались.

3 Транспортная тара

Транспортная тара, также известная как логистическая, транзитная, промышленная, промежуточная или транспортные контейнеры, играет ключевую роль в логистической цепочке. В данном разделе будут использоваться термины «транспортная тара» и «логистическая упаковка», чтобы подчеркнуть их значимость для всех этапов логистической деятельности [17].

Пищевые продукты перемещаются по сложным распределительным сетям, охватывающим глобальный рынок. Концепция «цепочка поставок» включает в себя процессы, начиная от передачи излишков овощей между соседями и заканчивая импортом экзотических, редко перерабатываемых продуктов с использованием транснациональных систем распределения. Поставка пищевых продуктов на аграрные рынки, в розничные торговые точки, рестораны, предприятия быстрого питания, службы доставки обедов на дом и в офисные помещения, а также через системы прямого маркетинга осуществляется с использованием разнообразных форм и методов, включая различные виды упаковки.

Логистическая деятельность в типичной цепочке поставок переработанных пищевых продуктов начинается с сельскохозяйственных предприятий, откуда сырье поступает на пищевые производства либо насыпью, либо в частично упакованных партиях. На этих предприятиях сырье проходит переработку и фасовку, что увеличивает его добавленную стоимость. Затем упакованные пищевые продукты транспортируются в оптовые склады и дистрибьюторские центры розничной торговли, которые обеспечивают выполнение заказов магазинов и осуществляют доставку продукции до конечных точек. В этих центрах контейнеры вскрываются, и продукция размещается на витринах и прилавках. Потребители приобретают товары в магазинах, доставляют их домой, где упаковка вскрывается, содержимое потребляется, а использованная упаковка становится бытовыми отходами и либо передается на предприятия по переработке отходов, либо вывозится на свалку. Данный процесс можно представить в виде схемы (см. рис. 3.1).

Упаковка оказывает значительное влияние на себестоимость и эффективность различных видов логистических операций. Затраты на транспортировку и хранение напрямую зависят от габаритов отдельных упаковок и плотности их размещения в контейнерах. Расходы на погрузочно-разгрузочные работы определяются массой отдельных транспортных упаковок, а управление товарными запасами зависит от точности работы систем сканирования штрихкодов или иных систем идентификации грузов. Уровень удобства для конечных потребителей во многом определяется степенью защиты продукта упаковкой и простотой её вскрытия, размещения на полках и реализации. Экологическое воздействие упаковки на окружающую среду определяется характеристиками упаковочных материалов, конструкцией

упаковки, а также возможностью её повторного использования и утилизации отходов.

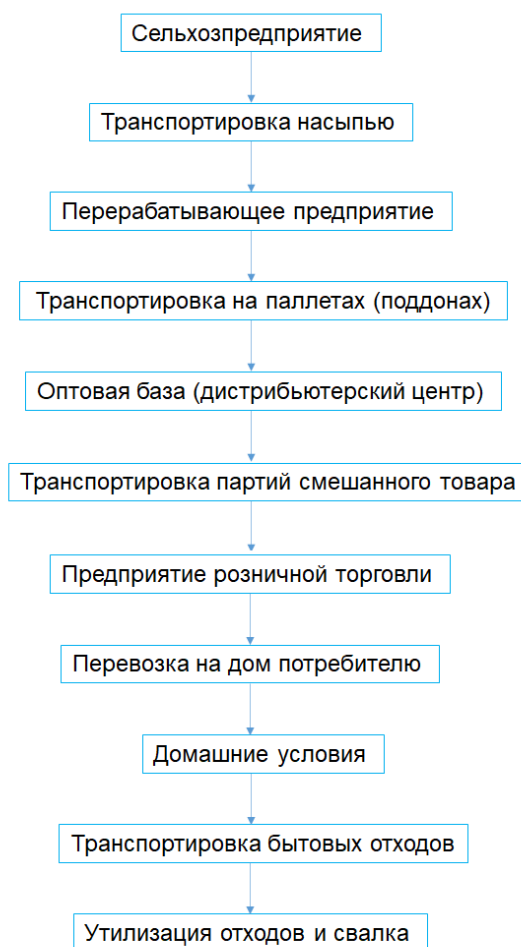


Рис. 3.1. Перемещение упаковки пищевых продуктов от сельхозпредприятия до свалки бытовых отходов

3.1 Функции транспортной тары

Транспортная упаковка выполняет ключевую функцию в защите пищевых продуктов и обеспечении их удобства на протяжении всего пути от завода-изготовителя до покупателя. Упаковка является неотъемлемой составляющей логистических процессов, где ее основная цель — снижать расходы на перевозку и стимулировать рост продаж.

3.1.1 Защитная функция

Транспортная тара в первую очередь предназначена для защиты пищевого продукта и потребителя. Повреждение упаковки и порча продуктов питания в процессе транспортировки и хранения влекут за собой экономические потери из-за нерационального использования ресурсов. Также это может привести к увеличению времени транспортировки, что будет влиять на лояльность потребителей. Нарушение целостности тары может ускорить процессы порчи

продукта, снижая его качество или даже безопасность. Поэтому важно выбирать упаковочный материал с достаточной степенью защиты, которая будет зависеть как от характеристик самого продукта, так и условий окружающей среды в процессе транспортировки. Важно обеспечить надлежащий уровень защиты продукта при минимизации затрат на упаковочные материалы. Это соотношение можно выразить следующей формулой:

$$\text{Свойства продукта} + \text{Факторы риска в ходе дистрибуции} = \text{Степень защиты данной упаковки}$$

Свойства продукта могут со временем изменяться, при этом будет снижаться его качество или нарушаться безопасность. Наиболее критическими будут являться изменения микробиологических и химических характеристик. В процессе дистрибуции пищевые продукты подвергаются воздействию множества факторов риска, включая экстремальные температурные режимы, динамические нагрузки, контаминацию насекомыми, а также неблагоприятные внешние условия, такие как высокая влажность, воздействие кислорода и длительность хранения. Срок годности расфасованных пищевых продуктов определяется продолжительностью их хранения, транспортировки и экспозиции на торговых полках. Для скоропортящихся продуктов, реализуемых через короткие каналы сбыта с регулированием температурных режимов, упаковка может быть разработана с учетом более короткого срока годности.

Транспортная упаковка обеспечивает защиту продукции от динамических нагрузок, воздействий при погрузочно-разгрузочных операциях, а также от вибрационных воздействий в процессе транспортировки и штабелирования. Способность продукции выдерживать определенные нагрузки определяется в ходе испытаний, результаты которых используются для оценки эффективности транспортной и первичной упаковки в предотвращении истирания, ударов, перегибов и сдавливания. В дальнейшем будут рассмотрены некоторые из этих испытаний.

В логистической цепи выбор конкретных дисков динамических нагрузок и соответствующих методов испытаний осуществляется на основе анализа используемых фирмой технологий обработки грузов, методов хранения и типов транспортных средств. Для компаний, применяющих различные каналы дистрибуции, при подборе упаковочных решений необходимо учитывать особенности их поведения в разнообразных эксплуатационных условиях.

Повреждение груза является индикатором наличия проблемы, которая может быть устранена путем модификации упаковки или оптимизации условий транспортировки. Во многих случаях экономически более целесообразно идентифицировать и минимизировать факторы риска, чем предпринимать меры по улучшению упаковки. Например, снижение силы воздействия на упаковку со стороны погрузочно-разгрузочного оборудования может быть более экономически эффективным решением, чем переход на использование более прочных упаковочных материалов. Применение специализированных транспортных решений и использование специализированных складских стеллажей минимизируют риск повреждения упаковочных материалов. Строгое

соблюдение санитарно-гигиенических норм и применение эффективных методов борьбы с грызунами и другими вредителями позволяет снизить необходимость в использовании упаковки с защитой от проникновения насекомых и грызунов.

3.1.2 Удобства для потребителя

Вторая функция упаковочного материала заключается в обеспечении его эргономичности для пользователя. В контексте логистической упаковки пользователем выступает система распределения, а эргономичность интерпретируется как операционная эффективность. Эффективность в логистической деятельности является критически важным показателем, поскольку процесс дистрибуции сопряжен со значительными затратами ресурсов и трудовыми усилиями. Эффективность оценивается как соотношение фактического количества единиц продукции на выходе к их количеству на входе, что математически выражается следующим образом:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Количество единиц товара на выходе}}{\text{из логистической цепи} / \text{их количество на входе}}$$

Эффективность логистической системы определяется как соотношение результатов логистической деятельности к затратам, связанным с её реализацией. В качестве примера результатов можно рассматривать количество упаковок, загруженных в транспортные средства, а в качестве затрат — трудовые ресурсы и время работы погрузочно-разгрузочного оборудования. Большинство исследований в области логистики направлены на оптимизацию данного соотношения путём минимизации затрат, особенно в части сокращения трудоёмкости процессов. Однако повышение эффективности логистики также может быть достигнуто за счёт внедрения инновационных решений в области упаковки, таких как её стандартизация и уменьшение габаритов. Примером успешного применения подобных инноваций является использование технологии паллетизации, которая значительно повышает эффективность погрузочно-разгрузочных операций по сравнению с обработкой грузов, не упакованных на паллеты. Стандартизация транспортной упаковки, включая разделение её на отдельные контейнеры с групповой упаковкой, позволяет одному оператору погрузочно-разгрузочного оборудования обрабатывать несколько тонн грузов в час.

Показатели логистической эффективности в большинстве случаев измеряются в единицах упаковки. Это может быть количество картонных коробок, погруженных в трейлер за один час, число упаковок, собранных в соответствии с индивидуальными заказами в распределительном центре или на оптовой базе, а также количество упаковок на 1 м³ транспортного средства или складского помещения. Дополнительно используются показатели времени, необходимого для заполнения торговых площадей (полки, прилавки, витрины) в розничных точках, а также расходы на утилизацию отходов. Габариты упаковки напрямую влияют на производительность операций по обработке и погрузке.

При оценке эргономичности упаковки особое внимание уделяется ее удобству в использовании. Это обусловлено тем, что здоровые сотрудники демонстрируют более высокую производительность по сравнению с теми, кто часто отсутствует на рабочем месте по причине временной нетрудоспособности или участвует в судебных разбирательствах, связанных с возмещением ущерба вследствие производственных травм. Основная часть инцидентов, связанных с травмами в системе дистрибуции, происходит в результате неправильного обращения с транспортной упаковкой. Эти травмы можно классифицировать на два основных типа: вызванные падением плохо закрепленного или неустойчивого груза, а также возникающие вследствие хронических нагрузок при выполнении ручных операций по перевалке грузов.

3.1.3 Коммуникативная функция

В процессе развития логистических информационных систем растет значение коммуникативной функции упаковки. Ключевым аспектом эффективного интегрированного управления материальными потоками, товарными запасами, транспортировкой и хранением являются электронный обмен данными и контроль. Данная функция обеспечивает возможность получения точной и оперативной информации о текущем статусе упакованного товара в любой момент его нахождения в распределительных каналах. При любом изменении статуса товара информация о данном изменении незамедлительно поступает в информационную логистическую систему.

Для обеспечения эффективного управления информационными потоками в логистической цепочке требуется точная идентификация ассортиментных позиций (групповой упаковки), включающая следующие атрибуты: номер позиции, наименование, торговую марку, размер, цвет, номер партии, дату изготовления, массу и количество первичных упаковок в составе групповой. Каждая логистическая операция предполагает считывание данных с упаковки и их регистрацию в информационной системе, что требует высокой степени точности. Информация об ассортименте должна быть представлена в виде, обеспечивающем возможность оперативного и безошибочного определения необходимого товара по этикетке для сотрудников.

Наиболее эффективным решением для минимизации ошибок и повышения результативности информационного обмена является автоматизация идентификации. Внедрение систем штрихового кодирования и радиочастотной идентификации (RFID) позволяет обеспечить системный подход к управлению информацией, так как каждая единица данных, вводимая в систему, стандартизирована, что приводит к снижению количества ошибок. Штрихкоды представляют собой визуально различимые полосы, которые считываются с помощью специализированного оборудования.

3.2 Логистическая деятельность – специфика и интеграция

Применительно к упаковке логистические системы бывают разными. В типовой системе снабжения пищевыми продуктами последние поставляются в систему оптовой торговли грузовым автотранспортом. На этом уровне формируются заказы для отдельных предприятий розничной торговли, после чего эти заказы в виде паллет, поддонов, ящиков, контейнеров и т. п. со смешанным ассортиментом доставляются в магазины. Кроме того, некоторые пищевые продукты доставляются грузовым автотранспортом в магазины напрямую, без использования поддонов. Логистические цепи, работающие с пищевыми продуктами, используют поставки как с оптовым звеном, так и без него.

В любом канале дистрибуции упаковка должна выполнять ряд ключевых функций, включая защиту товара, обеспечение удобства для потребителей и выполнение коммуникативных задач, а также способствовать оптимизации отдельных операций. В рамках логистических систем грузы подвергаются многократному перемещению между различными складами, что предъявляет к упаковке специфические требования, направленные на удовлетворение разнообразных функциональных потребностей различных категорий пользователей. Сложность логистической системы требует тщательного анализа методов обработки грузов, способов транспортировки, параметров складских помещений и проемов, возможных причин повреждений и информационных потребностей. Только при условии всестороннего учета этих факторов конструкция упаковки может эффективно способствовать оптимизации логистических процессов.

3.2.1 Упаковка при переработке пищевых продуктов и в розничной торговле

Упаковка является неотъемлемой частью современного производства пищевых продуктов и розничной торговли. Ее интеграция в технологический процесс переработки требует учета комплекса требований, направленных на обеспечение безопасности продукции, поддержание ее качества и удобства для потребителя, а также соблюдение законодательных норм.

Упаковка пищевых продуктов в технологическом процессе переработки должна быть максимально согласована с этапами производства. Правильно организованная упаковка способствует снижению времени на фасовку, уменьшению потерь сырья и товаров, а также оптимизации логистики. При интеграции упаковки важно:

- Выбирать упаковочные материалы и конструкции, которые соответствуют технологическим параметрам производства, таким как температура, влажность, механические нагрузки.

- Обеспечивать совместимость упаковочных материалов с оборудованием для фасовки, запайки и маркировки с целью предотвращения простоев и поломок.

- Организовывать автоматизацию упаковочных процессов, что повышает производительность и снижает риск человеческой ошибки.

- Учитывать специфику продукта — его форму, структуру, вероятность повреждения — чтобы подобрать оптимальные упаковочные решения для сохранения качества и увеличения срока годности [1].

Дополнительно необходимо предусмотреть возможность контроля герметичности и целостности упаковки сразу на линии, что уменьшает объем брака и обеспечивает безопасность продукции.

Безопасность упаковки в пищевой промышленности — один из приоритетных аспектов, тесно связанный с санитарными нормами и законодательными требованиями [1]. Упаковка должна не только защищать продукт от внешних воздействий, но и быть безопасной сама по себе, не выделять вредных веществ или аллергенов. Современные технологии позволяют встраивать датчики и индикаторы свежести, что повышает уровень контроля качества и информированности потребителя.

Жизненный цикл продукта начинается с разработки и заканчивается утилизацией упаковки после окончания срока годности. Эффективное управление упаковкой на всех его этапах улучшает потребительский опыт, снижает издержки и укрепляет позиции производителя на рынке. Для обеспечения сквозной эффективности важна прозрачность и скоординированность всех процессов — от выбора материалов до обратной связи с потребителями. Использование цифровых технологий и систем управления жизненным циклом упаковки формирует устойчивую основу для инновационного развития отрасли.

Таким образом, упаковка при переработке пищевых продуктов и в розничной торговле требует комплексного подхода, направленного на интеграцию в технологические процессы, поддержание безопасности и качества, а также обеспечение эффективного управления на всех этапах жизненного цикла продукта [1]. Такой подход способствует повышению конкурентоспособности продукции и удовлетворению современных требований рынка и общества.

3.2.2 Транспортные требования к упаковке

Логистическая упаковка играет ключевую роль в обеспечении сохранности продукции при транспортировке [1]. Ее защитная функция направлена на минимизацию рисков повреждения, утраты качества и безопасности товара в процессе перемещения от производителя к потребителю через различные виды транспорта и множество условий перевозки.

В процессе транспортировки груз подвергается различным динамическим нагрузкам — вибрациям, ударам, сотрясениям, давлению и перепадам температур, что требует особого подхода к проектированию и материалам

упаковки. Эти нагрузки могут возникать вследствие неровностей дорог, маневров транспортного средства, процессов погрузки и разгрузки, переездов между видами транспорта и прочих факторов. Задача упаковки — обеспечить надежную защиту продукта от механических повреждений, потери герметичности и порчи.

Особенности транспортировки на автотранспорте заключаются в высокой подвижности и изменении условий движения — частые торможения, ускорения, вибрации и неровности дорог [1]. При выборе упаковки важно предусматривать устойчивость к сжатию, амортизацию ударных нагрузок и защиту от механических повреждений. Важным фактором является также компактность и эргономика упаковки для оптимального размещения на складских площадках и в кузове автомобиля.

При неполной загрузке транспортного средства возникает дополнительная проблема: груз может перемещаться внутри кузова, вызывая дополнительные удары и сдвиги. Для предотвращения этого применяются внутренние фиксаторы, наполнители, специальные антиударные материалы и конструкции, призванные ограничить перемещение товара и снизить вибрационные воздействия.

Железнодорожная транспортировка характеризуется длительным временем перевозки и стабильностью дорожного полотна, но подвержена вибрациям, ударам при стыках рельс и изменением температурного режима [1]. Упаковка должна быть достаточно прочной, обладать хорошими амортизирующими свойствами и сопротивляться влиянию влаги, особенно в открытых вагонах. При работе с грузами для железной дороги особое внимание уделяется фиксации и надежному креплению грузов, чтобы избежать смещения при торможениях и ускорениях.

Воздушный транспорт отличается высокой скоростью доставки и чувствительностью к весу и объему груза. Упаковка, используемая для воздушной транспортировки, должна быть облегченной, но при этом обеспечивать надежную защиту от ударов и перепадов давления и температуры в грузовом отсеке самолета. Немаловажно учитывать требования к транспортируемым веществам в соответствии с авиационными нормами безопасности и ограничениями по размерам и весу.

Морской и речной транспорт предполагают длительные перевозки в условиях повышенной влажности, воздействия соленой воды (для морских перевозок), ветра, вибраций и возможных механических воздействий при погрузке и разгрузке в портах. Упаковка должна быть влагостойкой, защищать от коррозии и механических повреждений, обеспечивать сохранность продукции в течение всего времени перевозки. Особое значение имеет герметичность и прочность конструкции упаковки.

Стоимость транспортировки существенно зависит от выбранного вида транспорта, характеристик груза, объема и веса упаковки, а также дистанции перевозки. Автотранспорт обычно обеспечивает гибкую логистику при умеренных расстояниях, железнодорожный транспорт — экономичный способ перевозки больших объемов на дальние дистанции, авиационный транспорт —

самый быстрый, но дорогостоящий вариант, а морской и речной транспорт востребованы для крупных партий и международных перевозок с относительно низкой стоимостью, но длительным сроком службы.

При разработке логистической упаковки необходимо учитывать все вышеперечисленные особенности различных видов транспорта, а также возможные комбинированные перевозки, что требует максимальной универсальности и адаптивности упаковочного решения для гарантии качества и безопасности продуктов при любых условиях доставки.

3.2.3 Обслуживание розничной торговли

Складские операции представляют собой комплекс действий, направленных на прием, хранение, комплектацию и отгрузку товаров, обеспечивая их сохранность и своевременную доставку в торговую сеть или конечному потребителю. Эффективная организация складских процессов — ключевой элемент логистической цепочки, существенно влияющий на операционные расходы и качество обслуживания [15].

Комплектование заказов на складе — одна из важнейших операций, которая включает сбор и подготовку товаров в соответствии с заказами клиентов или требованиями розничных магазинов. Комплектация может осуществляться по различным методам: поштучно, паллетно, зонами или микрizonaми складирования, что зависит от размеров складского помещения, ассортимента и объема заказов. Внедрение автоматизированных систем управления складом позволяет оптимизировать этот процесс, повысить скорость и точность комплектации, сократить издержки и минимизировать ошибки [7].

Хранение товаров на складе играет центральную роль, однако зачастую неэффективно организованное хранение ведет к значительным потерям средств и ресурсов. Неоптимальное использование складских площадей, неправильная укладка товаров, затрудненный доступ к продукции и несоблюдение условий хранения приводят к порче, устареванию, а также увеличению времени обработки заказов. Поэтому важнейшей задачей является рациональное размещение продукции с учетом ее характеристик и требований.

Упаковывание грузов на складе обеспечивает дополнительную защиту товаров во время их хранения и дальнейшей транспортировки [7]. Качественно выполненная упаковка предотвращает повреждения, загрязнения и потери, облегчая манипуляции с грузом. В зависимости от типа продукции используются различные материалы и технологии — от стандартной гофрокартона до термоусадочных пленок и стрейч-пленок, обеспечивающих стабильность паллет и защиту от пыли и влаги.

Функция хранилищ товаров заключается в обеспечении сохранности и поддержании качества продукции с момента её поступления на склад до передачи потребителю. Основными характеристиками хранилищ являются вместимость, условия микроклимата, оснащённость системами безопасности и технологичным оборудованием для обработки и учета грузов. Важным

параметром является возможность разделения потоков по категориям товаров с учетом их специфики, например, скоропортящихся или негабаритных.

Защита от изменения температур и воздействия грызунов и вредителей является обязательным элементом системы хранения. Температурные колебания могут вызвать порчу товара, снизить его потребительские свойства и срок годности, поэтому для определенных видов продукции создаются специальные температурные зоны. Защита от грызунов и вредителей достигается использованием физических барьеров, специализированных средств и регулярного контроля санитарного состояния склада.

Температурные зоны складов классифицируются в зависимости от типа хранящейся продукции: обычные склады с комнатной температурой; холодильные помещения для скоропортящихся продуктов с контролируемым низким температурным режимом; морозильные камеры для хранения замороженных товаров; а также специализированные зоны с регулируемой влажностью и температурой для товаров с особыми требованиями.

Защита от механических воздействий включает предохранение товаров от повреждений, вызванных ударами, сдавливанием и вибрациями в процессе хранения, перемещения и комплектации. Для этого используются усиленные упаковочные материалы, амортизирующие подложки, а также оптимальная организация складских стеллажей и безопасные маршруты движения техники.

Идентификация товаров на складах — важный элемент управления запасами, который включает маркировку продукции, использование штрих- и QR-кодов, RFID-меток и других технологических средств, позволяющих быстро находить и учитывать товар на складе [7]. Современные системы автоматизации склада интегрированы с учётными программами, что оптимизирует процессы контроля остатков, ускоряет работу и минимизирует ошибки.

Таким образом, складские операции — это комплекс взаимосвязанных процессов, требующих тщательного планирования и использования современных технологий для обеспечения надежного хранения, эффективной комплектации, защиты продукции и ведения точного учета на всех этапах складирования.

3.3 Эксплуатационные испытания упаковки

Эксплуатационные испытания упаковки пищевых продуктов представляют собой комплекс лабораторных и практических мероприятий, направленных на оценку защитных свойств упаковки в условиях её реального использования. Основной целью таких испытаний является обеспечение сохранности пищевой продукции от различных внешних воздействий — механических, климатических и транспортных нагрузок, а также проверка способности упаковки сохранять свои функциональные характеристики на всем протяжении жизненного цикла [14].

Защитные свойства упаковки определяются её способностью предотвращать повреждения, загрязнения и ухудшение качества продуктов. Для

этого проводят два основных вида испытаний: лабораторные и эксплуатационные. Лабораторные испытания включают контролируемые методы, которые имитируют отдельные виды нагрузок (например, статическое сжатие, удары, вибрации), позволяя точно измерить прочность и деформационные характеристики материалов. Эксплуатационные испытания же ориентированы на моделирование реальных условий хранения, транспортировки и обращения с продуктом, где упаковка испытывается в более комплексных и вариативных режимах [7].

Прочность упаковки — один из ключевых параметров при оценке её эксплуатационной надежности. Она определяет способность упаковки сопротивляться механическим воздействиям, предотвращать повреждения содержимого и сохранять целостность на протяжении всего срока службы. Механические нагрузки включают в себя сжатие, растяжение, изгиб, удары и вибрации, возникающие при транспортировке и складировании.

Существует ряд стандартов, регламентирующих методы проведения испытаний упаковочных материалов и конструкций [7]. Так, ГОСТ 18211-2018 устанавливает метод испытания транспортной упаковки на сжатие с приложением сжимающей нагрузки и последующим определением деформации упаковки. Этот стандарт применяется для оценки прочности и защитных свойств упаковки.

ГОСТ Р 53417-2009 содержит методы испытаний на устойчивость к вибрациям, позволяющие оценить сохранность товара при транспортировке и хранении под воздействием вибрационных нагрузок. В стандартах описываются процедуры и условия, при которых упакованная продукция подвергается определённым воздействиям для оценки её функциональной пригодности.

Испытания на удары позволяют выявить чувствительность упаковки к энергичным механическим воздействиям, которые могут возникать при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке [7]. Методики таких испытаний включают моделирование падений, толчков и резких ударов с контролируемой силой и скоростью.

Вибрационные испытания направлены на оценку устойчивости упаковки к вибрациям низкой и средней частоты, которые характерны для транспортных средств и складских помещений. Эти тесты позволяют определить, насколько упаковка способна защитить содержимое от сотрясений и многократных повторяющихся нагрузок, а также выявить возможные повреждения или деформации.

Сжатие является одной из наиболее распространённых механических нагрузок, которым подвергается упаковка в процессе транспортировки и хранения [7]. Испытания по ГОСТ 18211-2018 предусматривают применение сжимающей нагрузки на транспортную тару с последующим измерением степени деформации. Это позволяет оценить способность упаковки выдерживать давление от штабелирования и предотвращать разрушение содержимого.

При проведении сжимающих испытаний используются специальные испытательные машины, которые создают равномерно растущую нагрузку до

достижения критического деформирования или разрушения упаковки. Результаты таких испытаний помогают оптимизировать конструктивные параметры упаковки и выбрать наиболее подходящие материалы.

Правильно подобранные и качественно выполненные эксплуатационные испытания обеспечивают достоверную оценку защитных свойств упаковки [7]. Они позволяют выявить слабые места в конструкции, улучшить дизайн и технологию производства, что в конечном итоге способствует сохранению качества и безопасности пищевых продуктов.

Таким образом, эксплуатационные испытания упаковки пищевых продуктов — это системный подход, объединяющий лабораторные методы и реальные практические тесты с целью обеспечения надёжной защиты и сохранения потребительских свойств продуктов на всех этапах обращения.

3.4 Упаковочные материалы и системы

Для транспортной тары и упаковки используются, как правило, относительно традиционные материалы и системы, к которым относятся коробки из гофрокартона, тюки из усадосной ленты, возвратные ящики и различного типа поддоны, паллеты и лотки для пакетирования грузов, а также стретч-пленка. В данном разделе будут проанализированы свойства и типы этих материалов, а также рассмотрены методы их использования.

3.4.1 Коробки из гофрокартона

Коробки, изготовленные из гофрокартона, обладают высокой устойчивостью к сжатию при штабелировании в сухом состоянии, а также отличаются доступностью и экономичностью. Гофрокартон является наиболее распространенным материалом для производства транспортной упаковки. На рисунке 3.2 представлена стандартная коробка из гофрокартона с равновеликими клапанами.

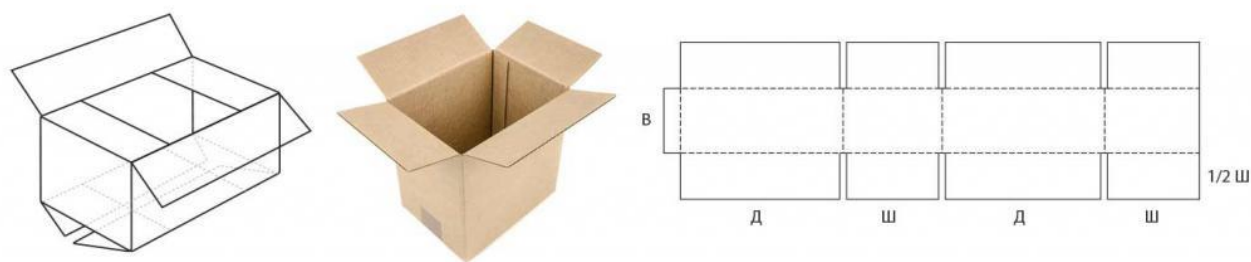


Рис. 3.2. Стандартная коробка из гофрокартона с равновеликими клапанами, где Д – длина, Ш – ширина, В – высота

В случае оптимальной конструкции упаковочной коробки, гофрированные клапаны, на которые воздействует нагрузка, должны быть ориентированы параллельно направлению этой нагрузки. Для противодействия сжимающим усилиям, возникающим при штабелировании, рекомендуется вертикальное

расположение гофров. В ситуациях, когда приоритетом является обеспечение устойчивости к торцевому сжатию (например, при использовании зажимов и захватных устройств), более целесообразным является горизонтальное расположение гофров.

Гофрокартон обладает высокой степенью рециклируемости как с технической, так и с логистической точек зрения. В целях оптимизации затрат на утилизацию отходов посредством их повторного использования, использованные картонные коробки на производственных объектах, складах и в торговых точках обычно складируются в компактные вертикальные штабелы для последующей транспортировки на переработку. Благодаря такой концентрации вторичного сырья, процесс рециклирования гофрокартона характеризуется коротким производственным циклом.

Гофрокартон применяется в производстве транспортной тары на протяжении более чем ста лет. В большинстве государств используются стандартизированные системы маркировки гофрокартона, которые включают в себя три ключевых параметра: толщину гофрированного слоя и шаг гофра, массу квадратного метра плоского слоя картона (лайнера), а также качество используемой бумаги.

В большинстве случаев для производства коробок и лотков применяется трехслойный гофрокартон, состоящий из двух плоских слоев. Пятислойный и семислойный гофрокартон используются для изготовления тары средней вместимости, предназначенной для насыпных грузов, включая сухие ингредиенты в пищевой промышленности. Двухслойный гофрокартон с одним слоем лайнера и одним слоем флутинга применяется для упаковки стеклянных бутылок. Многослойный ламинированный гофрокартон используется для изготовления поддонов, способных выдерживать значительные нагрузки.

Гофрокартон обладает существенным недостатком: при контакте с влагой его прочностные характеристики значительно ухудшаются, особенно в отношении сопротивления сжатию. Кроме того, традиционные клеи на основе крахмала также проявляют высокую чувствительность к влажным условиям. В связи с этим рекомендуется минимизировать зазор между упаковываемым изделием и верхним клапаном коробки, обеспечивая тем самым распределение вертикальной нагрузки на само изделие. Данная конструктивная особенность способствует предотвращению обрушения штабелей при деформации упаковочного материала. Для упаковки пищевых продуктов с высоким содержанием влаги, таких как капуста и брокколи, транспортируемые с использованием льда, ранее применялся метод вождения. Однако данный подход был признан экономически нецелесообразным из-за увеличения затрат на упаковку и сложностей, возникающих при последующей переработке вторичного сырья.

3.4.2 Пакетная упаковка в усадочную пленку

Технология упаковки грузов в усадочную пленку находит все более широкое применение в логистике, особенно в случаях, когда не требуется высокая устойчивость к сжатию, характерная для гофрокартона [16]. Продукты питания, такие как металлические банки или бутылки, размещаются на поддонах или лотках из гофрокартона для повышения устойчивости, а затем оборачиваются слоем пленки из линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП) (рис. 3.3). После этого сформированная грузовая единица подвергается воздействию высоких температур в термотуннеле, где пленка усаживается, обеспечивая надежную фиксацию содержимого.



Рис. 3.3. Примеры продуктов, упакованных в усадочную пленку

Данный вид транспортной упаковки, в сравнении с гофрокартоном, обладает определенными преимуществами, включая экономию материальных ресурсов и снижение стоимости. Вопрос о степени защиты груза в такой упаковке остается предметом обсуждения, поскольку усадочная пленка не обеспечивает столь же высокий уровень защиты, как другие упаковочные материалы. Однако во многих случаях возможность повреждения груза может быть минимизирована благодаря прозрачности усадочной пленки, что позволяет рабочим, визуально идентифицируя содержимое упаковки, обращаться с ней более аккуратно. Подобно гофрокартону, стретч-пленке и пластиковым пакетам, усадочная пленка из линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП)

подлежит вторичной переработке, что способствует рациональному использованию природных ресурсов и снижению экологического воздействия.

3.4.3 Возвратная транспортная тара

В условиях роста стоимости утилизации отходов в ряде стран наблюдается тенденция к сокращению их объемов за счет применения возвратной транспортной тары. Данная упаковочная система широко используется для транспортировки ингредиентов между предприятиями, со складов и сельскохозяйственных объектов в розничные торговые сети. Большинство видов возвратной тары изготавливаются из полимерных материалов, однако некоторые компании предпочитают использовать коробки из гофрокартона, деревянные ящики и решетчатые контейнеры на поддонах. Ключевой характеристикой возвратной тары является ее применение в относительно коротких логистических цепочках с устойчивым и предсказуемым потребительским спросом. Все звенья таких цепочек связаны либо общей собственностью, контрактами и партнерскими отношениями, либо централизованным управлением из единого центра.

При этом огромное значение приобретает эффективность менеджмента, так как движение возвратной тары необходимо контролировать. Для максимальной эффективности использования возвратной тары вся деятельность отдельных звеньев должна координироваться, а для четкой координации и контроля нужны четкие и ясные всем сторонам права и обязанности. Перевозки при этом должны быть короткими как по времени, так и по расстоянию, что позволяет сократить затраты на хранение и транспортировку пустых контейнеров. Потребительский спрос на поставляемые изделия должны быть по возможности стабильными, так как количество необходимых контейнеров рассчитывается по темпам оборачиваемости тары.

Решение вопроса об инвестициях в возвратную транспортную тару представляет собой более сложную задачу по сравнению с закупкой одноразовых контейнеров. Многие компании, специализирующиеся на упаковке, обосновывают свой выбор одноразовых контейнеров их экономической выгодой. Однако при принятии данного решения необходимо учитывать целый ряд факторов: количество транспортной тары, требуемой для одного производственного цикла, затраты на погрузочно-разгрузочные работы, сортировку, отслеживание, мойку возвратных контейнеров и управление их запасами. Кроме того, следует принимать во внимание стоимость приобретения и утилизации одноразовых контейнеров.

Также необходимо учитывать нематериальные выгоды, такие как поддержание чистоты на производственной площадке, повышение эргономичности и эффективности использования складских и транспортных мощностей, снижение количества повреждений упакованных товаров и другие факторы [1].

Анализ практики показывает, что применение возвратной транспортной тары для плодоовощной продукции в сфере розничной торговли является экономически целесообразным. Стандартизация грузовых единиц на основе модульного подхода позволяет осуществлять автоматизированную сортировку контейнеров на распределительном центре, а модульный принцип способствует более компактной комплектации заказов смешанного ассортимента. Использование таких грузовых единиц оптимизирует и ускоряет процессы товарооборота в магазине, где продукция выставляется на торговые полки в тех же транспортных контейнерах, а пустые контейнеры оперативно заменяются полными.

3.4.4 Формирование грузовых единиц

В процессе формирования грузовых единиц по пакетному принципу используются разнообразные материалы [1]. Наиболее распространенными являются деревянные поддоны или другие виды подставок и подложек, включая полимерные и картонные конструкции. Однако, несмотря на увеличение популярности альтернативных материалов, деревянные поддоны сохраняют свои лидирующие позиции благодаря универсальности применения, возможности многократного использования и возможности проведения ремонтных работ.

В сфере пищевой промышленности деревянные поддоны находят широкое применение, особенно в условиях наличия вилочных погрузчиков. Большинство используемых поддонов являются возвратными, и их жизненный цикл определяется конструктивными особенностями. Стоимость и долговечность поддонов зависят от типа материала, включая сорт древесины. Для изготовления возвратных поддонов, которые входят в состав так называемых "парков поддонов" и могут быть арендованы или взяты напрокат, используется наиболее дорогая и твердая древесина.

Поддоны классифицируются в зависимости от конструктивных особенностей. Они могут быть оборудованы проёмами для вилок погрузчика, расположенными только с двух или со всех четырёх сторон. Вертикальные элементы конструкции могут быть выполнены в виде точечных опор (столбиков) по углам и в центральной части или представлять собой сплошные элементы, соединяющие лицевую и нижнюю поверхности поддона по всей его длине или ширине (см. рис. 3.4). Настил поддона может быть расположен как исключительно на верхней поверхности, так и на обеих поверхностях. Поддоны с двусторонним настилом применяются при штабелировании в два яруса, что обеспечивает более равномерное распределение нагрузки на нижнюю паллету. Количество досок в настиле также варьируется, при этом зазоры между ними должны быть минимизированы, чтобы предотвратить застревание и деформацию груза.

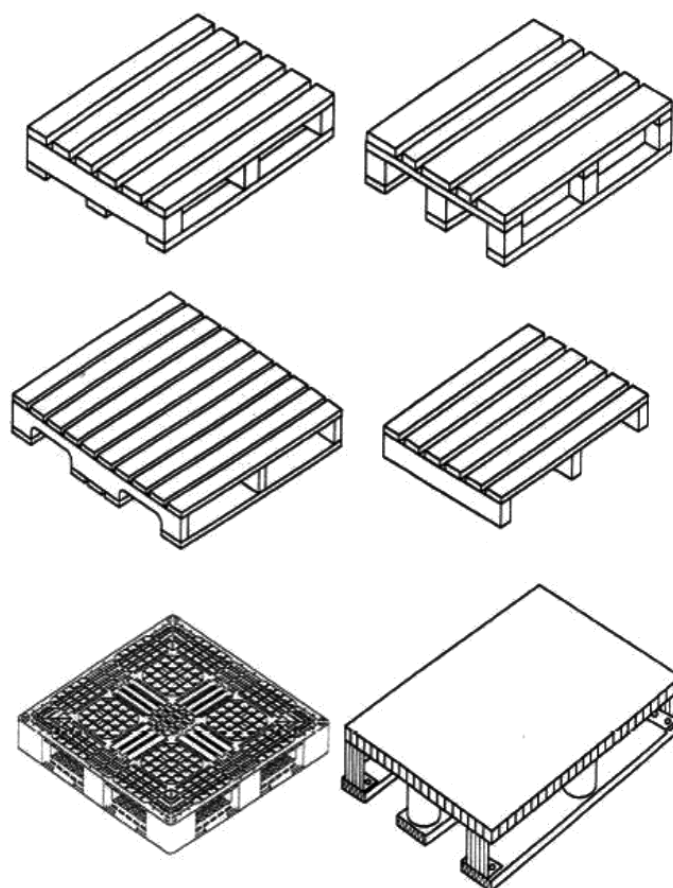


Рис. 3.4. Типы плоских поддонов по ГОСТ ISO 445-2013

К иным типам платформ для грузовых единиц можно отнести подкладочные листы, тележки на колесиках и мобильные стеллажи. Последние часто применяются для транспортировки пищевых продуктов из складских помещений в торговые точки. Они могут быть оснащены полочками и ограничивающими элементами, что минимизирует риски повреждения грузов при доставке смешанных ассортиментных партий.

Подкладочный лист представляет собой гибкую конструкцию из плотного картона или пластика. Его преимуществами являются низкая стоимость и компактность, однако их использование требует специализированного оборудования для погрузочно-разгрузочных операций.

Вопросы для самоконтроля к главе 3:

1. В чем специфика логистической деятельности при транспортировке упакованных пищевых продуктов?
2. Как упаковка влияет на оптимизацию логистических цепочек поставок?
3. Назовите ключевые требования к упаковке для обеспечения сохранности при многократной перегрузке.
4. Что включает интеграция логистики с системами идентификации упаковки (RFID, QR)?

5. Опишите роль третичной упаковки в логистических операциях.
6. Какие параметры упаковки критически важны для температурных режимов транспортировки?
7. Как обеспечивается интеграция логистики с системами управления складом?
8. Назовите факторы, влияющие на выбор упаковки для международной логистики.
9. Что подразумевается под реверсной логистикой в контексте упаковки?
10. Как стандарты ГОСТ Р 18211-2018 влияют на логистическую идентификацию упаковки?
11. Опишите принципы проектирования упаковки для автоматизированных логистических систем.
12. Какие риски связаны с логистикой многослойной упаковки пищевых продуктов?
13. Как интегрируется прослеживаемость упаковки с логистическими информационными системами?
14. Назовите показатели эффективности логистики, зависящие от конструкции упаковки.
15. Что включает логистическая интеграция упаковки в цепочках поставок "от производителя к потребителю"?

4 Металлические банки

Глобальный объем производства металлических контейнеров ежегодно достигает 70–80 млрд долларов и демонстрирует устойчивый рост. Около 75% приходится на банки для напитков, 10–20% — на консервы, а остаток — на аэрозольные упаковки и аналогичные изделия [19].

Напитки, расфасованные в металлические банки, классифицируют на негазированные (кофе, чай, изотоники и подобные) и газированные (безалкогольные напитки, пиво). Многие из них проходят процедуру пастеризации.

4.1 Требования к эксплуатационным свойствам металлической тары

Металлическая тара для пищевых продуктов обязана соответствовать ряду фундаментальных характеристик, гарантирующих безопасность и сохранность содержимого для конечного потребителя:

- надежную защиту и сохранность пищевого содержимого;
- химическую нейтральность по отношению к продукту;
- устойчивость к механическим воздействиям и условиям технологического процесса;
- сопротивление внешним факторам среды;
- стандартизированные габариты с возможностью замены при смене поставщиков для однотипных товаров;
- подходящие параметры для демонстрации на полках и прилавках;
- удобство и безопасность при вскрытии и извлечении продукта;
- пригодность материала к рециклингу.

Эти качества упаковки должны сохраняться даже после окончания срока годности. Чтобы продлить хранение, большинство продуктов и напитков в металлических банках, предназначенных для комнатных условий, подвергают термической стерилизации. В частности, консервы проходят интенсивную тепловую обработку, обеспечивающую срок реализации 2–3 года и дольше. Режимы подбирают с учетом высоких температур и давлений от пара или горячей воды, а конструкция тары адаптируется под эти нагрузки. При охлаждении до комнатной температуры внутри банки возникает вакуум (разрежение), что требует от продукта способности выдерживать внешнее давление в таких условиях.

В случае фасовки газированных напитков (составляющих значительную долю всех напитков, разливаемых в металлические банки), после герметизации днища внутреннее давление, создаваемое карбонизированным напитком, обеспечивает необходимую прочность банки до момента ее вскрытия. При разливе негазированных напитков, таких как соки, сокосодержащие напитки и вина, для создания внутреннего давления, которое обеспечивает тонкостенным

цельнотянутым банкам необходимую жесткость и прочность на сжатие, используется газообразный азот.

4.2 Конструкции металлических контейнеров

Форма корпуса банки играет ключевую роль в определении ее себестоимости, физических характеристик и совместимости с фасуемым продуктом. Независимо от конкретной технологии изготовления, эти параметры в значительной степени зависят от конфигурации контейнера [21].

При производстве металлических контейнеров для пищевых продуктов и напитков основная доля расходов — от 50 до 70% себестоимости — приходится на сырье из металла. Количество металла становится определяющей статьей затрат, которая зависит от толщины листового материала, его химического состава и размеров поверхности.

При проектировании банок толщину стенок рассчитывают исходя из требований к безопасной эксплуатации заполненной упаковки, последующей переработке и условиям хранения. Площадь поверхности напрямую связана с объемом продукта и принятой геометрической формой.

Чтобы упростить процессы изготовления, стерилизации, наполнения и закупорки, большинство банок для продуктов питания и напитков делают цилиндрическими. В зависимости от необходимых механических характеристик они бывают приплюснутыми (когда высота меньше диаметра) или вытянутыми (высота превышает диаметр). Стандартные формы цилиндрических банок показаны на рисунке 4.1.

Нецилиндрические формы контейнеров чаще применяют для консервов из рыбы и мяса, подвергающихся термической обработке, а также для изделий без обязательной стерилизации, таких как растительные масла. Примеры таких конструкций представлены на рисунке 4.2.

Сыпучие пищевые продукты — сухое молоко, растворимый кофе, смеси для детского питания — упаковывают в герметичные круглые банки. Герметичность обеспечивается уплотнительной прокладкой под крышкой, которую снимают с помощью специальной запатентованной этикетки.

Системы закупорки для мясных и рыбных консервов и напитков существенно различаются. Консервные банки стандартного типа требуют полного или почти полного открытия днища для доступа к содержимому. В то же время банки для напитков спроектированы таким образом, чтобы обеспечить удобство потребления непосредственно из контейнера. Ранее для вскрытия консервных банок применялись специальные ножи, однако в последнее время стали популярны банки с легко открываемыми крышками, изначально разработанными для напитков. В таких банках днище отделяется полностью. Вне зависимости от типа (стандартное или легко открываемое), днища всех металлических банок для консервов и напитков герметизируются с помощью механического двойного шва, который способен выдерживать все известные методы тепловой обработки.

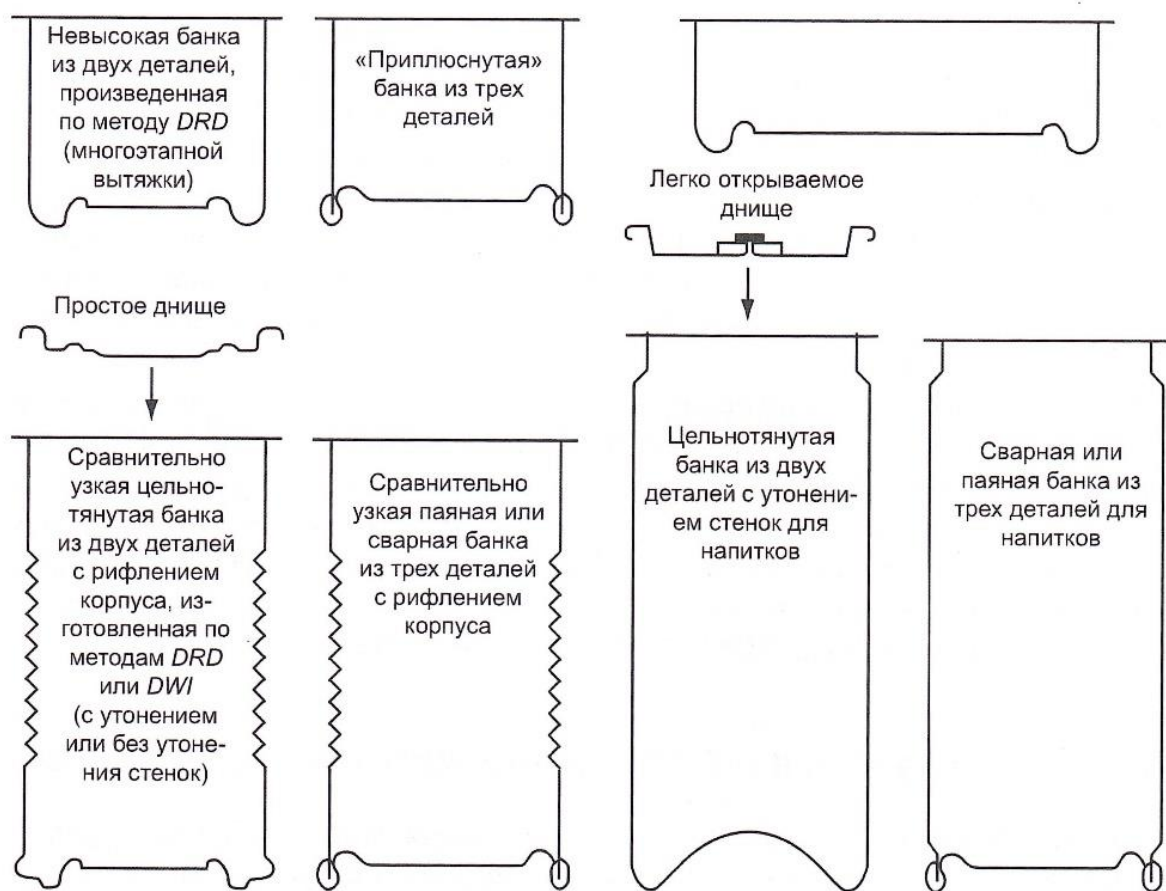


Рис. 4.1. Типичные разновидности банок цилиндрической формы для пищевых продуктов и напитков

Герметизирующие прокладки из алюминиевой фольги, прикрепляемые к металлическим банкам методом термосваривания, также проходят полный цикл тепловой обработки при условии, что в автоклаве поддерживается избыточное давление. Это давление позволяет снизить усилия растяжения прокладки, возникающие при тепловом расширении материалов.

К другим распространённым системам укупорки относятся закручивающиеся крышки с уплотнительным кольцом, которые обеспечивают требуемые эксплуатационные характеристики упаковки. Такие крышки обычно применяются для фасовки пищевых продуктов, менее чувствительных к условиям хранения и транспортировки.

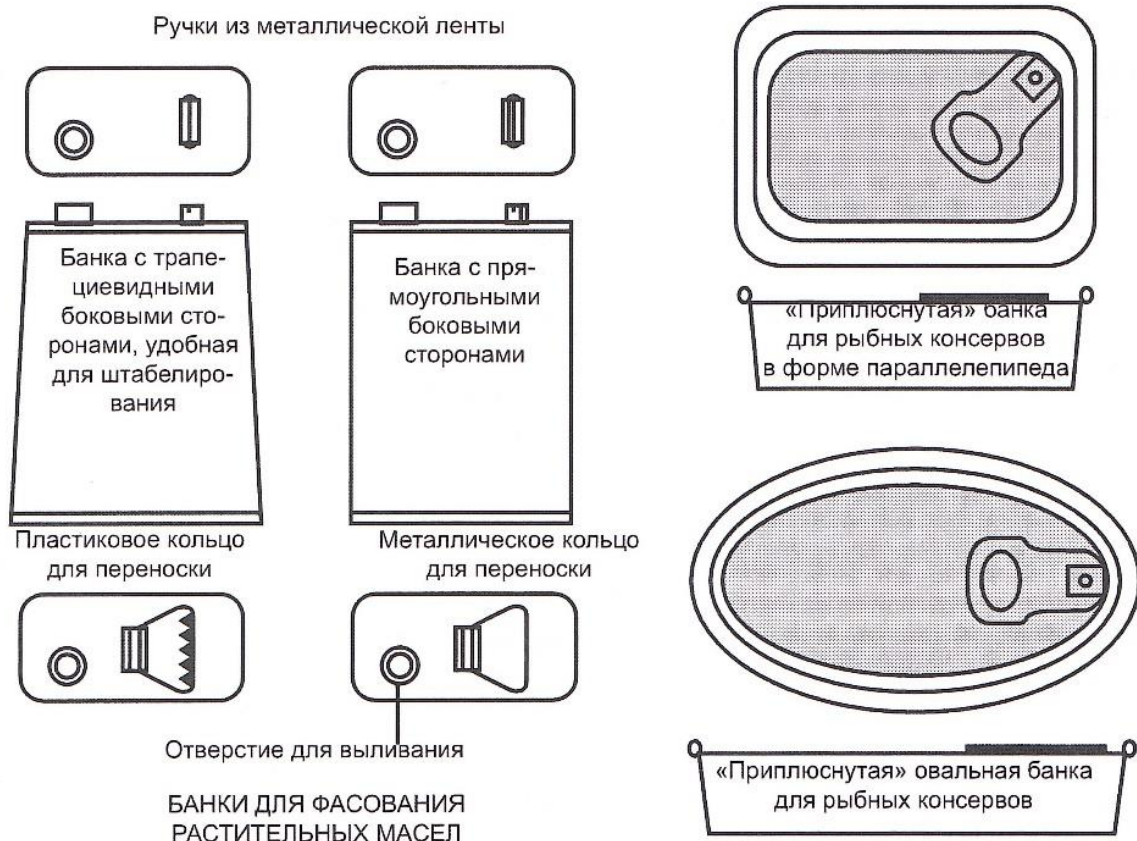


Рис. 4.2. Типовые консервные банки нецилиндрической формы

4.3 Материалы для производства консервных банок

Для изготовления корпусов металлических контейнеров, используемых в упаковке пищевых продуктов и напитков, а также для производства днищ применяют материалы вроде белой жести и алюминия. Эти материалы отличаются доступной ценой, отсутствием токсичности, высокой прочностью и возможностью повышения рабочих свойств за счет специальной обработки.

4.3.1 Сталь

В отрасли консервного производства задействуют низкоуглеродистую сталь, которая поставляется как черная жечь, а потом превращается в белую. Белая жечь идет на корпуса консервных банок и их днища. Получение белой жести подразумевает покрытие черной жести тонким слоем олова методом гальваники с обеих сторон. Толщина оловянного слоя меняется в зависимости от типа консервируемого продукта и внешних условий. Внутренний слой олова обычно толще наружного.

Оловянное покрытие надежно предохраняет сталь от ржавчины и делает материал пригодным для контакта с разными продуктами питания, в том числе фруктами (персиками, абрикосами, ананасами, грушами) и некоторыми томатными изделиями (например, маринованными томатами, фасолью и бобами

в томатном соусе). Тем не менее, для большинства продуктов и напитков на внутренней стороне белой жести добавляют органическое покрытие, которое служит барьером между металлом и содержимым. Оно исключает нежелательные изменения в продукте из-за металлического контакта и обладает высокой электропроводностью, упрощая дальнейшую сварку. При процессе утончения стенок банок из двух частей жести действует как твердый смазочный материал благодаря своим механическим качествам.

Кроме того, выпускают стальные банки с хромированным гальваническим покрытием. Чтобы достичь нужной устойчивости к коррозии, хромированную поверхность обрабатывают особым органическим составом, который также дает превосходную адгезию для жидких покрытий или ламинатов. Такие банки дешевле аналогов с оловом, но их матовая поверхность, даже с прозрачным лаком, не дает такого блеска, как у оловянных. Обычно их нельзя сваривать без предварительного снятия хромового или оксидного слоя.

4.3.2 Алюминий

Для создания легковесных металлических контейнеров алюминий применяют в чистом состоянии или с добавками легирующих элементов, таких как марганец и магний, что усиливает его механическую прочность. Этот материал не подходит для сварки на линиях, предназначенных для жестяных банок, и используется только для бесшовных консервных емкостей, формируемых двойной штамповкой. Чтобы защитить содержимое, внутреннюю поверхность алюминиевой упаковки покрывают органическим лаковым слоем.

4.4 Производство консервных банок

Металлические банки для консервированных продуктов и напитков собирают из двух или трех элементов. В трехэлементной конструкции присутствует цилиндрический корпус, получаемый из плоского металлического листа путем холодной или горячей прокатки, плюс две крышки, которые плотно запаивают корпус с обоих концов. Соединение шва обычно осуществляют сваркой.

Эта технология отличается большой универсальностью, позволяя выпускать банки разных габаритов, в том числе с разнообразными диаметрами и высотами. Она особенно выгодна на заводах, где производят разные типы банок, поскольку смена ассортимента требует незначительной переналадки оборудования.

Гибкость в подборе размеров открывает перспективы для специальных форматов в маркетинговых акциях.

Двухэлементные банки изготавливают вытяжкой металлического диска в цельный цилиндр с последующим креплением днища с одной стороны. Такой подход дает цельнотянутые банки по методу многостадийной вытяжки (Draw and Redraw, DRD). На начальном этапе металлический лист меняет форму без потери

толщины. Дальнейшие стадии формируют заготовку в банку меньшего диаметра и большей высоты, сохраняя толщину стенок.

При вытяжке с утончением стенок двухэлементные банки пропускают через специальное протяжное кольцо. Технология DWI (производство цельнотянутых банок с истончением стенок) считается выгодным способом для банок, где высота больше диаметра, особенно в серийном выпуске стандартных размеров.

4.4.1 Банки из трех деталей со сварными (паяными) швами

Консервные банки, состоящие из трех элементов и имеющие сварные (паяные) швы, изготавливаются исключительно из жести, поскольку алюминий не поддается сварке на данном оборудовании. Стальной рулон, поступающий на предприятие, нарезается на листы площадью приблизительно 1 м², на которые наносится покрытие и, при необходимости, печать в соответствии с технологическими требованиями. Таким образом, поверхность будущей банки уже обладает защитными и декоративными свойствами. В зоне будущего сварного шва покрытие и печать не наносятся, что обеспечивает герметичность соединения. Закрепление покрытия и печатных красок осуществляется в печи, разогретой до температуры 150-205 °С.

Данные листы подвергаются процессу нарезки на мелкие заготовки, размеры которых соответствуют параметрам корпуса банки. Заготовки затем сворачиваются в цилиндрическую форму с обеспечением продольного нахлеста краев в пределах 0,4 мм. Сваривание заготовок осуществляется с использованием электросварочного оборудования. Разогретые до пластичного состояния металлические слои образуют прочный сварной шов. В случае наличия лакового покрытия на внутренней поверхности банки, на область сварного шва также наносится лаковое покрытие, обеспечивающее его непрерывность и целостность по всей внутренней поверхности банки.

Корпуса банок, предназначенных для упаковки пищевых продуктов, подвергаются обработке на кромкогибочном станке. Этот процесс включает формирование верхней и нижней частей корпуса путем их загиба наружу для последующего монтажа днищ. Для банок, предназначенных для напитков, верхняя и нижняя кромки дополнительно сужаются до формирования их окончательных контуров. Это позволяет использовать днища меньшего диаметра по сравнению с корпусом, что способствует снижению общей стоимости упаковочных материалов и уменьшению занимаемого объема готовой продукции.

После этого нижнее днище механически прифальцовывается к нижней части корпуса. Такое днище обычно классифицируется как заводское, в отличие от верхнего, которое в случае трехкомпонентных банок устанавливается после процесса фасовки. Применение данной технологии обеспечивает высокую устойчивость легко открываемых днищ к механическим нагрузкам, что подтверждается испытаниями готовой продукции.

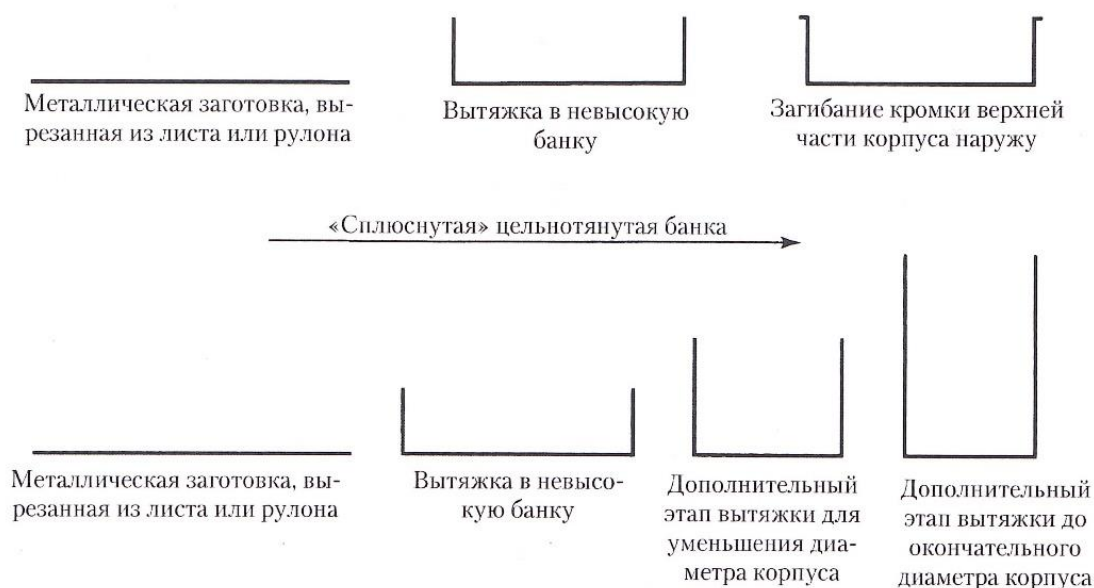
Для банок с соотношением высоты к диаметру более 1 на этапе подготовки к финальной упаковке они пропускаются через зигмашины. В результате на корпусе формируются кольцевые зиги (ребра жесткости), что значительно увеличивает прочность на растяжение и снижает риск термического расширения и последующего вздутия (бомбажа). После завершения всех этапов подготовки, готовая продукция проходит тестирование в камере с повышенным давлением. В ходе этого процесса осуществляется автоматический отбраковочный контроль банок с выявленными дефектами, такими как проколы и трещины.

4.4.2 Цельнотянутые банки из двух деталей

Жесть или сталь с предварительно нанесенным покрытием и печатью поставляются в листах или рулонах и подаются на штамповочный пресс, который совершает возвратно-поступательные движения через одну или несколько последовательных позиций. На каждой позиции из металлического листа формируется диск (заготовка), который затем вытягивается в неглубокую чашеобразную предварительную форму. В процессе формования плоского листа толщина металла остается неизменной. В некоторых случаях после однократной вытяжки банка приобретает свои окончательные размеры. Многоэтапная вытяжка позволяет получить банку с меньшим диаметром и увеличенной высотой. Процесс вытяжки может быть повторен для достижения максимально возможной высоты банки (рис. 4.3 представляет схематическое изображение данного процесса). На каждом этапе толщина стенок корпуса и дна остается неизменной. После формирования корпуса, в зависимости от функционального назначения банки и требуемого соотношения ее высоты к диаметру, заготовка (аналогично трехдетальной банке) проходит процессы заужения концов, загиба и шлифовки кромок.

Все двухкомпонентные банки подвергают проверке на светопроницаемость, чтобы обнаружить экземпляры с повреждениями вроде проколов или трещин. Во время таких испытаний измеряют степень прохождения света под ярким внешним освещением. Главное достоинство двухдетальных банок — наличие лишь одного днища, что сокращает число зон, требующих тщательного контроля.

Технология многостадийного вытягивания используется для производства неглубоких алюминиевых или стальных лотков, которые герметизируются термосвариваемой алюминиевой фольгой с защитным покрытием. Корпус контейнера изготавливается из металла с органическим антиадгезионным покрытием. Данная методика также применяется для создания алюминиевых противней и контейнеров для транспортировки готовых блюд «на вынос».



ОТНОСИТЕЛЬНО УЗКАЯ БАНКА, ИЗГОТОВЛЕННАЯ ПО МЕТОДУ МНОГОЭТАПНОЙ ВЫТЯЖКИ (сужение концов кромок корпуса, загиб и зигование кромок — аналогично DWI-банкам)

Рис. 4.3. Схема изготовления цельнотянутой банки из двух деталей

4.4.3 Производство банок из двух деталей путем вытяжки с утонением (DWI)

Контейнеры, изготовленные методом DWI (глубокой вытяжки с утонением), производятся как из жести, так и из алюминия. Однако для упаковки переработанных пищевых продуктов предпочтительно использование жестяных банок, поскольку тонкостенные алюминиевые контейнеры не обладают достаточной прочностью и не выдерживают циклических температурных воздействий.

Процесс производства таких контейнеров схематически представлен на рисунке 4.4. Перед подачей в непрерывно действующий высекально-вытяжной пресс металлический рулон покрывается тонким слоем водорастворимой синтетической смазки. В рамках одного технологического цикла пресс выполняет резку заготовки и формирование неглубокой емкости, как было подробно описано в разделе 4.4.2. Затем полученная заготовка передается в параллельно функционирующую машину для формования корпуса, где осуществляется вытяжка заготовки в узкий контейнер.

В процессе вытяжки с утонением диаметр будущих банок последовательно доводится до требуемого значения. Затем заготовка пропускается через несколько кольцевых матриц с внутренней поверхностью, изготовленной из карбида вольфрама. Эти матрицы обеспечивают утончение стенок банки и одновременное увеличение ее высоты. В течение данного процесса корпус подвергается смазке, аналогичной той, что используется при создании заготовок.

Смазка способствует процессу протяжки, одновременно охлаждая корпус и удаляя металлическую стружку. Внешнее нагревание не предусмотрено, так как вся теплота генерируется в результате холодной протяжки металла.

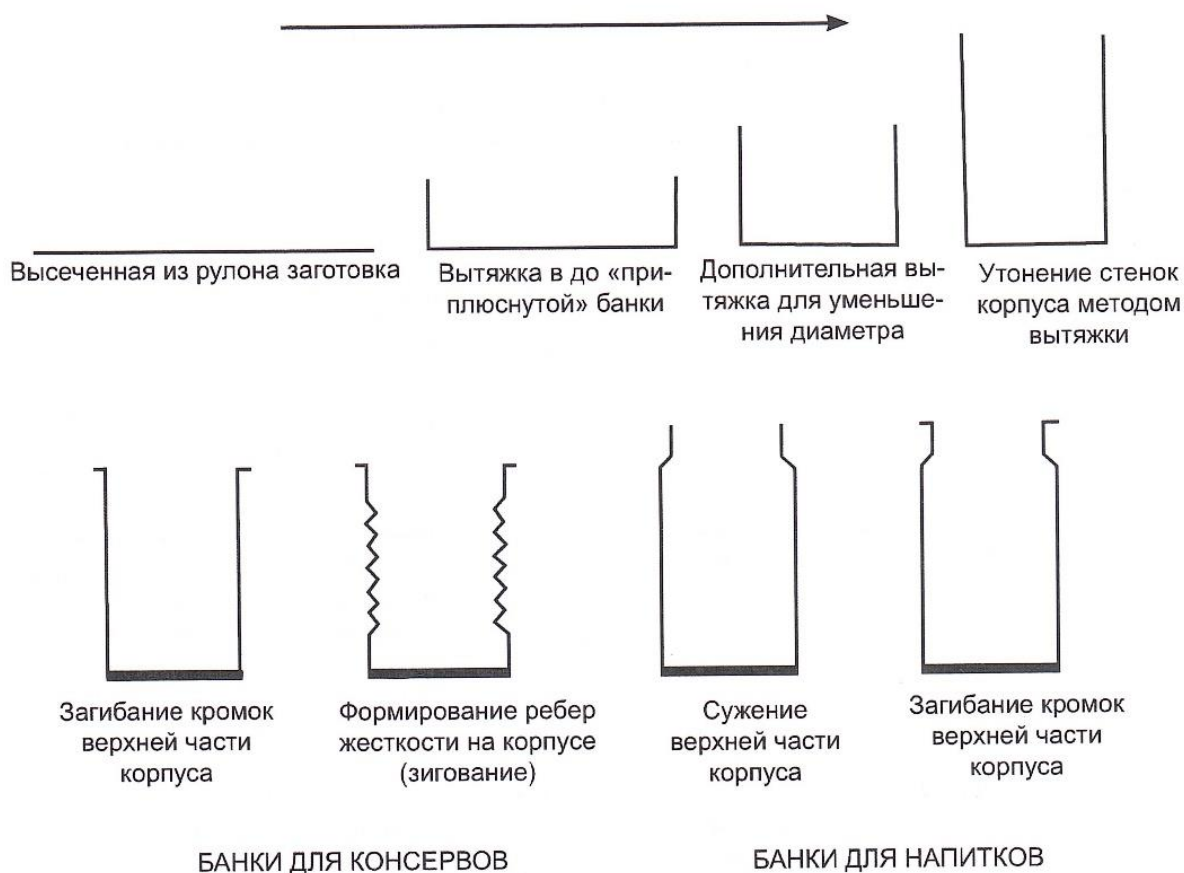


Рис. 4.4. Изготовление банки из двух деталей методом вытяжки с утонением

После формирования корпуса неровный верхний край банки обрезается, что позволяет получить банку с гладкой кромкой и одинаковой высотой по всей поверхности. Готовые корпуса подвергаются промывке с использованием химических моющих средств для полного удаления смазки, после чего они высушиваются. Металлическая поверхность корпуса готова к нанесению внутреннего и внешнего покрытий, а также к окончательному декорированию.

После завершения процесса формирования корпуса банки он подвергается обработке на кромкогибочном оборудовании. Это оборудование выполняет две последовательные операции: сначала осуществляется сужение верхней части банки, а затем производится отгиб кромки наружу для последующего крепления верхнего днища. По завершении всех этапов машинной обработки каждая банка подвергается процедуре визуального контроля на просвет. Данная мера направлена на выявление и исключение из производственного цикла банок с дефектами, такими как проколы и трещины.

4.5 Производство днищ металлических банок

Днища металлических банок, предназначенных для соединения с корпусом посредством метода двойной фальцовки, изготавливаются из алюминия, жести и стали. Алюминиевые и стальные рулоны или листы всегда подвергаются двустороннему покрытию органическим лаком. Жесть покрывается лаком в зависимости от типа фасуемых пищевых продуктов и условий окружающей среды.

Днища банок, состоящие из трех частей, не предназначены для облегчения процесса открывания. Верхнее днище может быть аналогичным или оснащено механизмом для упрощения открывания. Прямоугольные контейнеры для мясных продуктов иногда снабжаются специальным ключом для отделения части корпуса по предварительно заданной линии. Контейнеры для напитков обычно открываются таким образом, что кольцо с отгибаемым язычком остается на верхнем днище. Данное приспособление, известное как SOT (Stay-On Tab), заменило традиционное кольцо для полного отделения днища.

Все донные части стандартных консервных банок оснащены кольцевыми бороздками, которые обеспечивают их гибкость. При нагревании и повышении внутреннего давления эти бороздки позволяют крышке деформироваться наружу, что способствует снижению конечного давления внутри банки. При последующем охлаждении гибкость донной части обеспечивает возвращение центральной области крышки в исходное положение.

Для банок, предназначенных для хранения пива и газированных безалкогольных напитков, кольцевые бороздки не используются, поскольку внутреннее давление в таких банках всегда превышает атмосферное. Толщина и эластичность материала, из которого изготавливаются донные части, должны соответствовать уровню карбонизации напитка и, при необходимости, обеспечивать устойчивость к условиям пастеризации.

4.6 Переработка пищевых продуктов и напитков в металлических банках

4.6.1 Прием банок

Фирма-поставщик обязана документально гарантировать, что поставляемые металлические банки и крышки подходят для фасовки определенного продукта. Каждая транспортная единица, например паллета, должна нести четкую маркировку, позволяющую отслеживать отдельные партии. Желательно чередовать партии банок в ходе производства — это поможет быстро выявлять и изымать дефектные поставки прямо на этапе наполнения. Кроме того, стоит регистрировать дату прибытия каждой партии на завод, чтобы в случае обнаружения брака после фасовки можно было отозвать всю партию продукции.

Пищевые производства должны вести строгий учет отбракованных банок, распределяя дефекты по категориям: критические, существенные и мелкие — это

упростит будущий мониторинг качества. Для определения судьбы партии образцы брака обычно отправляют производителю на экспертизу.

Проверку качества пустых металлических банок можно проводить по тестам из таблицы 4.1. Перед тестами их хранят в сухом, чистом помещении без риска механических повреждений, особенно по краям. Особо внимательно осматривают повторно используемые паллеты или контейнеры, которые нужно тщательно накрывать или упаковывать, чтобы избежать деформации банок.

Таблица 4.1. Некоторые методы испытаний металлической тары при входном контроле

Контроль внешней поверхности корпусов банок	Контроль внутренней поверхности корпусов банок	Контроль днищ
На соответствие размеров На дефекты сваренных (паяльных) швов На качество швов (у не цельнотянутых банок) На наличие трещин На наличие проколов На наличие вмятин и иных повреждений На дефекты кромок На качество лакового покрытия внешней поверхности, его наличие, целостность и адгезию На наличие ржавчины На качество нанесенной печати	На чистоты На качество покрытия внутренней поверхности, его наличие и адгезию На отсутствие остатков смазки	На соответствие размеров На наличие компаунда и равномерность его нанесения На дефекты загиба кромок На наличие вмятин и иных повреждений На наличие трещин На деформацию На коррозию На глубину проникновения печатной краски в насечку (для банок с приспособлениями для облегчения открывания) На наличие язычка открывания

4.6.2 Фасование и вакуумирование

Чтобы избежать перекрестного загрязнения пищевых продуктов, распаллетизацию металлических банок проводят вне производственных участков. Иногда днища банок вынимают из бумажной обертки прямо в цехах, что недопустимо. Перед фасовкой (наполнением) банки переворачивают дном вверх и очищают (промывают) с помощью воздушных потоков, пара, воды или их сочетания — в зависимости от типа загрязнений.

Процесс наполнения требует повышенной осторожности, поскольку вязкость продукта внутри банки напрямую влияет на поведение контейнера на следующих стадиях производства. Банки не должны получать механических повреждений. Заполнение проводят так, чтобы продукт не мешал установке внешнего днища и не пачкал внешнюю сторону контейнера с краями. Остатки на ободках банки усложняют герметичную обкатку при креплении верхнего днища.

На некоторых заводах, особенно при фасовке продуктов с мелкими включениями — вроде консервов из мелкой рыбы (килька, анчоусы, шпроты и подобные), тертой свеклы или аналогов, — трудно избежать попадания частиц

на края. Такие дефекты выявляют производственным контролем, чтобы сократить случаи установки днищ на загрязненные ободки.

При наполнении оставляют свободное пространство над продуктом. Оно определяет уровень вакуумирования: остаточный кислород влияет на сохранность продукта и может спровоцировать коррозию внутри банки. Кроме того, это снижает давление на дно при нагреве и охлаждении.

Для удаления воздуха из наполненных банок их подвергают воздействию высокотемпературного пара в специализированной камере (экстаустере), нагретой до приблизительно 90 °С. Данная процедура направлена на достижение нескольких целей: устранение воздушных включений в продукте, предварительное повышение его начальной температуры перед последующей термообработкой (что способствует сокращению времени обработки и минимизации риска возникновения нежелательного «вареного» привкуса), а также обеспечение необходимого уровня вакуума.

Выбор конкретного метода вакуумирования осуществляется с учетом ряда факторов, включая экономическую целесообразность, физико-химические характеристики продукта, производительность производственной линии и требуемую степень разрежения.

Уровень вакуума в герметично укупоренной таре с консервированными продуктами обычно варьируется в пределах 250-500 мм ртутного столба. Для продуктов с незначительным свободным пространством над основным содержимым степень разрежения может составлять 0-125 мм ртутного столба, в то время как для консервированной сладкой кукурузы данный показатель может достигать 660 мм ртутного столба. Вакуумная среда в банке выполняет различные функции, и в ряде случаев необходимо строго контролировать уровень разрежения, чтобы предотвратить деформацию тары вследствие термического расширения газов в процессе стерилизации.

Степень риска, связанного с возможным расширением продукта, определяется его газосодержанием, а также конструктивными особенностями металлической тары, включая наличие специальных приспособлений для облегчения вскрытия. При наличии потенциальных рисков, связанных с расширением продукта, герметично укупоренные банки после закупоривания, но до нанесения маркировки, подвергаются контрольному измерению уровня вакуума.

После герметичного укупоривания тары двойным фальцовочным швом рекомендуется произвести её промывку водой. Это необходимо для удаления остатков фасуемых продуктов, которые могут впоследствии вызвать коррозию.

4.6.3 Герметизация банок

Главный метод герметизации металлических банок — двойной фальцевый шов между крышкой и корпусом, формируемый в два этапа из отогнутого наружу крючка корпуса и загнутого крючка крышки (рис. 4.5).

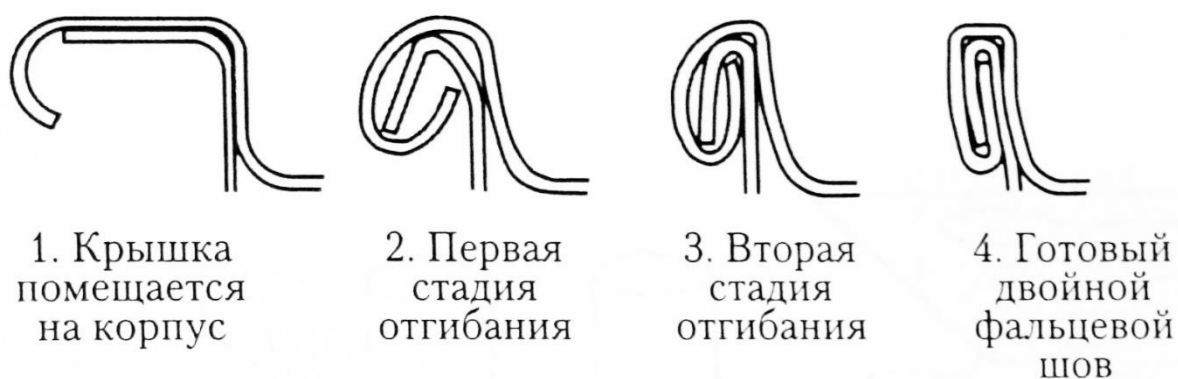


Рис. 4.5. Стадии формирования двойного фальцевого шва

Для продуктов, подлежащих фасовке после термической обработки, процедура герметизации является ключевым этапом, обеспечивающим безопасность пищевой продукции на последующих стадиях. В рамках системы ХАССП (Hazard Analysis and Critical Control Points) данный процесс классифицируется как критическая контрольная точка (ККТ). Управление герметизацией осуществляется путем корректной настройки укупорочного оборудования в соответствии с типом используемой тары. Контроль данной ККТ производится через систематические визуальные проверки, включая отбор контрольных образцов с периодичностью, например, каждые 30 минут, с последующим измерением параметров, таких как смещение или срезание элементов днищ.

Хотя риски, связанные с разливом безалкогольных напитков в тару, относительно невелики, дефекты укупорки могут привести к значительным финансовым потерям. В связи с этим стандарты качества укупорки строго регламентированы. Дополнительные проверки требуются при выявлении случаев защемления тары укупорочным устройством.

Спецификация параметров шва, обеспечивающего герметичность тары, разрабатывается производителем металлических банок. В отдельных случаях предприятия могут использовать внутренние стандарты, определяющие характеристики фальцевого шва. К ключевым параметрам, обеспечивающим качественное укупоривание, относятся:

- толщина шва;
- высота шва;
- степень перекрытия;
- наличие свободного пространства над продуктом;
- прилегание загиба к корпусу банки;
- уровень морщинистости шва и его влияние на герметичность.

Эти параметры определяют величину перехвата загиба ободка корпуса банки и изгибы поверхности днища, гарантируя нужный нахлест для плотного контакта пяти слоев металла (см. рис. 4.6).

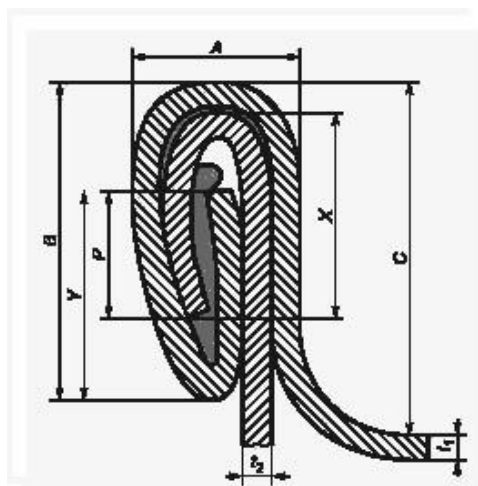


Рис. 4.6. Основные измеряемые параметры двойного фальцевого шва: толщина (А); ширина (В); глубина посадки (С); ширина крючка корпуса (х); ширина крючка крышки (у); ширина перекрытия закаточного шва (Р); толщина металла корпуса (t_1); толщина металла крышки (t_2)

4.6.4 Тепловая обработка

Температурные режимы, применяемые в процессе стерилизации (обычно в диапазоне 115-135 °С) и пастеризации (обычно в диапазоне 90-105 °С) металлических банок с пищевыми продуктами и напитками, являются относительно низкими по сравнению с температурами, используемыми при производстве самих банок. Таким образом, данные температурные параметры не выступают в качестве ограничивающего фактора. Однако комбинация давления и температуры в автоклаве может оказывать неблагоприятное воздействие на упаковочные материалы. Выбор конкретных температурно-временных режимов тепловой обработки на предприятиях консервной промышленности должен основываться на результатах испытаний, направленных на оценку теплопередачи консервируемого продукта. В процессе стерилизации и пастеризации пищевых продуктов методом термического воздействия внутри герметично закупоренного контейнера возникает внутреннее давление, которое может привести к деформации упаковки или нарушению целостности конструктивных элементов, предназначенных для облегчения последующего вскрытия. Наибольший риск возникновения аварийных ситуаций, связанных с повышением давления, возникает при резких изменениях градиента давления между содержимым упаковки и внешней средой, например, при переходе от нагретого состояния к охлажденному.

Несмотря на то, что конструкция консервной тары рассчитана на выдерживание давления, возникающего в рамках стандартных технологических процессов консервирования, необходимо строго соблюдать режим эксплуатации оборудования для предотвращения избыточного повышения давления внутри упаковки.

В систему тепловой обработки периодического действия партии консервных банок поступают двумя основными способами: в упорядоченном

виде, уложенными рядами в корзинах, оснащенных откидным фальшдном, или в неупорядоченном состоянии, насыпью. Второй метод представляет собой более рискованный подход, поскольку хаотичное размещение банок может привести к их повреждению. В карусельных пастеризаторах периодического действия слои банок, размещенные в корзинах, должны фиксироваться с помощью пневматических или механических прижимающих устройств. Это предотвращает их смещение в процессе нагревания и, соответственно, минимизирует риск механического истирания из-за взаимодействия между собой.

Для предотвращения коррозии внешних поверхностей банок и обеспечения надлежащей тепловой обработки содержимого, что может быть затруднено из-за недостаточной теплопередачи, вызванной наличием воздуха, необходимо обеспечить адекватную вентиляцию автоклавов, работающих с насыщенным паром. Кроме того, к коррозии может привести и попадание в автоклав воздуха с продуктами горения.

Металлические банки для напитков, требующих пастеризации, обычно подвергаются термической обработке в туннельных пастеризаторах, но иногда бывает достаточно только горячего розлива.

4.6.5 Охлаждение и сушка металлических банок

Сушка стерилизованных консервных банок после процесса охлаждения является критически важной процедурой, направленной на минимизацию рисков повторной контаминации микроорганизмами [18]. Эта процедура предотвращает коррозию внешних поверхностей банок, включая как консервные банки, так и емкости для напитков.

Следует отметить, что двойной фальцевый шов между днищем и корпусом консервной банки не обеспечивает окончательную герметичность сразу после тепловой обработки [18]. Через микроскопические неплотности этого шва в банку может проникнуть незначительное количество воды, что при наличии в ней микроорганизмов может привести к порче продукта или пищевым отравлениям. Для минимизации этих рисков необходимо обеспечить высокое качество швов, исключить наличие проколов и соблюдать строгие требования к санитарно-гигиеническому состоянию производственной среды непосредственно после стерилизации. Дополнительно рекомендуется применять охлаждающую воду с добавлением биоцидных средств, таких как свободный хлор, контролируя их концентрацию для предотвращения коррозии банок. Крайне важно избегать проведения дальнейших операций с банками до их полного высыхания и остывания. В противном случае существует риск контаминации патогенными спорами *Clostridium botulinum*, которые могут вызвать серьезные пищевые отравления, вплоть до летального исхода.

Химический состав охлаждающей воды подлежит регулярному мониторингу, так как повышенное содержание солей в ней может

способствовать образованию отложений на поверхности банок и развитию коррозионных процессов.

Для обеспечения надлежащего высушивания консервированных продуктов рекомендуется завершить процесс тепловой обработки при достижении температуры, которая способствует удалению остаточной влаги. Оптимальная температура для извлечения банок из автоклава составляет 40 градусов Цельсия. Указанная температура является критической, поскольку стерилизованные продукты не следует подвергать воздействию температур, способствующих размножению термофильных микроорганизмов, которые могли выжить в процессе термообработки.

Для проведения процедуры сушки могут быть использованы следующие специализированные устройства и методы:

1. Опрокидыватели, предназначенные для удаления воды из углублений в днищах банок.
2. Воздушные ножи (ракели), обеспечивающие эффективное удаление влаги с поверхности банок.
3. Специальные стеллажи с обогреваемыми направляющими, по которым осуществляется прокатка металлических банок для ускорения процесса сушки.
4. Погружение банок в ванны с поверхностно-активными веществами (ПАВ), способствующее более интенсивному удалению влаги.

4.6.6 Хранение и транспортировка

При хранении как пустых, так и наполненных консервных банок необходимо соблюдать определенные условия. Основной проблемой является коррозия, вызванная конденсацией влаги, которая возникает при несоответствующем температурно-влажностном режиме. Риски конденсации влаги можно прогнозировать с помощью психрометрических таблиц. Для минимизации рисков резких перепадов температур традиционно рекомендуется использовать промежуточные камеры. В условиях повышенного риска конденсации и ограниченного климат-контроля рекомендуется применять вторичную (групповую) упаковку с пакетиками поглотителей влаги.

Склады должны быть защищены от сквозняков, окна закрыты для минимизации движения воздуха. Обертывание паллет стретч-пленкой и лотков с банками усадочной пленкой снижает риск конденсации влаги и препятствует оседанию гигроскопичной пыли, содержащей соли, что может вызвать коррозию.

Замораживание банок с консервами не рекомендуется, так как образование льда при замерзании воды может привести к деформации упаковки.

Для предотвращения повреждений при транспортировке консервов на поддонах необходимо исключить возможность смещения груза. Верхние ярусы банок ограничиваются специальной рамкой и оборачиваются лентой, стретч-пленкой или усадочной пленкой. Поддоны должны быть исправными, соответствовать спецификации и не содержать выступающих гвоздей, которые

могут проколоть упаковку. Пневматические пистолеты для крепления скоб вблизи паллет использовать запрещено. Содержание влаги и химический состав древесины поддонов (ящиков) должны соответствовать антикоррозионным требованиям. В спецификации консервных банок должна быть указана максимально допустимая осевая нагрузка, определяющая высоту штабелирования с учетом деформации нижних ярусов под действием сжатия.

Для предотвращения скопления влаги банки следует размещать на некотором возвышении от пола и на удалении от стен. Разделение крупных партий на более мелкие способствует улучшению вентиляции.

4.7 Срок годности консервированных пищевых продуктов

Консервирование термообработанных пищевых продуктов представляет собой специализированный метод консервации, направленный на обеспечение герметичности упаковки продукта в металлических контейнерах, а также на осуществление стерилизации или пастеризации продукта посредством тепловой обработки. Таким образом, предотвращение порчи продукта вследствие микробиологического роста и размножения не требует использования консервантов. Однако, даже в условиях герметичной упаковки, в консервированном продукте продолжают протекать химические реакции, приводящие к изменению его цвета, вкуса и расщеплению входящих в состав компонентов. Кроме того, упакованный продукт вступает в контакт с материалом упаковки, что также влияет на его физико-химические характеристики.

Сроки годности консервированных пищевых продуктов регулируются рядом факторов, которые могут быть обусловлены как технологическими аспектами производства, так и условиями хранения. Для корректного понимания этих факторов необходимо определить, что подразумевается под сроком годности. Срок годности может быть определен двояко: по показателям стабильности физико-химических свойств продукта и по допустимому периоду хранения. В первом случае срок годности представляет собой временной интервал, в течение которого продукт при стандартных условиях хранения полностью сохраняет свои заявленные характеристики, хотя даже по истечении данного срока продукт может оставаться пригодным для употребления. Во втором случае срок годности обозначает временной интервал, по истечении которого качество продукта при стандартных условиях хранения становится неприемлемым для потребителя с точки зрения органолептических и микробиологических показателей.

Срок хранения консервированных продуктов зависит от трех главных групп факторов:

1. Органолептических свойств продукта, таких как оттенки цвета, вкус, запах (со всеми нюансами) и консистенция.
2. Устойчивости нутриентов, включая уровни белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов.

3. Взаимодействия содержимого с упаковкой, в частности ее химической нейтральности, проницаемости для газов и механической надежности.

В данном разделе будут рассмотрены аспекты взаимодействия содержимого металлических контейнеров как с упаковочным материалом, так и с внешними факторами окружающей среды.

4.7.1 Взаимодействие между металлической банкой и ее содержимым

Консервированные пищевые продукты вступают в контакт с внутренней поверхностью упаковочных банок, что может привести к коррозии металла. У обычных жестяных банок коррозия наблюдается в виде изъязвлений (точечной коррозии) с возможным одновременным потускнением поверхности. Для предотвращения этого явления внутренние поверхности банок покрывают лаком, образующим своего рода барьер между пищевым продуктом и металлической стенкой контейнера. Такие покрытия позволяют использовать и для изготовления консервных банок и другие материалы, которые в обычных условиях подвержены быстрому окислению и коррозии.

Без покрытия внутренней поверхности противостоять коррозии под действием содержащихся в пищевой продукции кислот способны лишь банки их белой жести; все остальные металлы в обязательном порядке покрывают лаком. В случае расфасовки продуктов с высокой агрессивностью, таких как томатная паста, а также при наличии риска возникновения точечной коррозии и потускнения поверхности банок, даже внутренняя поверхность подвергается покрытию лаком.

4.7.2 Роль олова

Консервные банки в основном делают из стали, покрывая ее внутри и снаружи тонким оловянным слоем, называемым полудой. Это покрытие — неотъемлемая часть конструкции, напрямую влияющая на длительность хранения продукта. Главная задача олова — ограждать стальную основу от контакта с пищей. Без него железо из стали реагирует с содержимым, вызывая потемнение продукта, посторонние привкусы и даже вздутие банки, что грозит потерей герметичности. Вторая ключевая функция олова — формирование восстановительной атмосферы, ускоряющей поглощение остаточного кислорода при запайке. Благодаря этому снижаются окислительные реакции, исключая обесцвечивание, а также порчу вкуса и аромата. Благодаря этим свойствам использование оловянного покрытия позволяет фасовать некоторые продукты в металлические банки без дополнительного нанесения лака на внутреннюю поверхность корпуса и днища. Однако попытки усилить эти свойства путем включения олова в состав лака или использования солей олова не показали такой же эффективности, как применение простых банок из белой жести. В последнее время наблюдается тенденция к более широкому использованию консервных

банок с полным лаковым покрытием, что может привести к некоторому ухудшению качества упакованных продуктов.

Для проявления вышеуказанных положительных характеристик олова его абсорбция продуктом должна быть обеспечена. Скорость данного процесса, как правило, является незначительной. В связи с этим срок годности продукта определяется таким образом, чтобы максимально допустимое содержание олова в количестве 200 мг/кг не превышалось в течение всего установленного периода хранения. Характеристики продукта и упаковочные материалы выбираются с учетом данных требований.

Олово, нанесённое на поверхность белой жести, выполняет функцию анода, обеспечивая защиту стали от коррозии посредством электрохимического процесса окисления. Медленная скорость окисления олова обусловлена высоким водородным потенциалом его поверхности, который формирует оксидную плёнку, эффективно препятствующую коррозионным процессам. Благодаря этому даже при очень малой толщине оловянного покрытия достигается высокая степень защиты металлической основы (рис. 4.7).

Большинство пищевых продуктов характеризуются низким содержанием олова (< 10 мг/кг). Однако в некоторых консервированных продуктах, которые вступают в контакт с оловом на внутренних поверхностях банок, его концентрация может быть значительно выше.

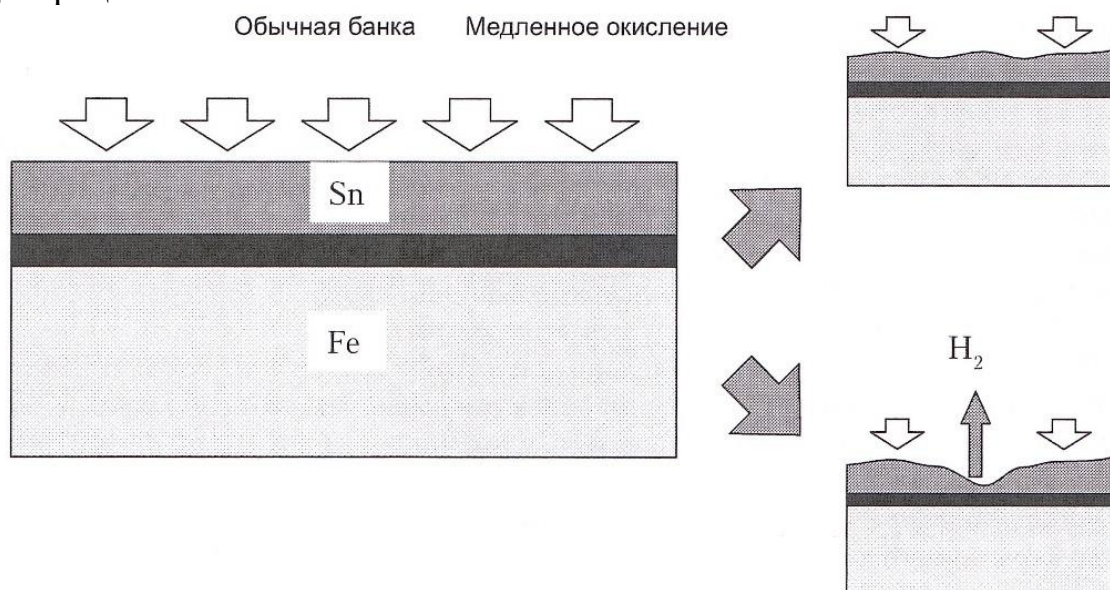


Рис. 4.7. Процесс коррозии обычной нелакированной банки из белой жести. Обычно слой разрушается довольно равномерно, но при локализации такого разрушения окислению с выделением водорода подвергается низлежащий слой железа

4.7.3 Миграция олова с внутренних поверхностей консервных банок в пищевые продукты

Олово из внутреннего слоя жестяных банок медленно переходит в пищевой продукт во время хранения. Его уровень в содержимом растет с продолжительностью срока, что вместе с прочими влияниями затрудняет расчет

среднего значения для конкретного изделия. Одни из редких общих выводов: в банках с лаковым покрытием внутри концентрация олова остается минимальной. В незащищенных лаком зонах возникают естественные процессы коррозии, которые электрохимически оберегают железо в составе жести. Переход олова идет очень медленно — например, для банки без внутреннего лака с персиковыми дольками в сиропе (73 мм × 111 мм) скорость миграции достигает около 3–4 мг/кг·мес. За весь срок хранения уровень олова не выходит на критические отметки.

В определённых условиях миграция олова может происходить с различной интенсивностью, что приводит к увеличению его концентрации в конечном продукте. На скорость данного процесса влияют многочисленные взаимосвязанные факторы. В связи с этим, для точного прогнозирования скорости миграции олова и, соответственно, определения срока годности консервированных продуктов, необходимо проводить комплексные испытания упаковочных материалов, учитывая накопленный опыт работы с аналогичными продуктами.

К числу известных факторов, оказывающих влияние на скорость миграции олова, относятся:

Время и температура. Миграция олова в продукт происходит последовательно с переменной скоростью, которая зависит от температурных условий. В начальный период хранения скорость миграции олова является более высокой по сравнению с последующими этапами хранения.

Наличие участков жести, не покрытых лаком. Наличие участков жести, не покрытых лакокрасочным составом, является критическим фактором, влияющим на качество продукции. Общая площадь контакта металла с продуктом имеет меньшее значение по сравнению с наличием незащищенных участков. В контейнерах, где отсутствуют такие незащищенные участки жести, концентрация олова в продукте оказывается ниже, чем в тех, которые хранились в контейнерах с частично обнаженной поверхностью металла.

Общая масса полуды. Допустимое содержание олова в полуде ограничено регламентированными стандартами. Однако скорость миграции данного элемента прямо пропорциональна уменьшению толщины слоя полуды. Следует учитывать и другие параметры упаковки, включая размер частиц олова, степень пассивации и другие технические характеристики.

Тип и рецептура (состав) пищевого продукта. Скорость абсорбции олова продуктом зависит от различных факторов, включая значение pH продукта. Определенные компоненты рецептуры, такие как органические кислоты и натуральные красители, могут формировать комплексы с металлами, что изменяет коррозионные характеристики продукта относительно олова и железа.

Присутствие отдельных ионов. Определенные ионы, такие как нитраты, могут значительно повысить скорость окислительных процессов. Эти ионы образуются в результате химической реакции самого продукта, некоторых его компонентов (например, воды и сахаров), а также в результате присутствия посторонних веществ (например, остатков почвенных улучшителей).

Степень разрежения. Скорость миграции олова может возрастать под воздействием двух химических факторов: наличия остаточного кислорода и присутствия химических соединений, таких как нитраты, которые часто классифицируются как «катодные деполяризаторы» (рис. 4.8). Эти вещества, выступающие в роли катализаторов, расходуются в процессе миграции олова, оказывая наиболее значительное влияние на начальном этапе окисления. В результате с увеличением продолжительности хранения концентрация олова постепенно возрастает, а скорость миграции снижается, что приводит к стабилизации концентрации на уровне «плато». Данный процесс замедления миграции продолжается до тех пор, пока значительная часть олова не будет израсходована и не обнажится слой железа. После этого скорость поглощения олова продуктом вновь увеличивается. Эта третья фаза, как правило, наблюдается после истечения срока годности продукта, что делает её последствия менее значимыми с практической точки зрения.

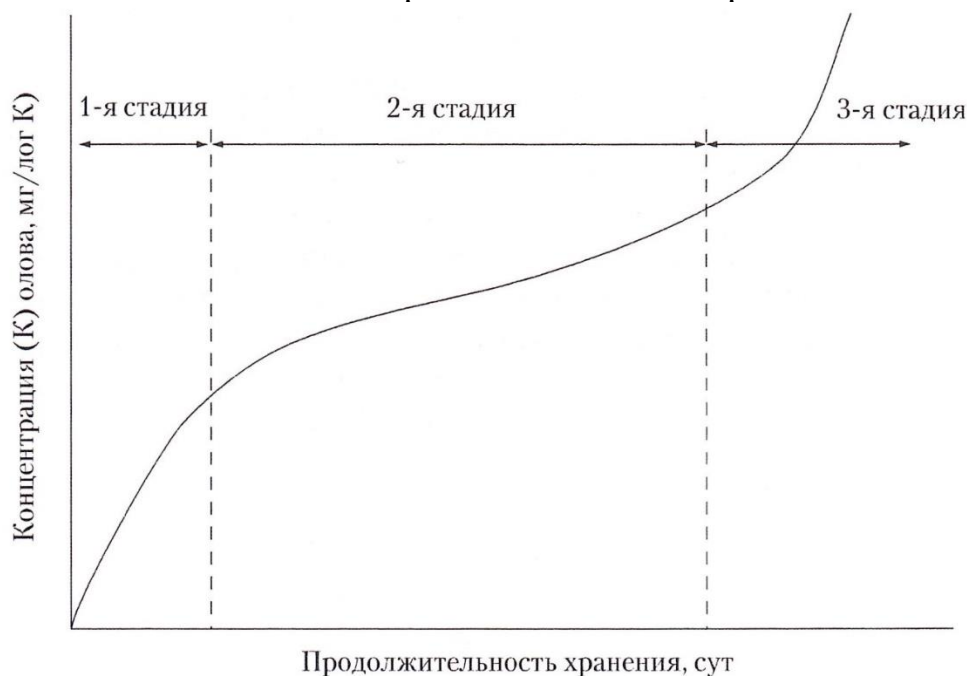


Рис. 4.8. Примерная логарифмическая кривая повышения концентрации олова в кислых пищевых продуктах при хранении

4.7.4 Степень токсичности олова

Повышенный уровень олова в пище может провоцировать раздражение ЖКТ и временные нарушения пищеварения — тошноту, рвоту, понос, колики, озноб, головную боль. Отравление возникает при содержании свыше 200 мг/кг (предельно допустимая концентрация, ПДК), а вероятность растет выше 250 мг/кг. Регулярное потребление продуктов из стандартных банок белой жести не вредит здоровью.

Окисление олова продолжается весь срок хранения консервов, поэтому нужно сдерживать его скорость. Ускоряют процесс нагрев, кислород, нитраты, отдельные консерванты, красители и агрессивные ингредиенты пищи.

Эффективный способ замедлить окисление в банках с открытыми участками — высокий вакуум. В России ПДК олова в продуктах — 200 мг/кг, что часто определяет максимальные сроки реализации.

4.7.5 Железо

В отношении содержания железа в пищевых продуктах следует отметить, что на данный момент не установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) и нормативные рекомендации. Железо является эссенциальным микроэлементом, необходимым для человеческого организма, и его содержание не влияет на срок годности продуктов, установленный нормативными документами. Однако избыточное количество железа может негативно сказаться на органолептических свойствах продуктов.

Переход железа из банок черной и белой жести в продукт — естественный процесс. Его темпы зависят от физических характеристик: площади внутренней поверхности, соприкасающейся с содержимым, и наличия оловянного или лакового барьера. Полуда на внутренней стороне жести имеет микропоры, через которые окисляется сталь, потенциально вызывая коррозию. Обычно коррозия развивается медленно, но иногда возникает точечная форма. Она приводит к глубоким язвам в жести, что в итоге повреждает упаковку и портит продукт (рис. 4.9).

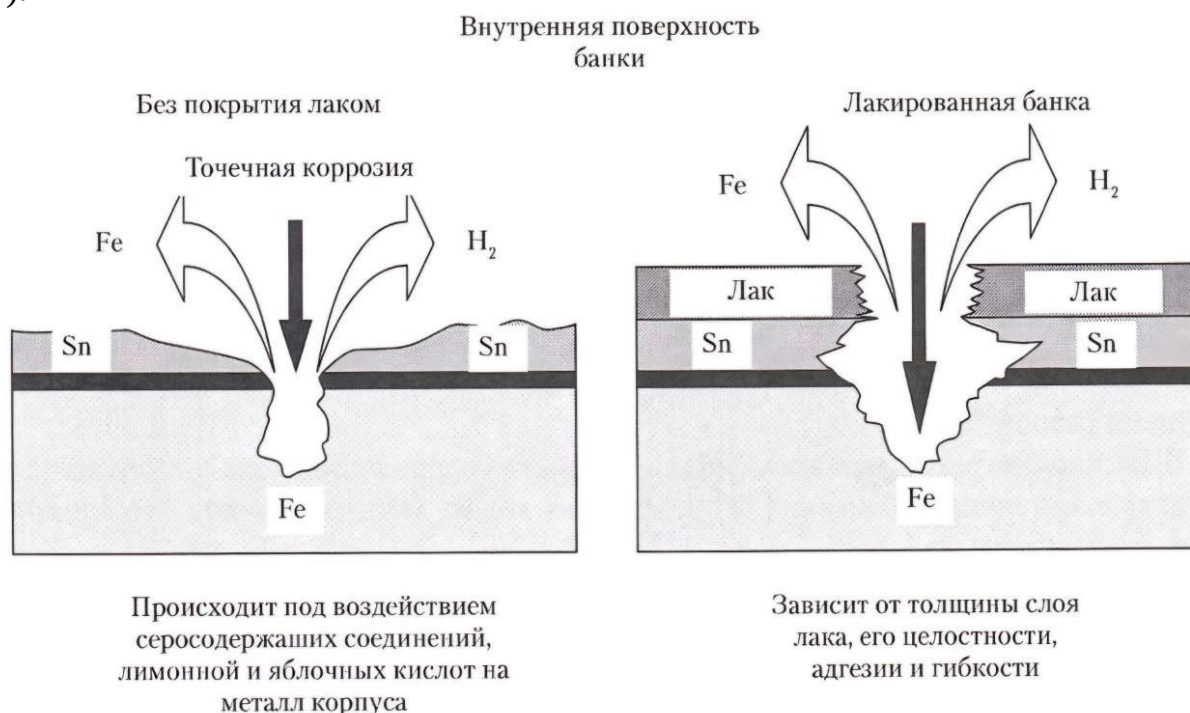


Рис. 4.9. Точечная коррозия не покрытых лаком (слева) и покрытых (справа) внутренних поверхностей жестяных консервных банок

Сильная коррозия железа возникает на финальных этапах окисления олова, когда большие участки жести оголяются. Тогда вещества из пищи (например,

органические кислоты из овощей и фруктов) запускают окисление железа с выделением водорода. Это провоцирует вздутие контейнеров.

По окончании срока хранения рост железа в продукте меняет его вкус, аромат и цвет. Даже слабое окисление придает металлический оттенок — например, некоторым видам светлого пива в жестянках или коловым газировкам. Из-за высокой чувствительности к железу определенные вина не разливают в жестяные DWI-банки, а только в алюминиевые DWI. Поглощенное железо обесцвечивает некоторые продукты, поэтому используют хелатообразующие добавки для его связывания.

4.7.6 Свинец

Изначально паяные банки включали свинец, но сейчас его доля сильно уменьшена. Впрочем, в отдельных видах жести все равно возможны минимальные примеси свинца, поэтому необходим жесткий мониторинг его уровня.

4.7.7 Алюминий

Чтобы исключить контакт продукта с алюминием, банки покрывают лаковым слоем. Поэтому уровень алюминия в консервах остается низким. Тем не менее, даже это небольшое количество способно ухудшить свойства особо восприимчивых изделий, например, вызвать помутнение в пиве.

4.7.8 Покрытия

Лаковое или эмалевое покрытие сильно ограничивает переход олова в продукт, поэтому их активно используют даже для традиционных консервов без покрытия в жести. Сейчас доступны разные виды покрытий; лидерами стали эпоксидные, подходящие для мяса, рыбы, овощей и фруктов. Они заменили олесмольные, раньше применявшиеся для тех же целей.

Некоторые фирмы выбирают виниловые смолы — без запаха и привкуса, идеальные для сухих изделий вроде печенья и порошков, а также отдельных напитков. Белые виниловые варианты защищают от контакта металла с пищей и служат маркетинговым ходом, подчеркивая чистоту и гигиену. Покрытия из натуральных органических полимеров тоже лишены вкуса и аромата, их задействуют для напитков в банках.

В трехкомпонентных банках боковой шов часто требует специального покрытия, даже если остальная внутренняя поверхность остается незащищенной. Для этого используются различные типы покрытий, упомянутых выше, которые наносятся в виде полосы, а также специальные порошковые материалы.

Все покрытия проходят длительные испытания перед получением разрешения на контакт с пищевыми продуктами. Процесс их нанесения строго

регламентирован и контролируется с использованием соответствующих сертификатов соответствия.

Вопросы для самоконтроля к главе 4:

1. Каков глобальный объем производства металлических контейнеров ежегодно и какая доля приходится на банки для напитков?
2. Перечислите восемь фундаментальных характеристик, которым должна соответствовать металлическая тара для пищевых продуктов.
3. Объясните роль вакуума, возникающего при охлаждении металлических банок после стерилизации, и почему конструкция тары должна выдерживать внешнее давление.
4. В чем преимущество внутреннего давления от газированных напитков или азота в негазированных напитках для обеспечения прочности тонкостенных банок?
5. Почему форма корпуса банки играет ключевую роль в себестоимости, физических характеристиках и совместимости с продуктом?
6. На какую долю себестоимости металлических контейнеров приходится сырье из металла и от чего зависит количество металла?
7. Перечислите примеры нецилиндрических форм контейнеров и продукты, для которых они применяются.
8. В чем разница в системах укупорки для мясных/рыбных консервов и напитков, и почему днища банок герметизируются двойным швом?
9. Как получают белую жести из черной и для чего служит оловянное покрытие в консервных банках?
10. Объясните роль органического покрытия на внутренней стороне белой жести помимо барьерной функции.
11. В чем преимущества стальных банок с хромированным покрытием по сравнению с оловянными?
12. Перечислите основные элементы трехэлементной конструкции металлической банки и преимущества такой технологии.
13. Опишите процесс изготовления двухэлементных банок методом многостадийной вытяжки (DRD).
14. В чем суть технологии DWI (вытяжка с утончением стенок) и для каких банок она выгодна?
15. Какие стадии обработки проходят корпуса банок перед нанесением нижнего днища в производстве трехдетальных банок?
16. Что такое SOT (Stay-On Tab) и как оно отличается от традиционного кольца для открытия банок?
17. Перечислите методы испытаний металлической тары при входном контроле для внешней и внутренней поверхностей.
18. Объясните цели эксгаустера при вакуумировании банок и типичный уровень вакуума в герметично укупоренной таре.

19. Какие ключевые параметры двойного фальцевого шва контролируются для обеспечения герметичности?

20. Как оловянное покрытие (полуда) защищает сталь от коррозии и почему его роль критична для срока хранения продукта?

5 Упаковывание пищевых продуктов в стеклянную тару

Определение стекла, согласно нормативной документации РФ, содержится в ГОСТ 32539-2013 "Стекло и изделия из него. Термины и определения". В этом стандарте стекло определяется как аморфное тело, получаемое путем переохлаждения расплава независимо от его химического состава и температурной области затвердевания и обладающее механическими свойствами за счет постепенного увеличения вязкости при охлаждении. Процесс производства стекла с химической точки зрения представляет собой охлаждение расплавленной композиции, состоящей из силикатов, извести и карбоната натрия, до температуры кристаллизации. После охлаждения данная композиция переходит в состояние, аналогичное жидкому, но вследствие обратимого изменения вязкости становится настолько вязкой, что с практической точки зрения воспринимается как твердое вещество [22].

Известно, что атомы и молекулы в стекле распределены случайным и неупорядоченным образом. С научной точки зрения это означает, что вещество, находящееся в расплавленном состоянии, не кристаллизовалось и при любых температурных условиях сохраняет аморфную структуру, аналогичную структуре жидкости. Что касается внешнего вида стекла, оно обычно прозрачно, однако степень прозрачности может быть изменена путем модификации состава стекла. Другие важные характеристики, такие как тепловое расширение, цвет и значение pH вытяжки, также могут быть модифицированы. Стекло представляет собой твердый и хрупкий материал, для которого характерен конхоидальный излом.

В настоящее время в упаковочной промышленности для пищевых продуктов используются стеклянные контейнеры двух основных типов: бутылки с узким горлышком и банки с широкой горловиной. Раньше популярны были стеклянные укупорки: завинчивающиеся крышки с резиновыми кольцами, металлические зажимы для газировки, вакуумные крышки для овощей и фруктов в консервах. Шлифованные стеклянные пробки, герметизирующие за счет трения, использовали для банок с долгосрочным хранением, особенно кондитерских изделий.

Стеклянная тара подходит для множества продуктов: растворимого кофе, сухих смесей, специй, детского питания, молочных продуктов, варенья, джемов, спредов, сиропов, обработанных фруктов-овощей, рыбных и мясных консервов, горчицы, соусов и прочего. Стеклобутылки востребованы для алкоголя — пива, вина, ликеров, крепких напитков, — а также безалкогольных газировок и минералки. Таким образом, стекло — универсальный вариант от порошков и гранул до жидкостей, включая карбонизированные под давлением.

Кроме того, в стеклотару могут быть упакованы продукты, прошедшие тепловую обработку (стерилизацию). Основные виды производимых стеклянных контейнеров и их процентное соотношение в общем объеме представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Рынок пищевых продуктов, упаковываемых в стеклотару

Стеклотара для фасования	Доля на рынке, %	Тенденции
Пива	30	Уверенный рост с начала 1990-х
Разных продуктов	24	После стабильных 1990-х гг. применение в настоящее время постепенно сокращается
Крепких алкогольных напитков и ликеров	18,5	Доля не меняется
Ароматизированных алкогольных напитков	16	Стремительный рост после 1997 г.
Безалкогольных напитков	6,5	Стабильно, но ниже среднего показателя 1990-х гг.
Молока	2	Доля не меняется
Вина	2	Доля не меняется
Сидра	1	Доля не меняется

5.1 Состав стекла

Прозрачное стекло. Стекло в основном состоит из диоксида кремния (SiO_2), который является ключевым компонентом природных материалов, таких как песок. Диоксид кремния при воздействии чрезвычайно высоких температур, обычно превышающих 1700°C , переходит в расплавленное состояние, а при охлаждении затвердевает в аморфную, некристаллическую форму. В отличие от кристаллических тел, где атомы расположены упорядоченно, атомы в стекле неорганизованны, что придает ему такие характерные свойства, как прозрачность и хрупкость.

В состав основного кремнезема часто добавляют различные другие соединения. Например, соду (Na_2O) часто смешивают с кремнеземом, чтобы снизить температуру плавления материала и улучшить физические и химические свойства стекла, что делает его более пригодным для использования в процессе производства. Известь (оксид кальция, CaO) – еще одна распространенная добавка, которая придает стеклу стабильность, предотвращая его растворение в воде и способствуя сохранению его структурной целостности. Оксид алюминия (Al_2O_3) используется для повышения стойкости материала к химической коррозии, в то время как оксид магния (MgO) и оксид калия (K_2O) используются для улучшения механических свойств стекла, в частности его способности выдерживать термические нагрузки.

Добавление стеклобоя снижает расход сырья для шихты.

Бледно-зеленое («полубелое») и темно-зеленое стекло. Полубелое имеет легкий зеленоватый оттенок. При менее чистом сырье растет доля оксида железа (Fe_2O_3), давая бледно-зеленый цвет. Для яркого сине-зеленого добавляют оксид хрома (Cr_2O_3). Темно-зеленый получают с хромом и железом.

Янтарное (до коричневого) стекло. Янтарное варят с оксидом железа в щелочной среде с углеродом. Оно блокирует УФ-лучи, идеально для светочувствительных продуктов и напитков.

Голубое (синее) стекло. Голубой оттенок в железобедном стекле дает кобальт. Цветные варианты создают термической обработкой в печи или локальным окрашиванием в зоне варки. Второй способ дороже, повышая себестоимость, поэтому не подходит для дешевых газировок в бутылках.

5.2 Преимущества стеклотары

Стеклянная тара представляет собой современный вид упаковочного материала, обладающий рядом существенных преимуществ. К числу таких преимуществ можно отнести [24]:

Имидж высококачественного продукта. Проведенные владельцами брендов маркетинговые исследования потребительских предпочтений демонстрируют, что потребители ассоциируют стеклянную тару с высоким уровнем качества продукта, упакованного в нее. Вследствие этого потребители готовы приобретать продукцию в стеклянной упаковке по более высокой цене, особенно это касается таких категорий товаров, как алкогольные напитки и настойки.

Текстура поверхности. Большинство стеклянных контейнеров характеризуются наличием гладкой поверхности. Однако существуют и альтернативные варианты обработки поверхности стекла. Поверхность может быть выполнена в шероховатой текстуре с эффектом "инея", а также декорирована различными изображениями, такими как надписи или гербы, и другими элементами. Эти особенности определяются на этапе проектирования форм. Кроме того, возможно применение метода травления поверхности с использованием кислот для достижения требуемых характеристик.

Цвет. В процессе производства стекла для достижения различных цветовых оттенков используется метод подбора соответствующих сырьевых компонентов. Кроме того, существуют специализированные технологические установки, предназначенные для изготовления малых партий стеклянной тары с нестандартными цветовыми характеристиками.

Возможность декорирования, в том числе нанесения печати, порошков, цветных рукавов и других этикеток, в том числе на основе полимерных пленок.

Непроницаемость. С точки зрения практического применения стеклотара, используемая для упаковки пищевых продуктов, обладает высокой степенью герметичности.

Химическая стойкость. Материал обладает высокой химической стойкостью к воздействию всех типов пищевых продуктов, включая жидкие и твердые субстанции, а также не имеет собственного запаха.

Разнообразие форм. Для повышения уровня идентификации продукта или бренда часто применяются специальные формы стеклянных контейнеров.

Возможность тепловой обработки. Стекло обладает высокой термостойкостью, что позволяет осуществлять процесс фасовки горячих пищевых продуктов, а также проводить тепловую обработку, включая стерилизацию и пастеризацию, в стеклянных контейнерах.

Возможность использования в микроволновой печи. Стекло обладает способностью пропускать микроволновое излучение, что позволяет осуществлять подогрев продуктов непосредственно в упаковке. Для обеспечения безопасности рекомендуется снимать крышки с упаковок перед началом процесса разогрева (однако в некоторых случаях крышки могут быть оставлены на контейнерах для предотвращения разбрызгивания содержимого в микроволновой печи). Современные технологии предусматривают возможность автоматического открывания крышек контейнеров в микроволновой печи без предварительного вмешательства пользователя.

Возможность укупорки с индикацией несанкционированного вскрытия. Стекланный контейнер обладает высокой степенью герметичности и устойчивости к проколу, что исключает возможность введения в него посторонних веществ с помощью иглы. Для обеспечения надежной герметизации и предотвращения несанкционированного доступа рекомендуется использовать термоусадочные пленки или специальные пластмассовые элементы, препятствующие открытию контейнера без разрушения защитного ободка. Также допускается применение металлических крышек для укупорки стеклотары, которые могут быть дополнительно оснащены механизмами защиты от несанкционированного вскрытия.

Простота открывания. Стекланные емкости, благодаря своей конструктивной жесткости, обладают рядом преимуществ по сравнению с пластиковыми контейнерами. В частности, они легче поддаются открыванию, а вероятность смещения крышки при герметизации существенно ниже. Однако следует отметить, что в некоторых случаях процесс открывания крышек банок с консервированными продуктами под вакуумом может быть затруднительным. Значительное упрощение процедуры открывания стекланных контейнеров было достигнуто благодаря разработке специализированных смазочных составов для уплотнительных прокладок, совершенствованию технологий нанесения этих составов на поверхность стекла, а также внедрению более строгих методов контроля наполнения и термической обработки. Для обеспечения требуемого срока хранения продукции необходимо учитывать оптимальный крутящий момент при открывании крышек. Это позволяет создать необходимую степень вакуума внутри контейнера и предотвратить самопроизвольное открывание крышки в процессе транспортировки и хранения.

Защита от УФ-излучения. Защита продукта от ультрафиолетового излучения обеспечивается посредством применения янтарного стекла, которое предоставляет частичную защиту от данного излучения. Также следует отметить, что зеленое стекло также может служить альтернативным средством для частичной защиты от ультрафиолетовых лучей [24].

Прочность. Несмотря на хрупкость материала, стекланные контейнеры демонстрируют высокую устойчивость к вертикальным нагрузкам, что значительно упрощает процесс их использования при фасовке и транспортировке. Хотя стекланные емкости имеют большую массу по сравнению с полимерными аналогами, они позволяют существенно сократить

затраты на транспортировку и хранение. Благодаря своей способности выдерживать значительные вертикальные нагрузки при минимальной вторичной упаковке, стеклянные контейнеры являются эффективным решением для логистических операций. Стекло обладает определенной эластичностью, что позволяет ему частично поглощать энергию при ударе. Для повышения ударопрочных характеристик стеклянных контейнеров применяются специализированные методы производства.

Гигиеничность. Стеклянная поверхность обладает высокой смачиваемостью и легко поддается сушке при проведении операций мойки и очистки перед процессом упаковки пищевых продуктов в стеклянные контейнеры.

Экологические преимущества. Стеклянные емкости представляют собой многоразовую упаковку, пригодную для вторичной переработки. Инновации в конструкции, технологии производства и области применения стеклянных контейнеров позволяют существенно снизить их массу.

Безопасность. Анализ диффузии веществ через стекло и в него показал: для пищевой упаковки это инертный материал. По гигиене и безопасности для потребителей стекло — лучший выбор для продуктов и напитков.

Совместимость с пищевыми продуктами. Главное достоинство стеклотары — сохранение жидких и твердых продуктов на долгие сроки без ущерба качеству, включая вкус и аромат.

Приемлемость для потребителей. Результаты маркетинговых исследований демонстрируют, что потребители связывают стеклянную упаковку с высоким качеством содержащихся в ней продуктов. Существует пять ключевых преимуществ использования стеклянной тары для упаковки пищевых продуктов, а именно:

- Эстетическая привлекательность.
- Ассоциативное восприятие высокого качества упакованного продукта.
- Сохранение вкусовых характеристик продукта.
- Визуальное восприятие продукта, стимулирующее аппетит.
- Возможность многократного использования и повторной герметизации.

5.3 Производство стекла и стеклянной тары

5.3.1 Расплав

Расплав стекла формируется в печи при температуре, близкой к 1350 °С. В процессе плавления происходит гомогенизация материала, что приводит к образованию вязкоупругой жидкости без газовых включений. Далее расплав стекла поступает через канал с контролируемой температурой (выработочную часть стеклоплавильной печи) в формовочное оборудование. В формовочную машину стекло подается через питающий механизм. Температура расплава

варьируется в зависимости от типа изготавливаемой емкости. Для производства стандартных стеклянных контейнеров, предназначенных для упаковки пищевых продуктов и газированных напитков, этот показатель составляет приблизительно 1100 °С.

5.3.2 Формование емкостей

В питателе стеклоплавильной печи (рис. 5.1) расплавленное стекло экструдировано через отверстие с заданным диаметром и скоростью потока, после чего происходит обрезка. В результате формируется капля цилиндрической формы, известная в отрасли как "пулька" или капля стекломассы, масса которой соответствует массе будущего контейнера. Эта капля свободно падает через систему отражателей в формующую установку, где попадает в выдувную форму. Форма состоит из двух частей: матрицы для формирования горлышка с венчиком и матрицы для корпуса, при этом она устанавливается дном вверх. Заготовка емкости формируется методом выдувания или путем прессования капли стекломассы в черновую форму. Затем заготовка переворачивается и помещается в чистовую форму, после чего подвергается выдуванию для окончательной формовки. На выходе из чистой формы стеклянные емкости подвергаются либо методу раздувного формования, либо технологии двойного выдува (рис. 5.2).

Процесс выдувного формования преимущественно используется в производстве стеклянных банок, в то время как метод двойного выдува применяется для изготовления бутылок. Для создания облегченных банок и бутылок применяется альтернативная технология, известная как выдувное формование контейнеров с узким горлышком. Выдувное формование является наиболее эффективным методом для производства банок с диаметром венчика не менее 35 мм. В свою очередь, методы, основанные на других технологиях, предпочтительны для изготовления емкостей с диаметром венчика не более 35 мм (см. рис. 5.3).

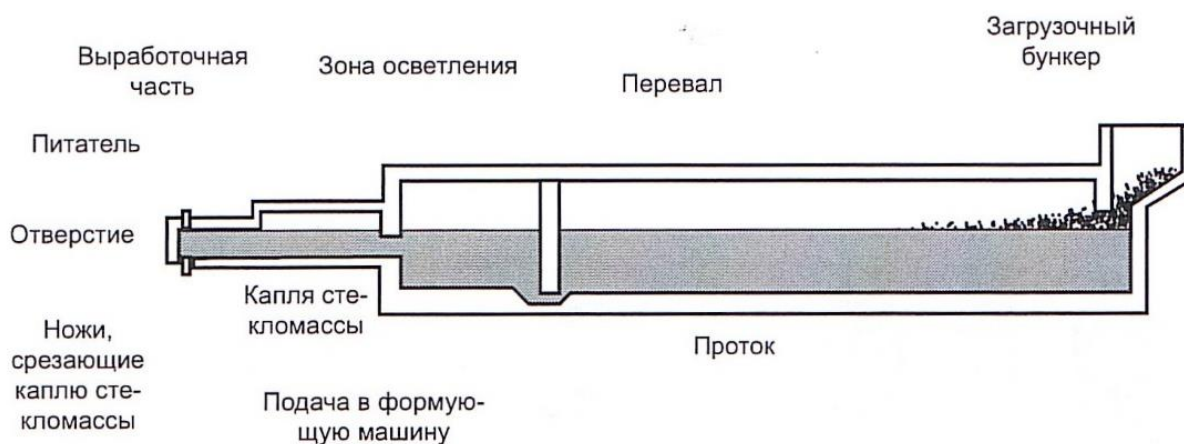


Рис. 5.1. Расплавленное в подающем устройстве стекло экструдировано через отверстие с установленной скоростью и отсекается, в результате чего образуется неполный цилиндр, называемый каплей стеклотары

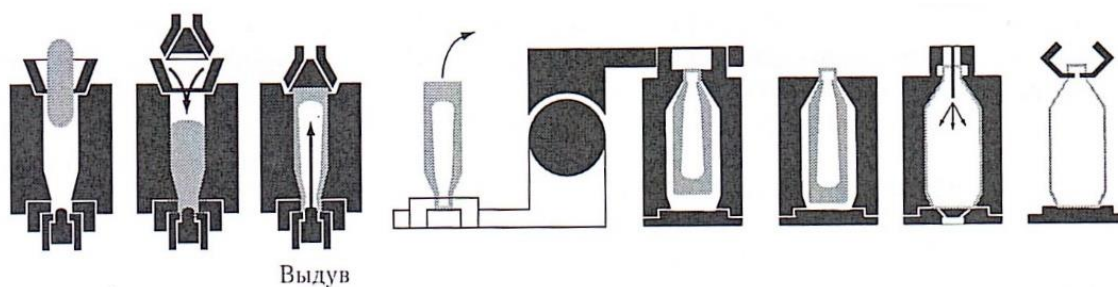


Рис. 5.2. Технология двойного выдува стекла

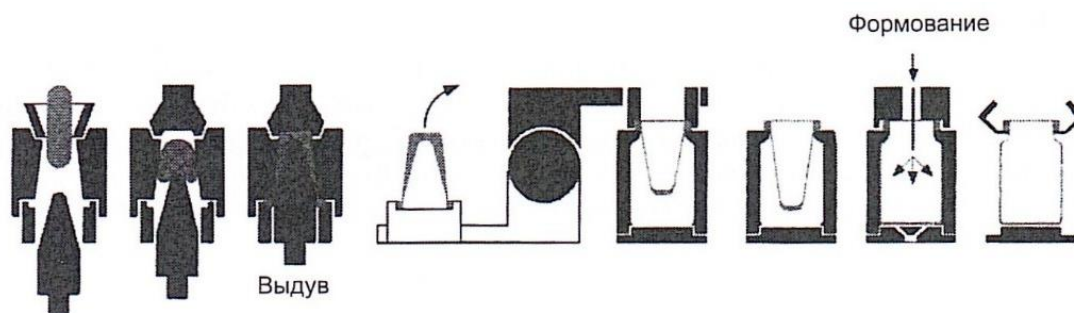


Рис. 5.3. Технология выдувного формования для производства емкостей с широким венчиком

Технология выдувного формования емкостей с узким венчиком обеспечивает более точное управление распределением стекломассы по сравнению с традиционным выдувным формованием. Это позволяет сократить массу изделия приблизительно на 30% (рис. 5.4).

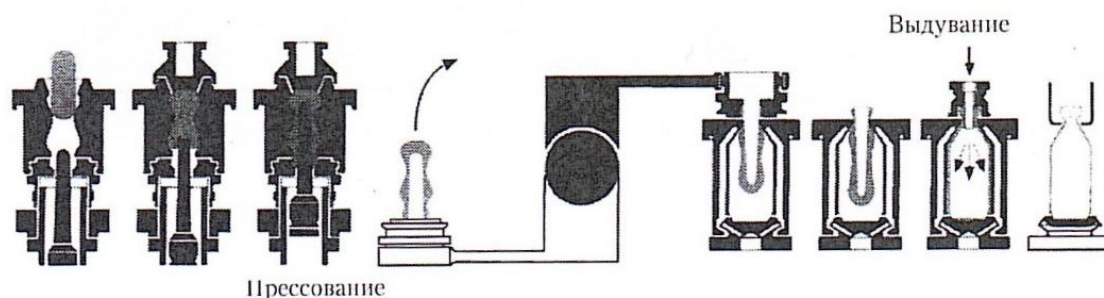


Рис. 5.4. Технология выдувного формования для производства емкостей с узким венчиком

5.3.3 Конструкционные характеристики

Одним из конструктивных параметров, обеспечивающих эксплуатационные характеристики стеклянной тары, является угол рефракции. Для банок с широким горлом этот угол должен составлять не менее 22° , а для бутылок — не менее 16° . Эти параметры служат индикаторами минимально допустимого уровня прочности тары. Дополнительные технические характеристики представлены на рисунках 5.5 и 5.6.

5.3.4 Обработка поверхности

После процесса формования поверхность емкости подвергается двухэтапной технологической обработке, включающей этап обработки в выработочной зоне и этап обработки в холодном конце печи.

Обработка в выработочной части. В выработочной части осуществляется обработка для предотвращения повреждений поверхности еще горячей емкости и обеспечения ее механической прочности. Наиболее распространенным методом является нанесение покрытия из оксида олова, однако также применяются покрытия на основе соединений титана. Данная обработка приводит к формированию поверхностей с повышенным коэффициентом трения, для снижения которого используются лубриканты, представляющие собой смазочные материалы.

Обработка в холодном конце печи. Второй этап обработки поверхности осуществляется после проведения отжига, который направлен на снижение остаточных напряжений, возникших в процессе формования. Целью обработки в холодной зоне печи является создание скользкой поверхности, устойчивой к воздействию давления и воды, что обеспечивает беспрепятственное прохождение емкости через высокоскоростные линии розлива. На этом этапе покрытие наносится путем распыления водного раствора или водяного пара с исключением попадания распыляемых частиц внутрь емкости. Для обработки чаще всего используются лубриканты на основе полиэфирных восков или полиэтилена. Поверхностное натяжение, достигаемое в результате данной обработки, измеряется с применением специальных индикаторов в форме палочек.

Требования к качеству стеклотары определяются в спецификации стеклянных емкостей на этапе их разработки и учитываются в производственном процессе. Это позволяет обеспечить потребности фасовщиков, логистов и конечных потребителей. С другой стороны, понятие «контроль качества» включает и технологический контроль, в том числе инспектирование емкостей онлайн, отбор образцов и методы контроля, используемые для управления технологическим процессом и подтверждения соответствия продукции техническим условиям.

Применяемые методы контроля качества подразделяют на химические, физические и визуальные.

5.3.5 Контроль качества стеклотары

Для проверки качества сырья и готовых стеклянных изделий применяют химические методы спектрофотометрии, пламенной фотометрии и рентгеновской флуоресценции. Даже незначительные отклонения от установленных стандартов состава и чистоты сырья могут существенно влиять на технологические и физические характеристики конечного продукта.

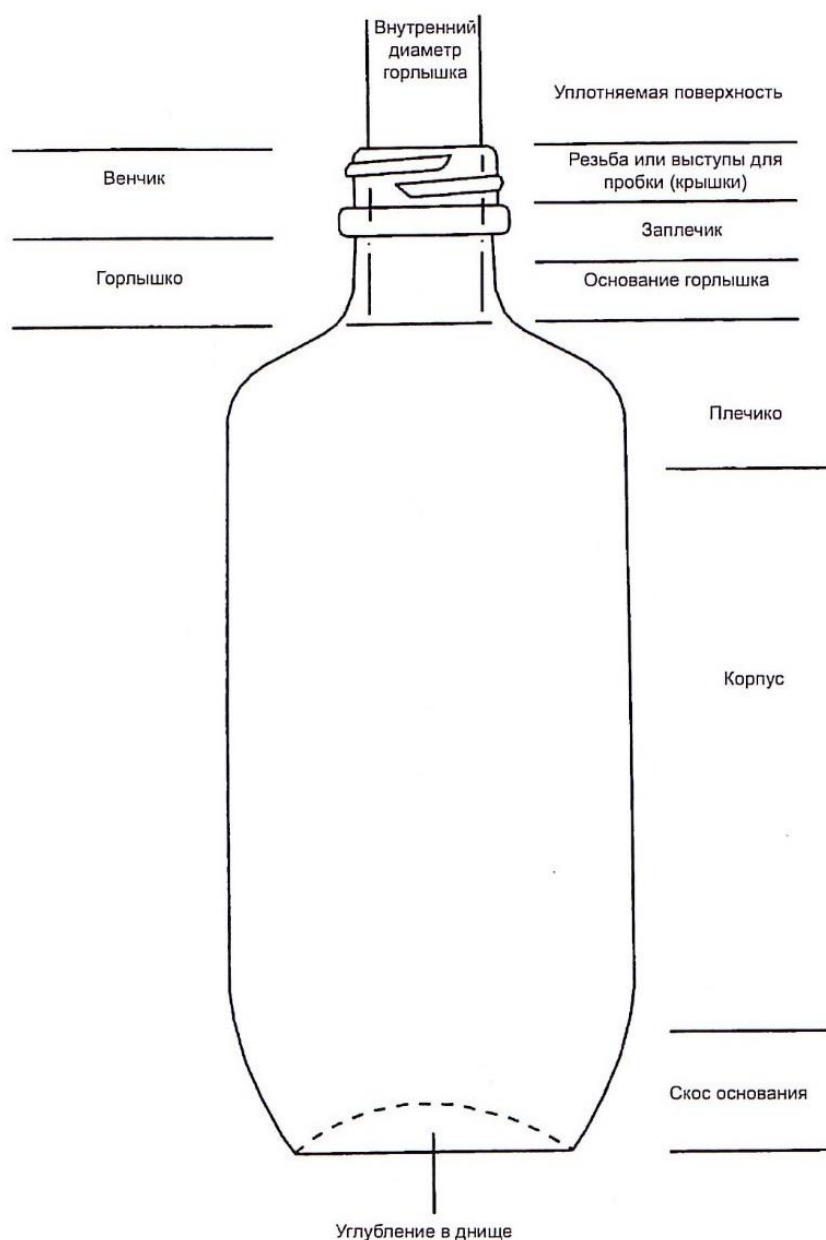


Рис. 5.5. Элементы стеклотары

Физические испытания включают в себя комплексную оценку соответствия установленным параметрам, которая охватывает следующие аспекты: верификацию размерных допусков, анализ цветовых характеристик, оценку устойчивости к ударным воздействиям, проверку термостойкости и определение способности выдерживать внутренние давления.

Визуальные методы применяются для обнаружения видимых дефектов. Список потенциальных дефектов, выявляемых посредством визуального контроля, является достаточно обширным. Несмотря на то, что большинство из них встречаются редко, систематическая визуальная проверка качества продукции является обязательной. Среди выявляемых дефектов можно выделить такие типы, как различные трещины, стеклянные нити (например, в виде "птичьих клеток" или шипов), присутствие посторонних включений, а также различные деформации и дефекты поверхностей.

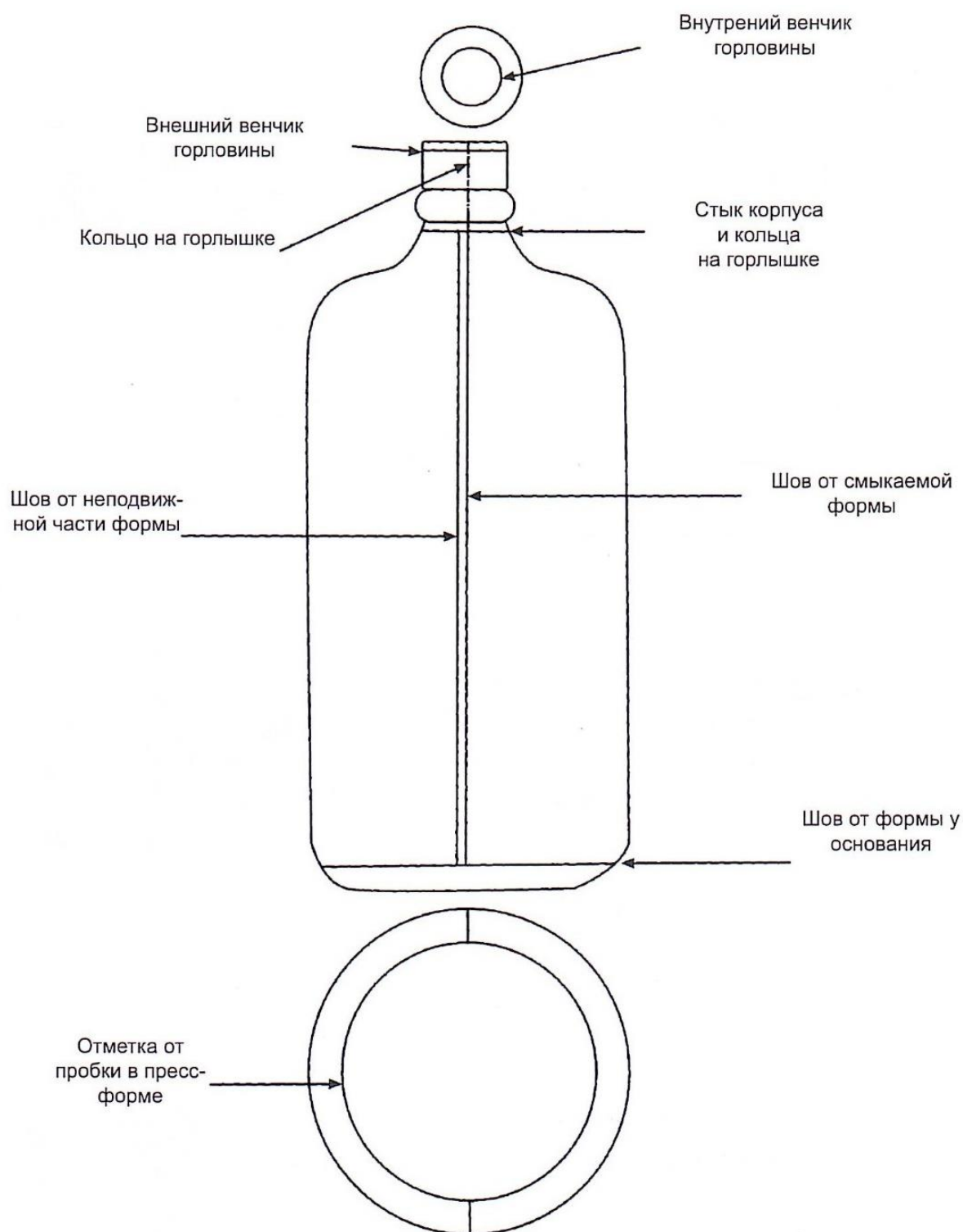


Рис. 5.6. Расположение швов от формы на стеклотаре

Дефекты классифицируются на следующие категории:

- Значительные дефекты, представляющие потенциальную опасность для потребителей и препятствующие использованию стеклянной тары по назначению.
- Серьезные дефекты, существенно снижающие эффективность процессов фасовки и упаковки.

– Незначительные дефекты, характеризующиеся нарушениями внешнего вида и не оказывающие влияния на эксплуатационные характеристики стеклянной тары.

В настоящее время проведение визуального онлайн-контроля осуществляется с помощью автоматизированных систем (рис. 5.7). Также применяются системы, известные как инспекционные комплексы, которые обеспечивают мониторинг состояния стенок емкостей с использованием нескольких камер и позволяют обнаруживать как прозрачные, так и непрозрачные дефекты поверхности. В системах, предназначенных для инспекции емкостей непосредственно после процесса формования, используются инфракрасные камеры. Онлайн-инспекция линий розлива пива для выявления посторонних включений может проводиться на скоростях до 60 000 бут./ч.

5.4 Выбор системы укупорки

Для герметизации стеклянной тары применяются металлические и пластиковые крышки [23]. Для вин и крепких алкогольных напитков используются традиционные корковые пробки. Бутылки могут быть закрыты различными способами: с помощью плотно вставляемой пробки-затычки, завинчивающейся пробки или металлического обжимного колпачка. Герметичность укупорки обеспечивается термосвариванием гибкой прокладки с повышенными барьерными характеристиками со стеклом. Сверху на прокладку обычно надевается колпачок, который защищает прокладку и позволяет многократно закрывать ёмкость по мере использования продукта. Примером простейшей укупорки является фольга, используемая для герметизации бутылок с молочными продуктами.

Все виды пробок, крышек и колпачков располагаются на той части емкости, которую принято называть венчиком. Английский термин *finish* может показаться странным, поскольку формование этой части бутылки осуществляется раньше других, но это название появилось еще в те времена, когда выдув и формование стеклянных емкостей проводили вручную и ободок формовали последним.

Венчик характеризуется четырьмя основными отраслевыми параметрами (рис. 5.8). Стеклянная резьба имеет округлый контур, а соответствующая резьба на крышках (как металлических, так и пластиковых) симметрична и соответствует резьбе на венчике емкости.

Систему укупорки следует подбирать очень тщательно. Если крышка (пробка) окажется очень широкой, то это может привести к утечкам продукта под действием либо внутреннего давления, либо повышения температуры в ходе тепловой обработки продукта. Если же пробка (крышка) окажется слишком узкой, то открыть ее можно будет с большим трудом.

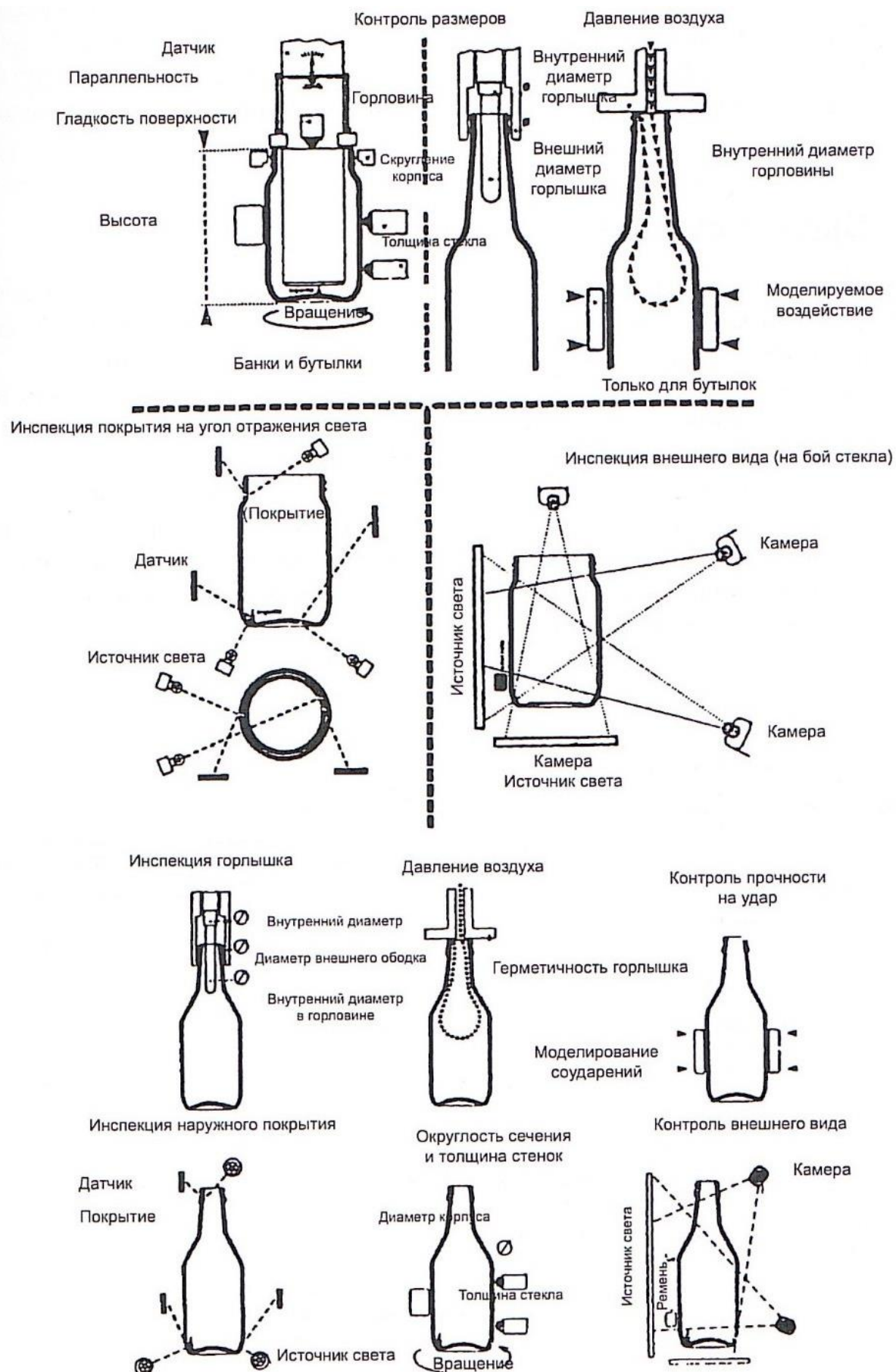
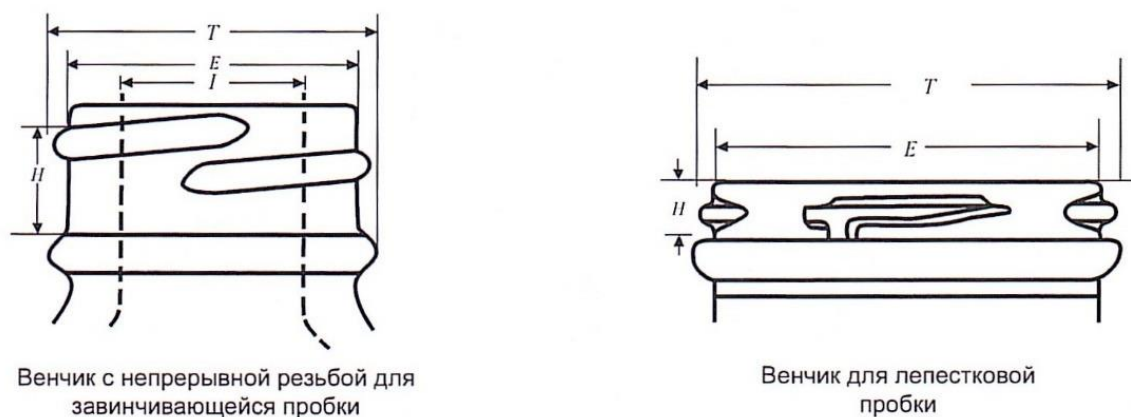


Рис. 5.7. Принципы контроля качества на производственной линии



Обозначения:

I — Минимальный внутренний диаметр
 T — Наружный диаметр резьбы
 E — Внешний диаметр горлышка у основания резьбы
 H — Высота от верхнего края ободка до верхнего края резьбы, или, в случае лепестковой пробки, от верхнего края ободка до края горлышка

Рис. 5.8. Стандартные параметры венчиков

Существующие типы укупорки можно разделить на три основные категории:

- обычная укупорка;
- укупорка для вакуумной упаковки;
- укупорка для упаковки под давлением.

5.4.1 Обычная укупорка

Классическая укупорка для продуктов без вакуума или давления использует полимерную крышку с фольговой мембраной (для кофе, сухого молока, порошков, горчицы, молока, йогурта). Стекло герметизируют термосваркой (индукционным или контактным нагревом) без подготовки венчика. Но этот способ подходит только для сухих смесей, арахисового масла и шоколадных паст, не нуждающихся в дальнейшем прогреве.

Для укупорки бутылок с молочными продуктами уже длительное время используется экономичная система укупорки с применением обжимной фольги.

5.4.2 Укупорка для вакуумной упаковки

Данный вид укупорочного средства представляет собой металлическую пробку, снабженную уплотнительной прокладкой из композиционного материала, которая герметично соединяется со стеклянным ободом. Пробка фиксируется на венчике или обжимается при создании вакуума в свободном пространстве над продуктом в результате паровой обработки. Продукт в такой

упаковке подвергается пастеризации или стерилизации в автоклавном оборудовании. Размер пробок варьируется от 28 до 82 мм. Пробки для бутылок с напитками, как правило, имеют диаметр в диапазоне от 28 до 40 мм.

5.4.3 Укупорка для упаковки под давлением

Средства укупорки для упаковки под давлением могут быть выполнены из металла или пластика и включать уплотнительные элементы из композитных материалов. Эти элементы могут быть снабжены механизмами для закручивания или обжима. К данной категории относятся:

- Готовые металлические пробки, такие как кронен-пробки или винтовые кронен-пробки;
- Металлические обжимные колпачки, предназначенные для использования с резьбовыми венчиками стеклянной тары;
- Закаточные колпачки с индикатором вскрытия;
- Готовые пластмассовые винтовые пробки (крышки, колпачки), которые могут быть оснащены индикатором вскрытия или использоваться без него.

При выборе средств укупорки крайне важно учитывать соответствие типа венчика применяемому механизму. Перед принятием окончательного решения рекомендуется проконсультироваться как с производителями упаковочных материалов, так и с производителями стеклянной тары.

5.5 Тепловая обработка пищевых продуктов в стеклянной таре

Стеклянная тара предоставляет возможность стерилизации или пастеризации продукции как при холодном, так и при горячем фасовании (розливе). Для предотвращения растрескивания стекла вследствие температурных колебаний необходимо обеспечить достаточное свободное пространство над продуктом и соблюдать основные правила эксплуатации [28].

При горячем розливе напитков при температуре 85 °С с последующим охлаждением, свободное пространство над продуктом должно составлять не менее 5 %. В случае холодного розлива, после которого следует стерилизация при температуре 121 °С, данное пространство должно составлять не менее 6 %. Перед разработкой технического задания на создание стеклянной емкости рекомендуется ознакомиться с рекомендациями производителей упаковочных систем. Следует отметить, что вероятность растрескивания стекла при охлаждении в два раза выше, чем при нагревании. Для предотвращения растрескивания необходимо контролировать перепад температур при охлаждении, который не должен превышать 40 °С, и при нагревании – 65 °С.

Сопротивление внутреннему давлению. Конструкция стеклянной тары должна обеспечивать устойчивость к внутреннему давлению до 10 бар, что превышает стандартные требования, редко превышающие 5 бар. Тара также должна выдерживать условия внутреннего разрежения и обеспечивать возможность фасовки густых продуктов с последующей промывкой свободного

пространства над продуктом паром для создания необходимого разрежения перед укупоркой.

Возможность повторной укупорки. На венчик стеклянной тары без усилий могут быть установлены готовые металлические или пластиковые колпачки и крышки. Одноразовые кронен-пробки не предназначены для повторного использования с целью герметизации бутылок (в отличие от кронен-пробок типа *Twist-Off*, которые могут быть использованы многократно).

5.6 Прочность стекла в теории и на практике

Теоретическая прочность стекла характеризуется высокими показателями, однако на практике она значительно ниже из-за наличия дефектов поверхности, таких как микротрещины. Эти дефекты возникают в местах концентрации напряжений вследствие ударных воздействий, что особенно актуально при транспортировке и на фасовочных линиях. Микротрещины снижают прочность отдельных участков стекла, что приводит к повышенному риску разрушения стеклотары.

Для повышения эксплуатационных характеристик стеклотары и минимизации концентрации напряжений проводятся следующие мероприятия:

- Оптимизация качества поверхности стекла с целью уменьшения количества дефектов;
- Совершенствование технологий нанесения покрытий для повышения их устойчивости к механическим воздействиям;
- Исключение возникновения внутренних напряжений в процессе производства и эксплуатации стеклотары.

Для анализа рабочих характеристик стеклотары на фасовочных линиях и выявления причин разрушения проводятся комплексные исследования, включая анализ случаев боя и рапидную видеосъемку. Эти методы позволяют детально изучить условия, при которых происходит разрушение, а также определить тип воздействия (быстрое или медленное, внешнее или внутреннее).

Одним из перспективных направлений является возможность восстановления разбитой бутылки из осколков, что позволяет провести анализ причин разрушения. Это способствует более глубокому пониманию механизмов разрушения и разработке мер по их предотвращению [24].

Прочность стеклотары определяется формой и толщиной стенок. Компьютерное моделирование помогает анализировать эту связь, позволяя:

- Определять слабые места в конструкции;
- Оценивать влияние изменений формы;
- Сокращать вес тары оптимизацией толщины стенок.

Эти методы и подходы способствуют повышению надежности и долговечности стеклотары, а также снижению затрат на производство и эксплуатацию [24].

Основные испытания стеклянной тары включают:

–Испытание на вертикальное раздавливание для оценки устойчивости к штабелированию;

– Испытание на внутреннее давление для тары, предназначенной для продуктов, которые подвергаются упаковке под давлением, включая газированные напитки;

– Испытание на растрескивание при резких температурных колебаниях для стеклянной тары, предназначенной для горячих жидкостей или подвергаемой процессу пастеризации и/или стерилизации.

Вопросы для самопроверки к главе 5:

1. Назовите основные компоненты химического состава стекла для пищевой тары.
2. Какие преимущества стеклянной тары по сравнению с другими материалами?
3. Опишите этапы производства стекла.
4. Что такое температура размягчения стекла и ее значение?
5. Как проводят обработку поверхности стеклянной тары для повышения прочности?
6. Назовите конструкционные характеристики стеклянных емкостей.
7. Какие методы контроля качества стеклотары применяются на производстве?
8. В чем разница между обычной укупоркой и укупоркой для вакуумной упаковки?
9. Опишите типы укупорки под давлением для стеклянной тары.
10. Что такое Twist-Off укупорка и ее применение в стеклянной таре?
11. Назовите факторы, влияющие на прочность стекла в теории и практике.
12. Как влияет pH продукта на взаимодействие со стеклом?
13. Какие стандарты регулируют стеклянную тару?
14. Опишите процесс охлаждения после тепловой обработки стеклянной тары.

6 Полимеры в упаковке пищевых продуктов

Согласно действующей нормативной документации на территории РФ ГОСТ Р 57268.1-2016, полимером считается вещество, молекулы которого состоят из множества повторяющихся структурных звеньев — мономеров, связанных в цепочки. Эти вещества характеризуются высокой молекулярной массой и молекулярно-массовым распределением. Также в стандартах, регулирующих терминологию пластмасс и полимеров, полимеры определяются как химические соединения, получаемые путём полимеризации мономеров, составляющие основу пластмасс и других материалов с широким применением в производстве и технике [6].

Примеры находят широкое применение в упаковочной промышленности и при производстве пищевых продуктов благодаря следующим характеристикам:

- В определённых условиях они обладают текучестью и формуемостью, что позволяет изготавливать как плоские листы, так и изделия сложной объёмной формы.

- Как правило, они химически инертны, однако не обязательно полностью непроницаемы.

- Их использование экономически целесообразно в условиях промышленного производства.

- Они характеризуются относительно низкой плотностью.

- Могут варьироваться по степени прозрачности, цветовой гамме, способности к термосвариванию, термостойкости и барьерным свойствам.

Молекулы с меньшей молекулярной массой классифицируются как мономеры. Соединения, образованные путем полимеризации мономеров в длинные цепи, обозначаются как макромолекулярные соединения или полимеры. Термин "полимер" происходит от греческих слов "πολύς" (polys), что означает "много", и "μέρος" (meros), что переводится как "часть".

Первые полимеры были синтезированы из природного сырья. В первой половине XX века произошла технологическая революция, позволившая производить полимеры из угля, нефти и природного газа. Наиболее распространённым полимером в настоящее время является полиэтилен, впервые полученный в 1933 году. В упаковочной индустрии полиэтилен используется с конца 1940-х годов для изготовления бутылок, ящиков вместо деревянных конструкций, а также в качестве плёнок и экструзионных покрытий картона, применяемых при производстве пакетов и коробок для молочных продуктов.

В европейской упаковочной индустрии около 40 % всех используемых полимерных материалов применяется в упаковочном секторе, который является крупнейшим потребителем полимеров. В Европе около 50 % всех пищевых продуктов упаковываются с использованием полимерных материалов. Аналогично в России для упаковки пищевых продуктов используется около 55 % производимой полимерной упаковки.

Полимеры обладают высокой механической прочностью и жёсткостью. Например, ПЭТ-бутылка из полиэтилентерефталата демонстрирует

механическую прочность, сопоставимую с железом, однако под нагрузкой растягивается до разрыва с гораздо большей деформацией.

Некоторые виды полимерных материалов характеризуются широким диапазоном эксплуатационных температур, что позволяет использовать их в различных технологических процессах. Полимеры выдерживают глубокую заморозку продуктов до 40 °С, охлаждение до -20 °С, стерилизацию в автоклаве при 121 °С и нагрев в микроволновке до 100 °С, не теряя свойств. Большинство упаковочных полимерных материалов являются термопластичными, что позволяет им многократно размягчаться и плавиться при воздействии температуры, что оказывает влияние на процессы их изготовления, формования и эксплуатационные характеристики.

Термореактивные полимеры представляют собой материалы, которые претерпевают необратимые изменения при воздействии температуры и давления, в результате чего приобретают окончательную форму, которая не может быть изменена повторным нагревом без разрушения структуры материала. Примеры таких полимеров включают фенолформальдегидные и мочевиноформальдегидные смолы, которые находят применение в производстве герметичных крышек для упаковки косметических средств, предметов личной гигиены и фармацевтических препаратов. Однако их использование в упаковке пищевых продуктов ограничено.

В сфере упаковки пищевых продуктов полимеры применяются благодаря разнообразию их внешних характеристик и эксплуатационных свойств, которые определяются физико-химическими характеристиками конкретного полимерного материала, технологическими параметрами его переработки и особенностями конечного применения.

Полимерные материалы характеризуются высокой устойчивостью к воздействию широкого спектра веществ. Полимеры слабо реагируют на неорганику вроде кислот и щелочей, а также органические растворители, что делает их почти инертными для пищевой упаковки. Они также подавляют рост микроорганизмов. Часть полимеров впитывает жиры и масла из продуктов, поэтому нужны тщательные тесты на абсорбцию и миграцию ингредиентов.

Полимеры пропускают газы — кислород, углекислоту, азот, водяной пар, растворители. Проницаемость зависит от:

- вида полимера;
- толщины и площади поверхности;
- технологии обработки;
- концентрации или давления газа;
- температуры хранения.

Выбор полимерных материалов для упаковки, дистрибьюции и хранения осуществляется с учетом назначения и условий эксплуатации, а также типа упаковываемого продукта и маркетинговых требований, включая экологические аспекты.

6.1 Использование полимеров в упаковке пищевых продуктов

Полимеры используют для контейнеров, их частей и гибкой упаковки [24]. По массе они вторые среди упаковочных материалов, а по цене — лидеры. Примеры продукции:

- жёсткие пластиковые контейнеры, бутылки, банки и другие цилиндрические ёмкости и лотки;
- гибкие полимерные плёнки, пакеты, сумки, саше и термосвариваемые материалы для изготовления крышек;
- полимерные плёнки для ламинации картона и картонных коробок для жидких пищевых продуктов;
- вспененные полимеры, используемые для обеспечения изоляции, жёсткости и устойчивости к сжатию;
- пластиковые крышки, колпачки и прокладки;
- мембраны для крышек пластиковых и стеклянных ёмкостей, применяемые для защиты продукции и индикации несанкционированного доступа;
- полимерные ленты для индикации несанкционированного доступа;
- фасовочные и дозирующие устройства, диспенсеры;
- упаковочные материалы типа «мультипак», такие как для баночного пива, поддоны и лотки для банок с конфитюром, и другие;
- полимерные плёнки для липкой, растягивающейся и термоусадочной упаковки;
- плёнки для этикетирования бутылок и банок, включая плоские клеевые и рукавные термоусадочные материалы;
- компоненты покрытий, включая адгезиты и краски.

Для улучшения эксплуатационных характеристик полимеры могут быть комбинированы с другими полимерами посредством соэкструзии, смешивания, ламинирования и нанесения покрытий. Соэкструзия представляет собой процесс одновременного экструдирования двух и более слоёв полимеров. Ламинирование включает соединение нескольких слоёв полимеров с использованием адгезивов. Перед экструзией гранулы полимеров могут быть предварительно смешаны. Нанесение полимерного покрытия осуществляется различными методами: экструзионным нанесением, осаждением из смеси с растворителем или водой, а также вакуумным напылением.

Полимеры расширяют функции как покрытия и ламинаты с другими материалами — пленкой регенерированной целлюлозы, алюминиевой фольгой, бумагой, картоном. Для улучшения прочности, адгезии и гибкости на холоде их добавляют в клеи.

Полимеры окрашивают, печатают, декорируют и маркируют по-разному в зависимости от упаковки. Некоторые полностью прозрачны, другие пропускают свет по-разному. Поверхность бывает глянцевой или матовой.

Полимеры также используются при хранении и транспортировке сыпучих продуктов в виде контейнеров, транспортных ёмкостей, ящиков, бочек, поддонов и лотков для свежих фруктов и овощей, а также для изготовления транспортных поддонов в качестве альтернативы деревянным.

Основной причиной применения полимерных материалов в упаковке пищевых продуктов является их способность обеспечивать защиту продукции от порчи, совместимость с пищевыми технологиями, химическая инертность по отношению к пищевым продуктам, лёгкость и прочность, отсутствие сколов, возможность создания разнообразных форм и конструкций упаковки, экономическая эффективность, удобство и привлекательный внешний вид.

В упаковке пищевых продуктов используют следующие примеры:

- полиэтилен (ПЭ, PE);
- полипропилен (ПП, PP);
- полиэфиры, включая полиэтилентерефталат (ПЭТ, PET), полиэтиленнафталат (ПЭН, PEN) и поликарбонат (ПК, PC);
- иономеры;
- этиленвинилацетат (ЭВА, EVA);
- полиамиды (ПА, PA);
- поливинилхлорид (ПВХ, PVC);
- поливинилиденхлорид (ПВДХ, PVdC);
- полистирол (ПС, PS);
- бутadiенстирол (SB);
- акрилонитрилбутадиенстирол (ABS);
- этиленвиниловый спирт (EVOH);
- полиметилпентен (TPX);
- высоконитрильные полимеры (HNP);
- фторполимеры, включая политрифторэтилен (PCTFE) и политетрафторэтилен (PTFE);
- материалы на основе целлюлозы;
- поливинилацетат (ПВА, PVA).

На европейском рынке упаковочных материалов доминирует полиэтилен, занимая около 55% от общего объема рынка по массе. Оставшиеся 45% рынка представлены преимущественно четырьмя видами полимеров: полипропиленом, полиэтилентерефталатом (ПЭТ), полистиролом и поливинилхлоридом (ПВХ). В других регионах мира данное процентное соотношение может варьироваться, однако общий порядок ранжирования полимеров остается неизменным. Остальные вышеупомянутые полимерные материалы занимают специфические ниши на рынке, где предъявляются особые требования, такие как повышенные барьерные свойства, способность к термосвариванию, адгезия, прочность или термостойкость.

Все упомянутые материалы относятся к категории термопластов, которые производятся из одного или нескольких мономеров. Примером простейшего мономера является этилен, получаемый из нефти и природного газа. Этилен

состоит из двух атомов углерода и четырех атомов водорода и записывается в брутто формулу как C_2H_4 .

Полиэтилен получают в результате полимеризации этилена, соединенных последовательно. Степень полимеризации составляет около тысячи. Структура молекулы может быть как линейной, так и иметь боковые цепи. Длина цепи, способ ее соединения и степень разветвления оказывают значительное влияние на физико-химические свойства полимеров, такие как плотность, степень кристалличности, барьерные свойства по отношению к газам и водяному пару, способность к термосварке, прочность, эластичность и перерабатываемость.

На процесс полимеризации этилена влияют такие факторы, как температура, давление, продолжительность реакции, концентрация мономера и используемый катализатор. Катализаторы регулируют скорость и типа реакции. Применение металлоценовых (циклопентадиеновых) катализаторов позволяет получать полимеры с лучшими эксплуатационными свойствами, например, полиэтиленовые пленки с хорошей воздухопроницаемостью для упаковки свежих овощей и фруктов или со способностью к термосвариванию для ламинирования поверхностей или соэкструдирования полимеров.

Полиэтилен представляет собой семейство родственных полимеров с различными структурами, плотностями, степенями кристалличности и другими характеристиками, важными для упаковочных материалов. В их состав могут быть введены дополнительные мономеры, а параметры их структуры регулируются условиями полимеризации, такими как температура, давление, время реакции и тип катализатора.

Несмотря на общие характеристики, все виды полиэтилена отличаются от других полимеров, таких как полипропилен или представители семейства полиэфиров. Аналогичные закономерности характерны и для других полимерных материалов, которые образуют отдельные семейства родственных соединений, каждое из которых происходит от одного или нескольких мономеров.

Важно отметить, что разработка новых полимерных материалов является непрерывным процессом. В ходе полимеризации материалы модифицируются для улучшения их эксплуатационных свойств и удовлетворения потребностей как производителей упаковочных материалов (пленок, листов, формованных пластиковых контейнеров и т.д.), так и конечных потребителей.

При упаковке пищевых продуктов к основным эксплуатационным свойствам полимерных материалов относятся прочность, газо- и паропроницаемость, термосвариваемость и оптические характеристики, такие как прозрачность. Кроме того, свойства готовой упаковки зависят от методов переработки и формирования полимерных материалов в процессе производства упаковочных пленок, листов и контейнеров.

6.2 Изготовление упаковки из полимерных материалов

6.2.1 Основы производства упаковки из полимерных материалов

Полимеры поставляют гранулами, хотя иногда применяют порошок. Хотя часть идет на покрытия, клеи или добавки, ключевой этап — экструзия: перевод твердого полимера в расплав для пленок, листов, контейнеров и прочего.

В промышленных условиях под давлением, трением и нагревом гранулы плавят в экструдере. Шнек, подобранный под тип полимера, проталкивает их через цилиндр в контролируемом режиме, давая однородный расплав на выходе (рис. 6.1).

Для пленок или листов расплав выдавливают через щель или фильеру. Жесткую упаковку вроде бутылок и крышек формируют в готовых формах, обеспечивая точные размеры изделия.

6.2.2 Упаковочные полимерные плёнки и листы

В соответствии с общепринятым определением, плёнки характеризуются толщиной менее 100 мкм. Такие плёнки применяются для упаковки продукции, индивидуальной и групповой упаковки, а также паллетированных товарных единиц. Они также используются для производства пакетиков-саше, сумок и пакетов. Плёнки могут быть комбинированы с другими полимерами, образуя ламинаты, которые затем применяются для изготовления упаковочных материалов. Полимерные листы толщиной до 200 мкм используются в производстве полужёсткой упаковки, включая различные виды ёмкостей, тубы и лотки.

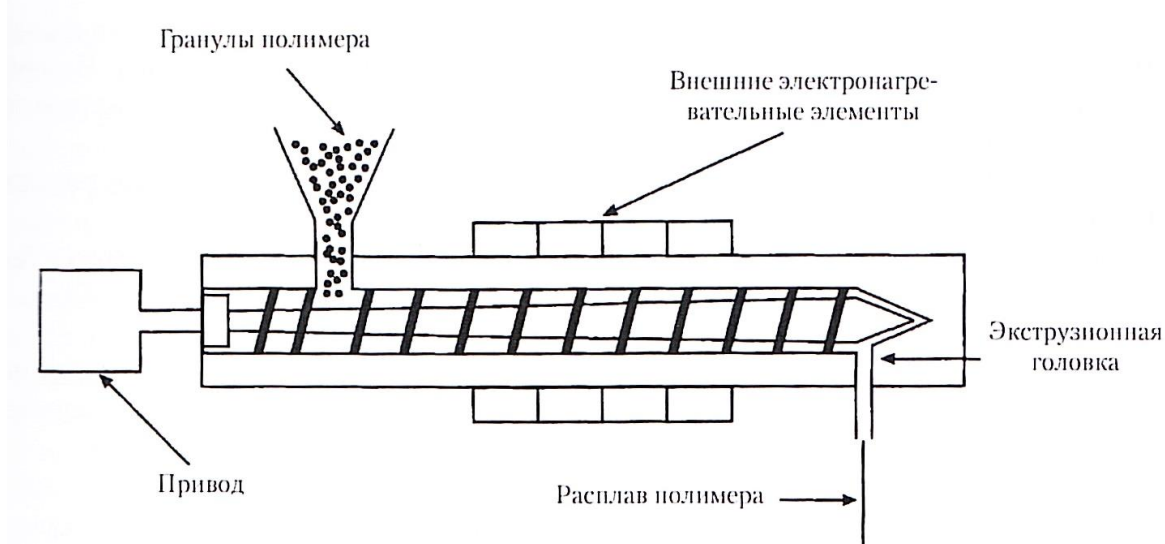


Рис. 6.1. Экструдер

Свойства полимерных пленок и листов определяют тип полимера, способы производства, ламинации или покрытия. Для их изготовления два главных метода экструзии расплава через головку. В методе поливания расплав

выдавливают через прямую щель на охлаждаемый валок-барабан (рис. 6.2). При раздуве расплав непрерывно экструдировать через кольцевую щель, формируя рукав, который держат раздувленным внутренним воздухом без сплющивания (рис. 6.3).

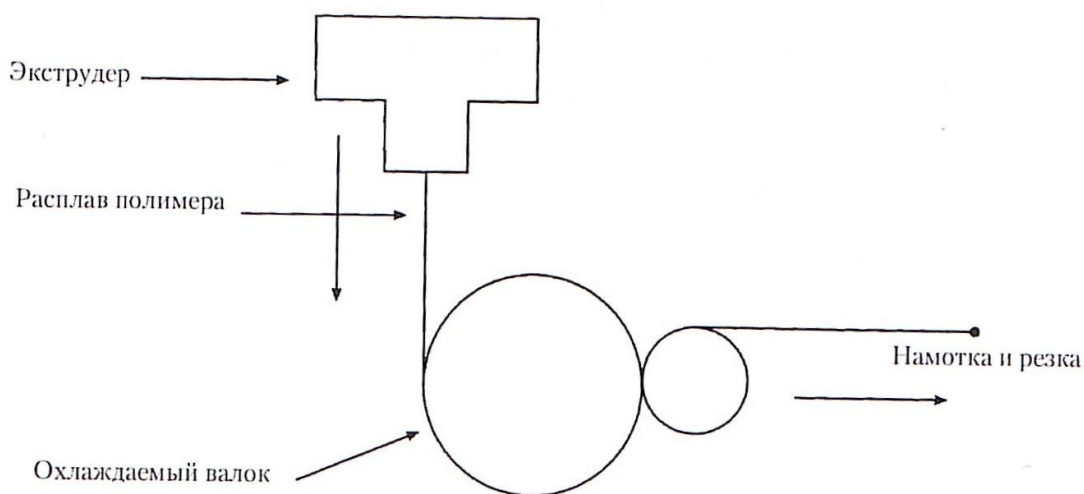


Рис. 6.2. Производство пленки поливом

Экструзия включает быстрое охлаждение и кристаллизацию расплава, формируя пленку. Ее наматывают в рулоны и режут по размеру.

Для усиления прочности и барьерности пленку ориентируют — вдоль или поперек. Поперечная ориентация растягивает плоский лист зажимами на краях, расширяя ширину.

Другой вариант — раздувная ориентация: повышают давление в рукаве, увеличивая его диаметр (рис. 6.4).

Пленка, ориентированная в одном направлении, классифицируется как одноосно ориентированная. Пленка, ориентированная в обоих направлениях, называется двуосно ориентированной. Увеличение плотности молекулярной структуры пленки улучшает её барьерные свойства по отношению к газам и водяному пару, в то время как ориентация молекул повышает механическую прочность материала.

Неориентированные поливные пленки и листы делают в определенных толщинах. Их сваривают теплом, давлением или вакуумом для днщ пакетов, одноразовых контейнеров, туб, лотков и блистеров.

Эти пленки идут на гибкую упаковку из-за высокой прочности. При разрыве они вытягиваются, рассеивая энергию, что уравнивает меньший предел прочности на растяжение по сравнению с ориентированными.

Для проведения процесса отжига или снятия внутренних напряжений в ориентированных пленках, а также для минимизации их усадки, которая может возникнуть в процессе нанесения печати или термосварки, данные пленки подвергаются нагреву практически до температуры плавления. Отсутствие процедуры отжига термофиксированных пленок приводит к нестабильности их термических характеристик, что способствует плотному прилеганию пленки к поверхности картонных коробок или бутылок под воздействием тепла.

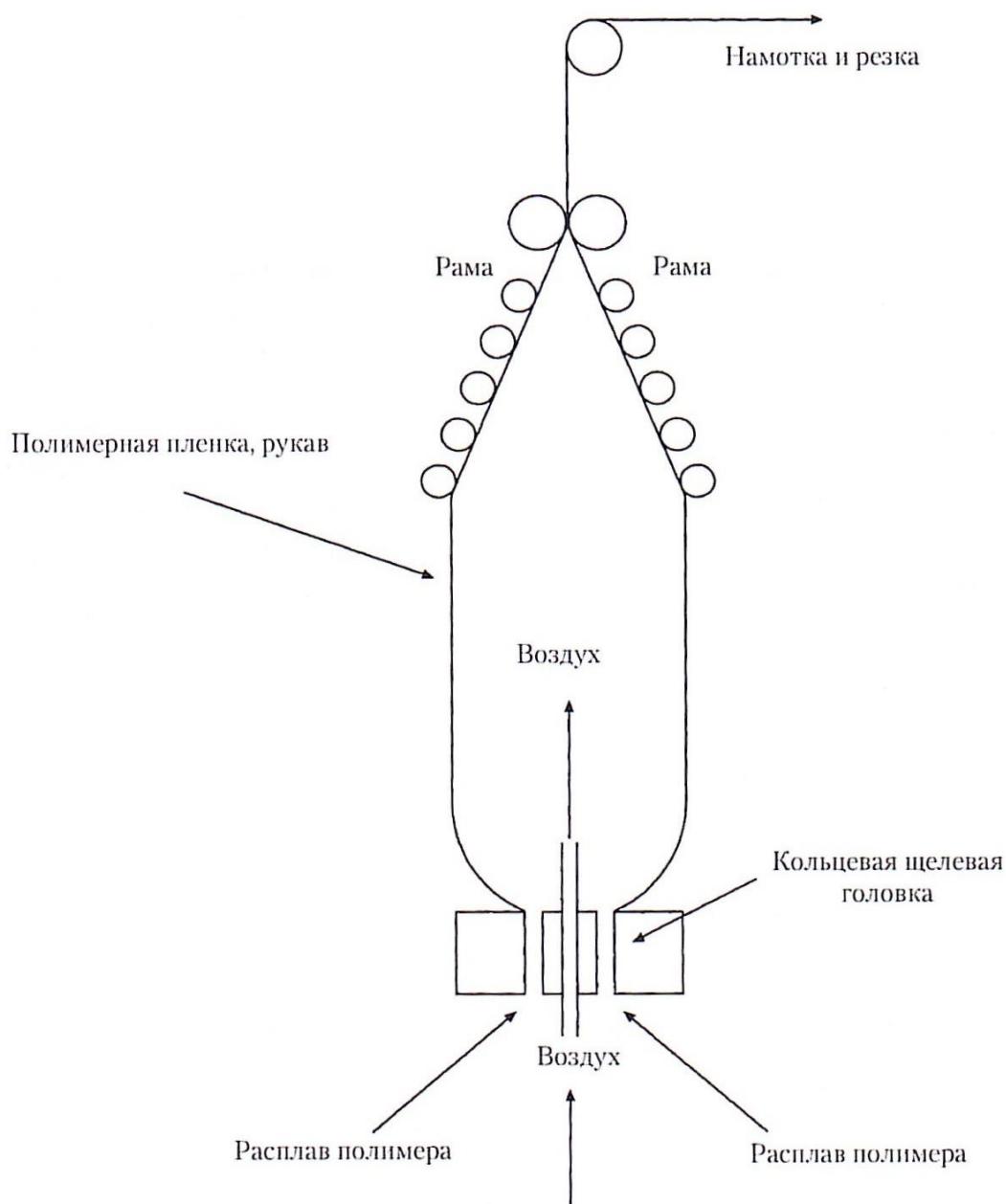


Рис. 6.3. Производство рукавной пленки

Прокалывание или разрыв ориентированных пленок представляет собой сложную задачу. Однако при наличии уже существующих повреждений молекулярная структура таких пленок способствует легкому распространению трещин и разрывов. Это свойство активно используется для облегчения процесса вскрытия пакетиков типа "саше" путем механического надреза в области термосварки.

Большинство полимерных пленок прозрачны, и их окраска красителями или пигментами сложна. Для непрозрачности во время производства создают микропустоты, вызывающие рассеяние света внутри и дающие белый перламутровый оттенок. Аналогичным процессом можно считать взбивание или смешивание яичного белка с сахаром до получения белкового крема, где белый цвет достигается за счет воздушных пузырьков в взбитой массе. В некоторых

полимерных пленках, таких как поливной полиэтилен, могут быть добавлены химические вещества, которые при нагревании выделяют газы. Образующиеся мелкие газовые пузырьки вызывают рассеяние света и придают пленке перламутровый блеск.

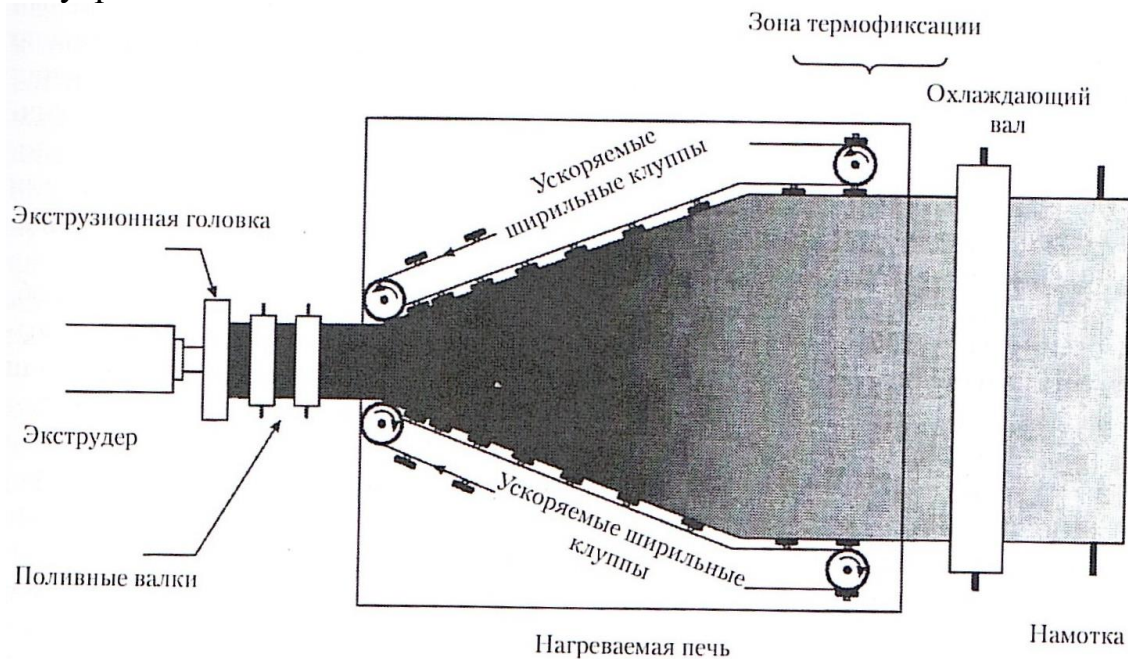


Рис. 6.4. Поперечная ориентация на ширинной машине и продольная ориентация за счет ускорения в продольном направлении

Учитывая тонкость ориентированных пленок, существует риск образования крупных газовых пузырьков, которые могут привести к разрыву пленки. Для предотвращения данной проблемы вместо газовых пузырьков в полимер добавляют соединения или порошки, инициирующие внутренние разрывы в полимерном листе под воздействием напряжений сдвига. В результате в пленках образуются пустоты, в которых происходит преломление света во всем спектре. Падающий свет отражается внутрь пленки из-за различного коэффициента преломления полимера и содержащегося в нем воздуха. Применение данной технологии способствует снижению плотности пленки и увеличению ее площади поверхности, что может повысить экономическую эффективность производства упаковочных материалов из таких пленок.

Альтернативным методом достижения высокой степени непрозрачности посредством отражения значительной доли падающего света от поверхности пленки является ее металлизация с использованием чрезвычайно тонкого слоя алюминия. Это также позволяет увеличить барьерные свойства материалов.

Прозрачность пленки зависит от типа полимера и метода ее получения. Медленное охлаждение способствует образованию крупных кристаллов, которые из-за дифракции и рассеивания света имеют матовый вид. Увеличение прозрачности происходит при уменьшении степени кристалличности полимера или при добавлении специальных добавок. Однако следует учитывать, что

слишком крупные частицы добавок или их миграция на поверхность может также привести к получению мутных пленок.

Максимально гладкие пленки способствуют повышению качества печати на ее поверхности. Шероховатая поверхность считается менее привлекательной для потребителя. Кроме того, такая поверхность может затруднять прохождение пленки через оборудование в процессе упаковывания и накапливать статическое электричество. Добавление специализированных компонентов обеспечивает антистатические свойства и предотвращает прилипание в рулонах.

Для достижения уникального визуального эффекта при выкладке товаров на полках магазинов разработаны пленки с матовой и глянцевой поверхностями. Это достигается путем нанесения пленки на охлаждающий барабан с предварительно обработанной пескоструйной обработкой поверхностью.

6.2.3 Типы упаковок с использованием полимерных пленок, ламинатов и т.д.

Для пластиковых пакетов, саше, внутренних и внешних упаковок применяют рулонные пленки из одного полимера, экструдированные варианты, а также покрытые и ламинированные материалы.

Изготовление сумок включает складывание, обрезку и запайку швов термосваркой — пакеты отделяют в одной операции. Обычно используют ламинаты. Их формируют на упаковочных машинах из одного рулона с фальцовкой или из двух рулонов, сваривая три внутренних кромки перед наполнением и укупоркой. Пакеты движутся горизонтально, а продукт подается сверху (рис. 6.5).

Для обеспечения устойчивости пакетов при фасовке и термосварке могут использоваться донные вставки или аналогичные элементы. Пакеты также могут быть изготовлены отдельно и упакованы вручную; на автоматических упаковочных машинах они подаются из накопительного устройства.

Сыпучие материалы, такие как гранулированные и порошкообразные продукты, могут быть упакованы вертикально с использованием формовочно-фасовочно-укупорочного оборудования, оснащенного вертикальной подачей пленки (рис. 6.6). В данном процессе пакеты формируются вокруг трубы, через которую поступает предварительно дозированный продукт. Продольный шов может быть выполнен двумя способами: в виде сварного шва, соединяющего внутренние поверхности материала, или в виде нахлесточного шва, в зависимости от характеристик поверхности пленки. Формирование поперечного шва совмещается с операцией резки, разделяющей пакеты.

Твердые продукты, такие как плитки шоколада, упаковываются на горизонтальных формовочно-фасовочно-укупорочных машинах (рис. 6.7). Аналогичным образом может быть упаковано и печенье, уложенное в лоток. Однако для печенья также могут использоваться высокоскоростные оберточные машины, в которых концы пленки склеиваются и термосвариваются.

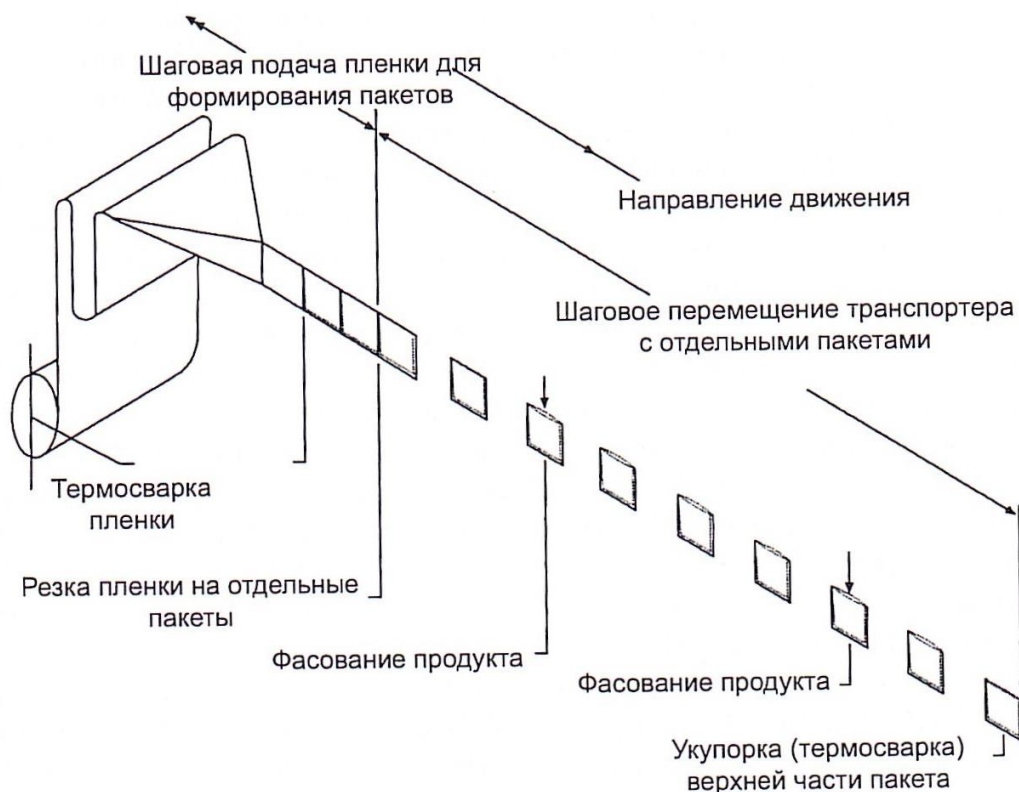


Рис. 6.5. Горизонтальная машина для формования, заполнения и сварки пакетиков-саше

Продукты, упакованные в картонные коробки, часто дополнительно оборачиваются пленкой. Примеры таких упаковок включают коробки конфет ассорти и чай в пакетиках. Процесс упаковки включает размещение коробки на пленке, сворачивание продольного шва и последующее аккуратное складывание торцевых швов в форме конверта с последующей термосваркой.

Упаковка с использованием термоусадочной пленки осуществляется аналогичным образом, за исключением того, что после сварки поперечного шва упаковка пропускается через нагретую туннельную печь. В результате пленки усаживаются по торцам упаковки, причем степень усадки зависит от ширины используемой пленки.

Еще один тип упаковки представляет собой гибкую или полужесткую упаковку, в зависимости от типа используемых пленок. В этом процессе пленка подается горизонтально, а полости в упаковке формируются методом термосваривания. Полимерный материал, например, из ПЭТ/ПЭ или ПА/ПЭ, размягчается при нагревании, а под воздействием давления и/или разрежения приобретает необходимые размеры и форму.

6.2.4 Жесткая упаковка из полимерных материалов

Бутылки производятся методом экструзионного вакуумного формования. Толстостенный полимерный материал экструдирован в формообразующую матрицу, которая смыкается вокруг экструдированной трубы, формируя сварной шов в основании контейнера (рис. 7.8). Под воздействием сжатого воздуха

полимер принимает конфигурацию матрицы, после чего матрица охлаждается, и готовое изделие извлекается. На поверхности бутылки остается тонкая линия, соответствующая месту соединения двух половин матрицы.

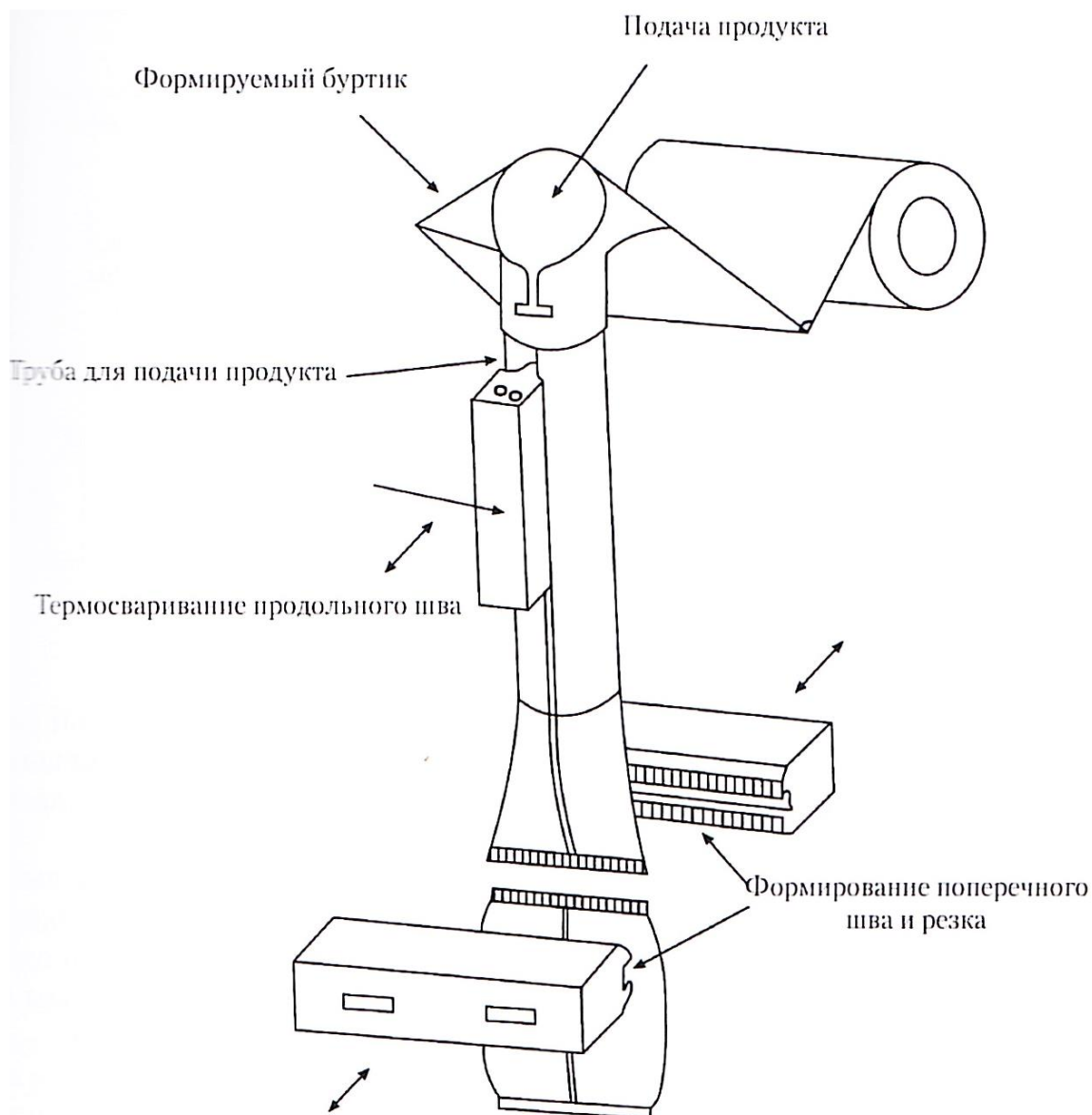


Рис. 6.6. Вертикальная формовочно-фасовочно-укупорочная машина

Выдувное формование используется для производства молочных бутылок и контейнеров с широким горлышком. Для создания многослойных полимерных контейнеров с различными слоями полимеров экструзионное выдувное формование может быть дополнено методом соэкструзии. Примером является использование этиленвинилового спирта (ЭВС), обладающего высокими барьерными свойствами к кислороду, но чувствительного к влаге. Слой ЭВС размещается между слоями полипропилена (ПП), обеспечивая защиту от влаги. Такая конструкция упаковки позволяет увеличить срок годности чувствительных к кислороду пищевых продуктов, таких как кетчуп, майонез и соусы, до 12-18 мес.

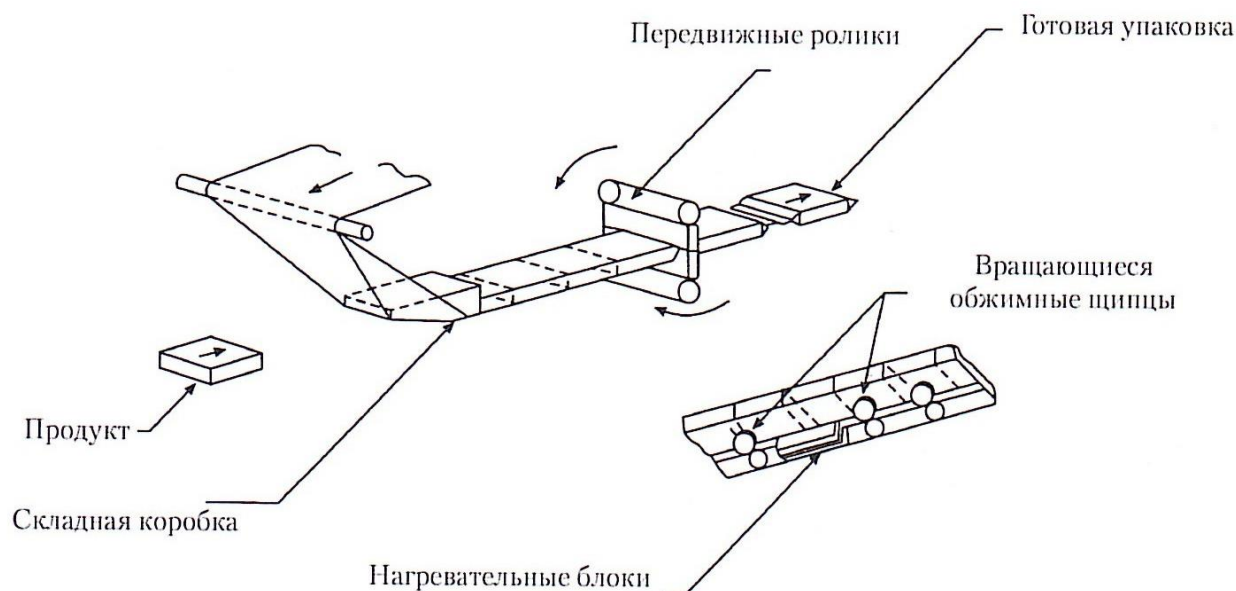


Рис. 6.7. Горизонтальная формовочно-фасовочно-укупорочная машина

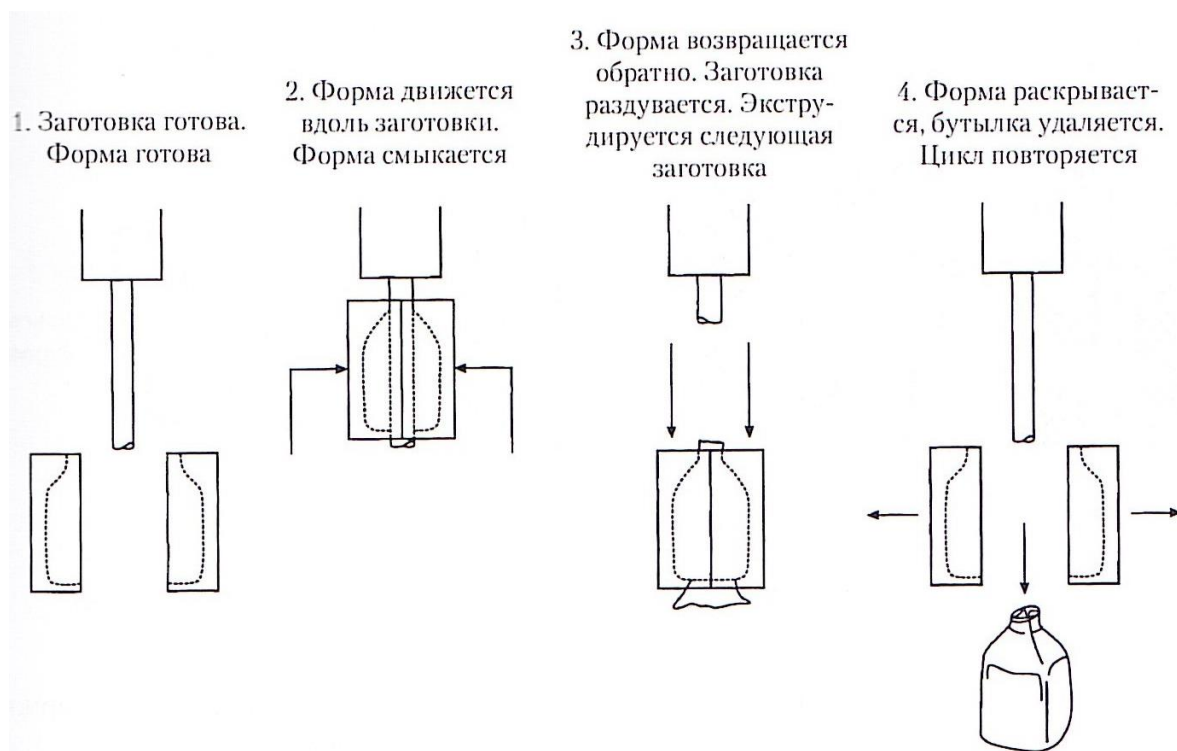


Рис. 6.8. Последовательность экструзионного выдувного формования

Для достижения высокой точности при формировании горлышка контейнера применяется двухстадийный метод литья под давлением с раздувом. На первой стадии изготавливается преформа или заготовка, представляющая собой полимерную трубку небольшого диаметра, с использованием метода литья под давлением (рис. 6.9). Литьевая форма является двухсекционной, где оформляющая полость и готовое изделие ограничены точными размерами преформы. На второй стадии преформа раздувается для сохранения точных

размеров горлышка. Эта технология также обеспечивает возможность регулирования толщины стенок контейнера.

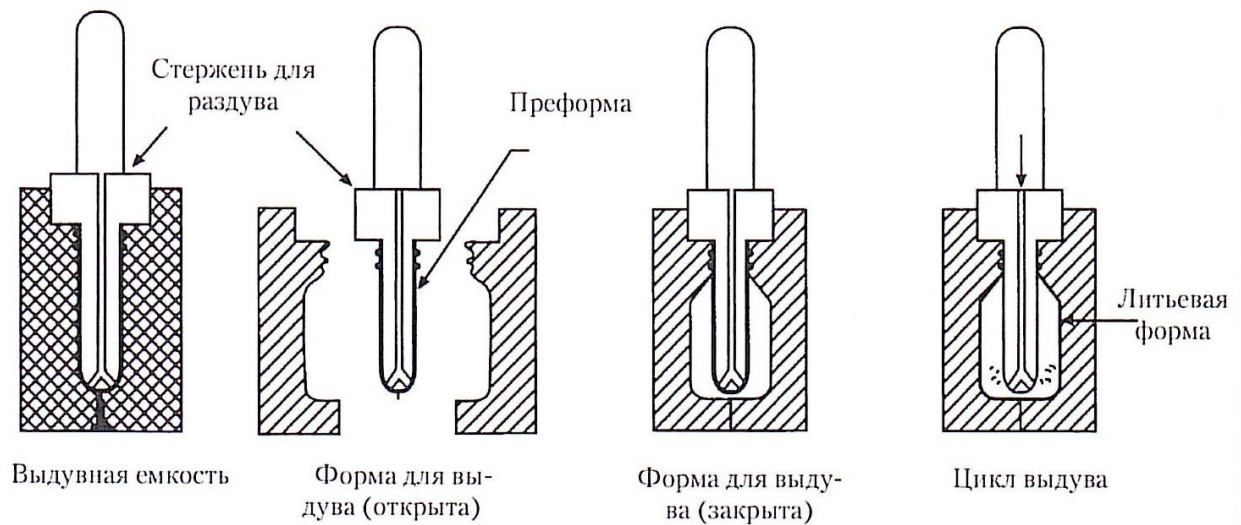


Рис. 6.9. Литье под давлением с раздувом

Одной из модификаций инжекционного или экструзионного выдувного формования является процесс растяжения преформы после ее размягчения на второй стадии с последующей вытяжкой в продольном направлении с использованием стержня. Затем вытянутая заготовка формируется методом раздува, что приводит к двуосной ориентации полимерных молекул и повышению прочности, прозрачности, глянца и барьерных свойств по отношению к газам. Лицевое выдувное формование с вытяжкой применяется в производстве бутылок для газированных напитков.

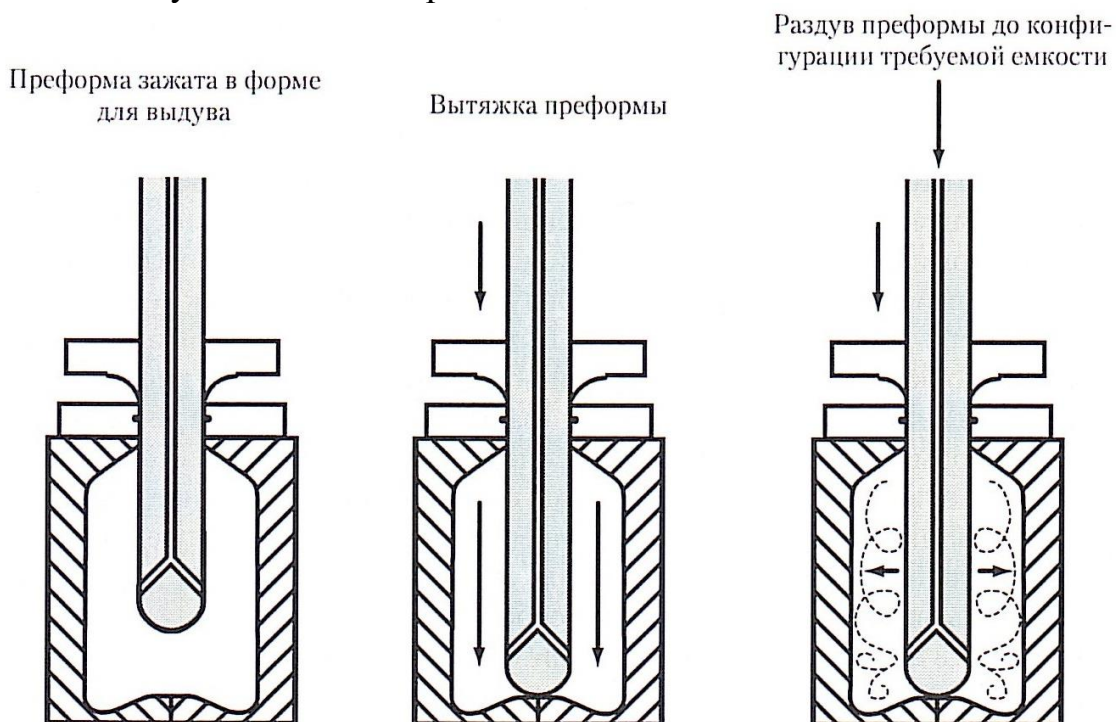


Рис. 6.10. Выдувное формование с вытяжкой, применимо как при экструзионном, так и инжекционном формовании

Винтовые крышки и плотно насаживающиеся колпачки точного профиля производятся методом литья под давлением (рис. 6.11). Этот технологический процесс также используется для изготовления банок с широким горлом и пластмассовых ящиков.

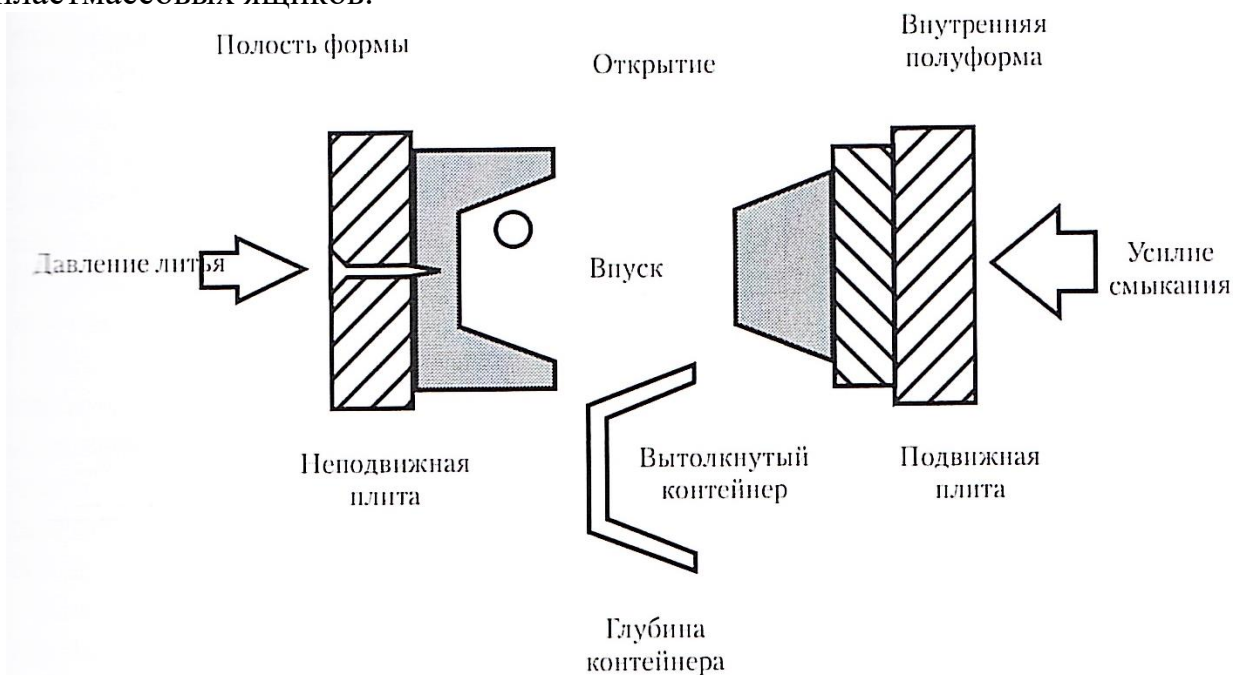


Рис. 6.11. Литье под давлением

Изделия, полученные методом литья, отличаются высокой точностью размеров и могут быть изготовлены с различной толщиной стенок, независимо от их общей толщины. Следует отметить, что метод литьевого формования не позволяет реализовать соэкструзию.

Характерной особенностью литых изделий является наличие выступа на поверхности, размер которого сопоставим с диаметром булавочной головки. Этот выступ указывает на точку выхода полимерного расплава в форму. При использовании метода инжекционного формования след от впускного отверстия на преформе расширяется при раздуве и приобретает кольцообразную форму.

Термоформованные ёмкости, как жёсткие, так и полужёсткие, находят широкое применение в пищевой промышленности. Они используются для упаковки молочных продуктов, йогуртов и других продуктов в порционные стаканчики, лотки для сэндвичей, а также ячеистые подложки (коррексы) для конфет-ассорти, шоколадных наборов, печенья, зефира и т. п. В процессе формовочно-фасовочно-укупорочных операций термоформование может быть совмещено с упаковкой, включая стерильное фасование и укупорку (рис. 6.12).

Для производства полимерного рукава (тубы) постоянного диаметра применяется экструзия профилей с использованием заострённого стержня калибра на выходе из головки экструдера. Готовый рукав может быть разрезан на отрезки необходимой длины, которые герметизируются с одного конца методом литья под давлением. Наполнение рукава производится через открытый конец, который затем герметизируется термосваркой. Этот тип упаковки

используется для дозирования дрессингов (салатных заправок) и приправ, пряностей и других гранулированных и порошкообразных продуктов. Для повышения барьерных свойств рукава могут быть изготовлены методом соэкструзии с использованием многослойных конструкций. В качестве альтернативы термосвариванию для герметизации отверстий может применяться крышка, например, при упаковке конфет. При использовании ламинированных материалов для упаковки цилиндрической формы на поверхности рукава образуется характерный продольный термосварной шов.

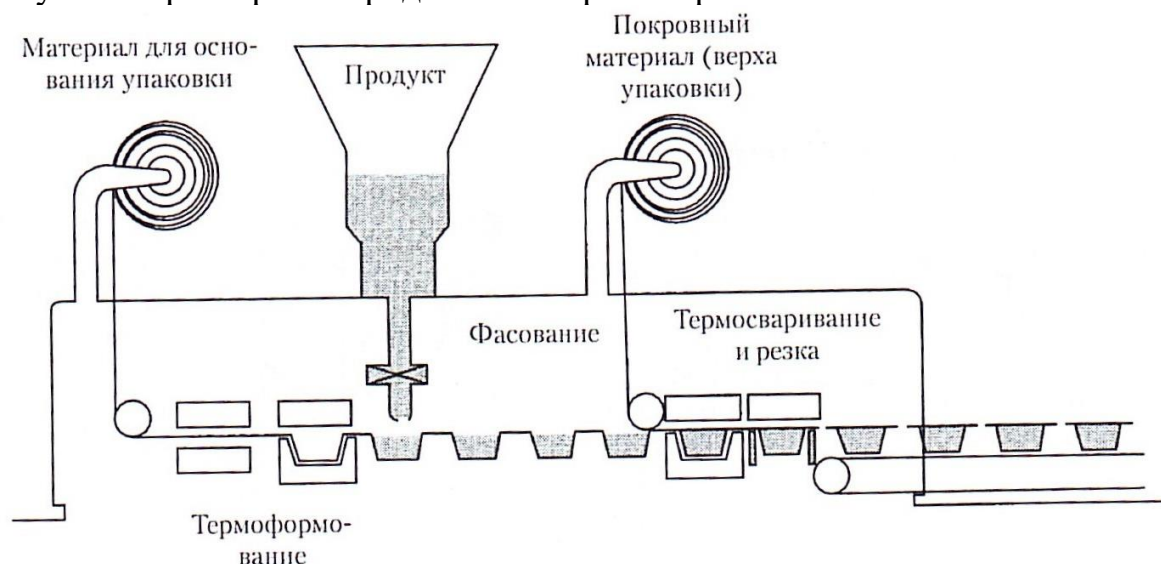


Рис. 6.12. Термоформование, фасование и термосваривание

Вспененные полимеры, такие как вспененный полистирол, получают путём диспергирования газа в расплаве полимера. Лотки для пищевых продуктов изготавливаются из экструдированного вспененного листа методом термосваривания, в то время как ящики с термоизолирующими свойствами для хранения свежей рыбы производятся методом литья под давлением.

Полимерные контейнеры для насыпных грузов применяются в пищевой промышленности для транспортировки ингредиентов. Эти ёмкости изготавливаются методом ротационного формования с использованием порошкообразных полимеров, таких как ПЭНП или ПЭВП. Форма заполняется необходимым количеством полимера, после чего подвергается нагреву и вращению в трёх координатах, что обеспечивает равномерное распределение полимера по внутренним стенкам и формирование боковых стенок контейнера.

6.3 Типы полимеров для производства упаковки

6.3.1 Полиэтилен

Полиэтилен является одним из наиболее простых по своей структуре полимеров [26]. Его получают методом полиприсоединения газа этилена в реакторе, функционирующем при высоких температурах и давлениях. В зависимости от условий полимеризации (температура, давление и катализатор)

производятся полиэтилен низкой, средней и высокой плотности. Технологические параметры процесса определяют степень разветвленности макромолекул полимера, что, в свою очередь, влияет на его плотность и другие характеристики, такие как прочность, барьерные свойства и способность к термической сварке.

Полиэтиленовые пленки обладают высокой степенью свариваемости и могут быть переработаны в прочные и жесткие материалы с хорошими барьерными характеристиками относительно влаги и водяного пара. При этом полиэтилен имеет невысокие барьерные свойства по отношению к липидам и таким газам как углекислый газ и кислород. С увеличением плотности полиэтилена его барьерные свойства также увеличиваются. Теплостойкость полиэтилена также ниже, чем у других полимерных материалов, температура плавления составляет около 120 °С, увеличиваясь с ростом плотности материала.

Полиэтилен является диэлектриком, что является причиной накопления статического электричества. Чтобы упростить процесс его переработки и улучшить эксплуатационные свойства, в состав материала добавляют антистатические, антифрикционные и антиблокирующие компоненты.

Полиэтилен – достаточно универсальный материал для использования в различных отраслях промышленности, поэтому он занимает лидирующие позиции по количеству его получения. Заводы по его производству функционируют практически во всех странах мира.

Полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) отличается легкостью экструзии и возможностью раздувания в три раза относительно исходной площади. Толщина ПЭНП пленок обычно составляет около 30 мкм, хотя некоторые виды могут иметь толщину от 20 до 25 мкм, а плотность варьируется в диапазоне 0,910–0,925 г/см³.

Пленки ПЭНП могут быть окрашены путем добавления пигментов перед процессом экструзии. При использовании нескольких экструдеров одновременно возможно получение многослойных пленок из одного и того же материала или соэкструдированных пленок, состоящих из различных полимеров. Например, при использовании трех экструдеров можно создать структуру, в которой гигроскопичный полимер EVOH, обеспечивающий барьерные свойства по отношению к газам и запахам, располагается между защитными слоями полиэтилена, который, в свою очередь, обладает высокой способностью к термосвариванию и служит основой для нанесения печати.

Полиэтиленовые пленки плавятся при относительно низких температурах и могут быть сварены между собой с образованием плотных швов при использовании горячей проволоки или лезвия. Для упаковки могут применяться как предварительно изготовленные пакеты, так и формовочно-фасовочно-укупорочные машины с подачей пленки с рулона. Основным применением ПЭНП пленок белого цвета является производство пакетов для замороженных овощей.

Ламинирование полиэтилена с другими подложками или экструзия на различные материалы позволяет создавать прочные саше, пакеты и сумки с

герметичными соединениями. Это достигается за счет способности полиэтилена заполнять поры на свариваемой поверхности и зоны вокруг посторонних включений при течении.

Для производства картонных контейнеров, предназначенных для жидких продуктов, используются полиэтилен и другие полимеры в комбинации с картоном. Полиэтилен, особенно его разновидности, такие как линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП), находит широкое применение в упаковочной индустрии [20].

ЛПЭНП отличается высокой плотностью, сравнимой с ПЭНП, но его макромолекулы содержат короткие боковые ответвления, что придаёт ему улучшенные механические характеристики, такие как повышенная прочность при разрыве, продавливании и сопротивляемость проколу. Это делает ЛПЭНП особенно подходящим для производства пакетов в форме подушки, используемых для упаковки молока и других жидких продуктов.

Для усиления прочностных характеристик и улучшения термосвариваемости ПЭНП и ЛПЭНП могут комбинироваться с этиленвинилацетатом (ЭВА) [20]. Несмотря на некоторое перекрытие областей применения этих материалов, различия в их свойствах обусловлены технологическими условиями получения и постоянными инновациями в производственном процессе. Плёнки различной толщины используются в зависимости от конкретных требований, что также влияет на их рыночное позиционирование.

Плёнки из полиэтилена средней плотности (ПЭСП) обладают более высокой механической прочностью по сравнению с ПЭНП, что позволяет их применять в более жёстких условиях эксплуатации. Для достижения оптимального баланса между термосвариваемостью ПЭНП, жёсткостью и устойчивостью к проколу ПЭСП, их часто соэкструдировывают. Примером такого применения является изготовление внутреннего покрытия пакетиков для сухих супов.

Полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) является наиболее жёстким и прочным вариантом полиэтилена. Для получения тонких плёнок ПЭВП подвергают экструзии, что позволяет использовать их в упаковке, предназначенной для продуктов, требующих термической обработки. Для улучшения термосвариваемости ПЭВП может быть соэкструдирован с ПЭНП, обеспечивая легко расслаиваемый сварной шов.

ПЭВП-плёнки могут иметь как поперечную, так и двухосную ориентацию. Плёнки с поперечной ориентацией легко разрываются в поперечном направлении и значительно труднее в продольном, что делает их подходящими для упаковки сахарных кондитерских изделий и ламинирования ориентированного полипропилена (ОПП). Плёнки, предназначенные для стандартных формовочно-фасовочно-укупорочных машин, обычно имеют соэкструдированный термосвариваемый слой. Двухосно-ориентированные плёнки обладают свойствами, аналогичными ОПП, но характеризуются более высокими барьерными характеристиками по отношению к водяному пару. На

такие плёнки также могут быть нанесены покрытия, включая металлизированные, что обеспечивает высокие барьерные свойства и прочность сварного шва.

Изделия из ПЭВП, такие как крышки, ящики, паллеты и бочки, производятся методом литья под давлением. В то же время транспортные контейнеры изготавливаются методом ротационного формования. Основная область применения ПЭВП — это производство молочных бутылок объемом от 0,5 до 3 литров, осуществляемое методом выдувного формования.

6.3.2 Полипропилен

Полипропилен (ПП) синтезируется посредством реакции полиприсоединения пропилена, катализируемой при высоких температурах и давлении с использованием катализаторов Циглера-Натта. В результате образуется линейный полимер с боковыми метиловыми группами. Полипропилен характеризуется повышенной жесткостью и плотностью по сравнению с ПЭ, а также высокой степенью прозрачности. Промышленное применение полипропилена началось в 1950-х годах. Среди термопластов он выделяется минимальной плотностью и максимальной температурой плавления при относительно низкой стоимости производства. Благодаря своим универсальным физико-химическим свойствам, ПП может быть переработан различными методами, что обеспечивает его широкое использование в производстве упаковочных материалов для пищевой промышленности, включая пленочные и жесткие упаковочные формы [20].

ПП-пленки обладают высокой температурой плавления (160 °C), что делает их пригодными для использования в условиях, требующих повышенной термической стабильности [20]. В частности, они эффективно применяются при горячем розливе жидкостей и разогреве упакованных продуктов в микроволновой печи. Благодаря своей термостойкости, ПП пленки могут быть экструзионным методом ламинированы с полиэтилентерефталатом (ПЭТ) или другими термостойкими материалами. Это позволяет создавать композитные материалы, способные выдерживать температуры до 115–130 °C, что соответствует требованиям стерилизации в автоклавах.

Полипропиленовые пленки с повышенной жесткостью характеризуются гладкой поверхностью и оптимальными параметрами плавления. Пленки с поливом обладают высокой прозрачностью, аналогичной стеклу, и поддаются термосклеиванию. Они применяются для улучшения эстетического восприятия упакованной продукции. В отличие от полиэтиленовых пленок, полипропиленовые при температуре ниже 0°C становятся хрупкими, а при температуре ниже -5°C подвержены образованию трещин под воздействием напряжений. В связи с этим, при необходимости хранения упакованной продукции в условиях глубокой заморозки, полипропиленовые пленки рекомендуется ламинировать. С другой стороны, ориентированные полипропиленовые пленки (ОПП) обладают высокой устойчивостью к

механическим повреждениям и могут использоваться в условиях холодильного хранения.

Полипропилен характеризуется химической инертностью и устойчивостью к воздействию большинства химических соединений, включая органические и неорганические вещества. Он обладает выраженными барьерными свойствами по отношению к водяному пару, а также устойчив к воздействию масел и жиров. Однако ароматические и алифатические углеводороды способны растворять полипропиленовые пленки, что приводит к их набуханию и деформации. Полипропилен не склонен к образованию трещин под воздействием внешних механических нагрузок [20].

Ориентация существенно расширяет ассортимент полипропиленовых пленок [20]. Ориентированная полипропиленовая пленка (ОПП) стала первой полимерной пленкой, которая успешно заменила пленку из регенерированной целлюлозы в упаковочных решениях для печенья. Особенностью ОПП-пленок является невозможность их соединения посредством склеивания или термосваривания, так как температура плавления пленки близка к температуре усадки, что приводит к деформации поверхности при термосваривании. Тем не менее, ОПП-пленки, имеющие акриловое покрытие, обладают превосходными технологическими характеристиками, включая способность к термосвариванию. Акриловое покрытие также обеспечивает высокие барьерные свойства по отношению к проникновению запахов. Для повышения технологичности при работе с упаковочным оборудованием разработаны покрытия на водной основе, предназначенные для низкотемпературной сварки.

ПП-пленки часто применяются в качестве компонентов многослойных ламинатов, включающих другие ПП- или ПЭ-пленки. Данная технология позволяет осуществлять печать на обратной стороне поверхности, что обеспечивает ее размещение внутри ламинированного материала.

К пищевым продуктам, которые упаковываются в ПП-пленку, относятся: печенье, чипсы и снеки, шоколад и сахарные кондитерские изделия, замороженные продукты, чай и кофе. Для продуктов, требующих повышенных барьерных свойств или более длительного срока годности, таких как снеки и чипсы, рекомендуется использовать металлизированную полиэтиленовую пленку. Также выпускаются непрозрачные полиэтиленовые пленки и пленки с эффектом скручивания (твист-эффект). Для полиэтиленовой пленки разработаны различные типы термосвариваемых покрытий. Кроме того, для упаковки термочувствительных пищевых продуктов, таких как шоколад, производители могут использовать холодносвариваемые покрытия на стороне пленки, которая не предназначена для печати.

Для производства лотков, предназначенных для хранения мороженого или охлажденных продуктов, которые впоследствии подвергаются разогреву в микроволновых печах или пароварках, применяется ламинирование картона с использованием экструдированного ПП. Полипропилен играет ключевую роль в пищевой промышленности, где он используется для изготовления упаковки методом литья под давлением. К таким упаковочным изделиям относятся

контейнеры для йогуртов, мороженого, масла и маргарина. Кроме того, полипропилен находит применение в производстве бутылок и широкогорлых банок посредством метода литья под давлением с раздувом, а также для создания крышек к данным емкостям.

6.3.3 Полиэтилентерефталат

Полиэфиры представляют собой конденсационные полимеры, образующиеся в результате реакции карбоновых кислот с соответствующими спиртами. Разнообразие типов полиэфиров обусловлено использованием различных мономеров. При взаимодействии терефталевой кислоты с этиленгликолем в качестве конечного продукта образуется полиэтилентерефталат (ПЭТ).

ПЭТ перерабатывается в пленку с использованием методов раздува или полива. Данный материал может подвергаться экструзионному выдуванию, литью под давлением, вспениванию, а также нанесению в качестве покрытия на картон и экструзии в виде листов для последующего термоформования. Из ПЭТ возможно получение широкого спектра двухосновно-ориентированных прозрачных полиэфирных пленок, которые производятся на аналогичном экструзионном и ширильном оборудовании, что и ОПП. Толщина большинства полиэфирных пленок варьируется от 12 мкм для тонких пленок до 200 мкм для ламинированных композитов. При производстве ПЭТ-пленок технологические добавки не требуются.

Полиэфирные материалы обладают повышенной термостойкостью по сравнению с другими полимерными соединениями. При ориентационной модификации они демонстрируют значительно улучшенные механические характеристики. В структуре полиэфиров присутствует большее количество функциональных групп, способных к химическому взаимодействию с различными веществами, что обуславливает их высокую реакционную способность в отношении окрашивающих составов. В то же время полиэфиры менее устойчивы к воздействию химических реагентов по сравнению с полиолефинами, такими как ПЭ и ПП.

Полиэтилентерефталат (ПЭТ) характеризуется значительно более высокой температурой плавления по сравнению с ПП, обычно составляющей около 260 °С. В условиях производственного процесса ПЭТ не подвержен деформации при температурах ниже 180 °С. Это свойство делает ПЭТ оптимальным материалом для применения в условиях высоких температур, таких как стерилизация паром, нагрев продукта в упаковке, приготовление или разогрев в микроволновой печи или традиционных духовых шкафах [20]. Пленка из ПЭТ сохраняет свою эластичность даже при экстремально низких температурах, достигающих -100 °С. Существуют также разновидности ПЭТ-пленок, предназначенные для термосваривания, например, ПЭТ-пленки, ламинированные ПЭ, что обеспечивает высокую адгезию при термосоединении.

ПЭТ обладает средними барьерными характеристиками по отношению к кислороду [20]. Однако при металлизации алюминием его барьерные свойства значительно улучшаются, обеспечивая высокую защиту от кислорода и водяного пара. Этот материал широко применяется в вакуумной упаковке кофе и в технологии "пакет в коробке". Для упрощения процесса термосваривания швов ПЭТ ламинируется с обеих сторон ЭВА. Кроме того, ПЭТ используется в гибкой упаковке для снеков с высоким содержанием жира, где необходимы барьерные свойства по отношению к кислороду и ультрафиолетовому излучению. Металлизированный полиэтилентерефталат в форме прокладки или гибкого ламината также применяется для упаковки, предназначенной для разогрева в микроволновых печах.

Картон с экструзионным покрытием из ПЭТ используется в производстве лотков для блюд быстрого приготовления, предназначенных для разогрева в микроволновых печах или традиционных духовых шкафах. Внутренняя поверхность поддона формируется методом углового термосваривания и покрыта слоем ПЭТ-материала.

ПЭТ для упаковочных целей демонстрирует стремительный рост, что обусловлено его широким применением в изготовлении ПЭТ-бутылок различных объемов для газированных безалкогольных напитков и минеральных вод [20]. Процесс их производства осуществляется методом инжекционного выдувного формования с последующей вытяжкой. Кроме того, ПЭТ-бутылки активно используются для упаковки растительных масел, где они вытеснили другие упаковочные материалы, такие как ПВХ.

6.3.4 Полистирол

Полистирол (ПС), являющийся продуктом полимеризации стирола, представляет собой виниловое соединение, в котором атом водорода замещен бензольным кольцом [20]. Данный полимер широко используется в упаковочной индустрии. Он может быть экструдирован в виде однослойной пленки. Также возможно его соэкструдирование для получения термоформуемого полимерного листа. Полистирол может быть переработан методом литья под давлением и подвергнут процессу вспенивания, что позволяет получать различные формы и виды продукции.

Прозрачные ПС-плёнки применяются для формирования прозрачных окон в картонно-бумажной упаковке, тогда как белая пигментированная плёнка используется в производстве этикеток. Данная плёнка обладает возможностью нанесения печати и характеризуется низкими барьерными свойствами относительно водяного пара и газов, что делает её подходящим упаковочным материалом для пищевых продуктов, требующих возможности «дыхания».

ПС обладает способностью к пенообразованию, в результате чего получается жесткий, легкий материал с хорошими защитными свойствами от ударных нагрузок и высокими теплоизоляционными характеристиками. Этот материал применяется в двух основных формах: в виде экструдированных

листов и гранул. Экструдированные листы полистирола используются для производства различных упаковочных изделий методом термосваривания, включая лотки для мяса и рыбы, контейнеры для яиц, а также упаковку для готовых пищевых продуктов. Тонкие листы полистирола также находят применение в качестве материала для изготовления этикеток. Гранулированный полистирол подвергается переработке при высоких температурах и давлении, что позволяет получать изделия с заданными характеристиками. В частности, из гранулированного полистирола изготавливают транспортную тару для свежей рыбы, где теплоизоляционные свойства обеспечиваются за счет толстых стенок ящиков.

Основным недостатком жестких и полужестких контейнеров из ПС является их хрупкость. Этот недостаток можно компенсировать путем модификации состава материала путем добавления сополимера стирола и бутадиена, который представляет собой эластомер. Полученный материал обладает полупрозрачными свойствами, однако в большинстве случаев его окрашивают в белый цвет. Листовой вариант этого материала используется для производства контейнеров для молочных продуктов с ограниченным сроком годности методом термосваривания.

6.3.4 Материалы на основе целлюлозы

Первой упаковочной пленкой, получившей широкое распространение, являлась пленка, изготовленная из регенерированной целлюлозы. Процесс ее производства включает растворение целлюлозных волокон, полученных из древесины, и последующее формование путем экструзии через щелевую фильеру. Раствор целлюлозы наносится на барабан, после чего подвергается кислотной обработке и наматывается в виде рулона. Данный материал получил торговое название "целлофан", хотя фактически оно не является его научным обозначением. Целлофановая пленка не обладает термопластичностью в традиционном смысле, то есть она не перерабатывается в расплавленном состоянии и не размягчается при нагревании. Однако целлюлоза представляет собой высокомолекулярное соединение, производимое из натурального растительного сырья, что обуславливает ее уникальные физико-химические свойства.

Чтобы сделать материал эластичным, его пластифицируют гигроскопическим веществом (типа гликоля). Степень эластичности выбирают в соответствии с планируемым видом применения. Эластичность пленки может меняться от довольно жесткой до очень гибкой (последний вариант пленки называют твист-оберткой). Пленка из регенерированной целлюлозы характеризуется несминаемостью складок, благодаря чему она сохраняет однажды сложенную форму. Барьерные свойства по отношению к водяному пару у нее низкие, что позволяет использовать эту пленку для упаковки продуктов, требующих снижения содержания влаги. В сухом состоянии пленка из

регенерированной целлюлозы характеризуется хорошими барьерными свойствами по отношению к кислороду.

6.4 Контакт с пищевыми продуктами и барьерные свойства

Для обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов на всех этапах их жизненного цикла необходимо, чтобы первичная упаковка выполняла не только функции сохранения целостности и физического предохранения продукции, но и обеспечивала защиту, исключаящую риск для здоровья потребителей и гарантирующую сохранение качества на протяжении всего установленного срока годности. В контексте оценки качества продукции ключевую роль играют свойства упаковочного материала, характеристики самого пищевого продукта, а также любые возможные взаимодействия между этими элементами [27]. Такие взаимодействия способны спровоцировать возникновение органолептических изменений и других признаков порчи, которые обусловлены рядом факторов:

1. Переходом добавок, различных примесей и мономеров из упаковки непосредственно в пищевой продукт.
2. Процессом диффузии газов, водяного пара и летучих веществ между внешней средой и пустотным пространством над продуктом внутри упаковки.
3. Поглощением упаковочным материалом различных компонентов пищи — в том числе летучих ароматических веществ и липидов — в рамках явления, известного как «скальпирование».

6.4.1 Миграция

Во время упаковки пищевые продукты неизбежно соприкасаются с внутренней стороной упаковочного материала. Между ними может возникать взаимодействие, процесс адсорбции или даже химические реакции между компонентами упаковки и самого продукта. Если речь идет о полимерных материалах, то в этих процессах задействован не только основной полимер, но и то, что даже при его химической инертности по отношению к ингредиентам продукта, на взаимодействие с пищей вполне способны повлиять специальные технологические покрытия или добавки. Именно поэтому крайне важно, чтобы выбранный полимерный материал вместе со всеми его добавками был официально разрешен для прямого контакта с пищевыми продуктами.

В целях обеспечения безопасности продовольственных товаров на международном уровне разработаны и внедрены регламенты, регулирующие использование полимерных материалов в контакте с пищевыми продуктами.

В России анализ миграции компонентов упаковки в пищевые продукты проводится в соответствии с ТР ТС 005/2011 и ГОСТ EN 1186, где определяют общую и специфическую миграцию веществ (мономеров, добавок) с использованием пищевых симуляторов, которые имитируют условия в пищевых продуктах (вода, уксусная кислота, спирт, растительное масло) при заданных

температурах и времени контакта. В процессе тестирования образец упаковочного материала контактирует с симуляторами, после чего в стимуляторах анализируют наличие компонентов упаковки различными методами (ГХ-МС, ВЭЖХ, гравиметрия) для оценки соответствия нормам. Такие анализы выполняют аккредитованные лаборатории Роспотребнадзора в рамках санитарной экспертизы при производстве и импорте.

6.4.2 Проницаемость

Проницаемость вещества через пленку представляет собой комплексный процесс, включающий три последовательных этапа:

- Адсорбция или абсорбция пенетранта (водяного пара или газа) на поверхности полимерного материала.
- Диффузия пенетранта через объем полимерной матрицы.
- Десорбция или выделение пенетранта с противоположной стороны полимерного слоя.

Процессы абсорбции и десорбции пенетранта зависят от его растворимости в материале. Максимальная растворимость достигается при схожести физико-химических характеристик пенетранта и материала. Для описания данных процессов применяются следующие фундаментальные законы:

- Скорость, с которой газ диффундирует, обратно пропорциональна квадратному корню из его плотности.
- Объем диффундирующего газа зависит напрямую от его концентрации и времени процесса, но при этом обратно пропорционален толщине материала (субстрата), через который происходит эта диффузия.
- Количество газа, которое поглощает заданный объем жидкости при фиксированной температуре, прямо пропорционально парциальному давлению этого газа над поверхностью жидкости.

На практике плёнка может состоять из многослойной полимерной структуры, включающей потенциальные дефекты покрытия, поры, вариации в молекулярной организации и степени кристалличности. Ключевое значение имеют молекулярные параметры пенетрата, такие как его размеры, форма и полярность, а также характеристики внешней среды. Эти факторы оказывают влияние на процессы диффузии и растворимости, которые, в свою очередь, напрямую воздействуют на проницаемость материала.

Проницаемость полимерных пленок для водяного пара и различных газов, таких как кислород, углекислый газ и азот, определяется с использованием стандартизированных методов испытаний. Кислород, в частности, может способствовать окислительной порче масло- и жиросодержащих продуктов.

Проникновение водяного пара в продукт может привести к изменению его текстуры, в то время как выход влаги в виде водяного пара через упаковку может вызвать дегидратацию продукта, что, в свою очередь, может привести к изменению текстуры и потере массы. Оптимальное решение заключается в

достижении баланса между потерей массы при хранении и барьерными характеристиками полимерной пленки по отношению к водяному пару. Результаты испытаний на проницаемость обеспечивают выработку рекомендаций по выбору материалов для упаковки тех или иных пищевых продуктов.

6.4.3 Изменение вкуса и аромата

Производители продуктов питания обязаны строго придерживаться санитарно-гигиенических стандартов и гарантировать, чтобы в их продукции не появлялись посторонние запахи или неприятные привкусы. Эти правила существенно ограничивают ассортимент подходящих упаковочных материалов. Кроме того, крайне важно защитить продукты от загрязнения извне, поскольку такое воздействие способно серьезно ухудшить их органолептические характеристики — в частности, вкус и аромат.

Дефекты вкусовых и ароматических характеристик могут возникать вследствие процесса, известного как скальпирование, который включает абсорбцию органических соединений упаковочным материалом или их адсорбцию на его поверхности. В результате проникновения из окружающей среды посторонних запахов, вкусов или контаминантов в упаковку, органолептические свойства самого продукта могут быть искажены или полностью изменены.

В дополнение к этому, вкусовые и ароматические свойства продукта могут изменяться в зависимости от уровня содержания влаги и степени окисления. Следовательно, ключевым параметром упаковочного материала является его паропроницаемость и газопроницаемость, в частности, по отношению к кислороду. Скорость диффузии этих веществ определяется температурными условиями окружающей среды и подчиняется соответствующим физическим законам.

6.5 Критерии выбора полимерных упаковочных материалов

Основным аспектом упаковки пищевых продуктов является корректное определение требований к ней в зависимости от типа продукта, целевого рынка, срока годности, методов дистрибуции и хранения, условий реализации конечному потребителю, а также возможностей последующей переработки упаковочных материалов. При выборе упаковочных материалов необходимо учитывать экологические аспекты и управление отходами, а также обеспечивать безопасность пищевых продуктов, принимая во внимание микробиологические риски и требования к органолептическим характеристикам, таким как вкус, аромат, цвет и текстура расфасованного продукта.

Требования к упаковочным материалам могут быть рассмотрены с учетом следующих аспектов:

1. Обеспечение защиты продукции (качество, безопасность и другие характеристики);
2. Эстетические и маркетинговые свойства упаковки (продвижение товаров, конструктивные особенности упаковки и другие параметры);
3. Технологические аспекты производства (экструзия, формование, печать, упаковочные процессы и другие технологии).

При выборе типа полимерной упаковки из доступных вариантов (пакет, контейнер с крышкой, бутылка и т. д.) необходимо определить, какой полимер или комбинация полимеров обеспечат требуемые эксплуатационные характеристики, обусловленные конструкцией упаковки и ее материалом (пленка, лист, формованный или вспененный пластик). Существует широкий ассортимент полимерных материалов, каждый из которых обладает определенным диапазоном свойств, причем эти свойства имеют свои особенности для каждого типа упаковки.

Все полимерные материалы обладают определенными барьерными характеристиками в отношении газообразных веществ, как в процессе их проникновения в упаковку, так и при диффузии из пищевого продукта во внешнюю среду. Эти свойства зависят от различных факторов, включая тип упакованного пищевого продукта, вид полимера (или полимеров), их толщину, температурные условия и уровень относительной влажности. Именно эти параметры определяют срок годности упакованного продукта.

Некоторые полимерные материалы обладают свойством термосвариваемости, что позволяет герметизировать упаковку методом термической сварки. Это обеспечивает возможность нагрева продуктов в такой упаковке в микроволновой печи или духовке, а также проведения стерилизации в автоклаве. Отдельные виды полимеров пригодны для хранения при низких температурах. В зависимости от предполагаемого применения упаковки, могут быть удовлетворены различные специфические требования.

В таблицах 6.1-6.3 представлены результаты исследований, касающиеся проницаемости пленок по отношению к газам и парам, их оптических характеристик, а также параметров упаковочных машин и данных по термостойкости.

Таблица 6.1. Оценка свойств различных пленок

Полимер	Паропроницаемость	Газопроницаемость	Оптические свойства	Технологические свойства	Свариваемость
ПЭНП	3	4	4	4	1
ПП-пленка (поливная)	3	4	2	4	2
ОПП	2	2	2	2	2
ОПП с покрытием	1	1	1	2	1
ПЭТ	2	2	1	1	4
ПВХ	3	2	2	4	2

Обозначения: 1 – отлично, 2 – очень хорошо, 3 – хорошо, 4 – плохо

Таблица 6.1. Барьерные свойства пленок по отношению к кислороду и водяному пару

Вид пленки (толщина 25 мкм)	Паропроницаемость, г/м ² · 24 в тропических условиях (ОВ 90 % при 38 °С)	Кислородопроницаемость, см ³ / м ² · 24 ч
ПЭНП	10-20	6500-8500
ПЭВП	7-10	1600-2000
ОПП	5-7	2000-2500
Каст-ПП	10-12	3500-4500
ЕVОН	1000	0,5
ПВДХ	0.5-1.0	2-4
ПА	300-400	50-75
ПС	70-150	4500-6000
ПЭТ	15-20	100-150
Алюминий	0	0

Таблица 6.3. Пригодность отдельных пленок для упаковки тех или иных пищевых продуктов

Пищевой продукт	ПЭНП	ОПП	ОПП (ме- таллизи- рованный)	ОПП (с по- крытием)	Ламинат (без Al)	Лами- нат (с Al)	Тип упа- ковки
Свежие хлебобуло- чные изделий	***	***	0	0	0	0	HFF
Хлебобуло- чные изделия с длительным сроком годности	0	0	*	* (МГС)	** (МГС)	** (МГС)	HFF
Хрустящие снеки (чипсы)	0	*	***	***	**	***	VFF
Печенье	0	0	**	***	**	***	HFF
Орехи	0	0	** (МГС)	* (МГС)	* (МГС)	*** (МГС)	VFF
Приготовлен- ные мясо- продукты	0	0	*	**	** (МГС)	*** (МГС)	Пакет
Заморожен- ные продукты	**	*	*	0	***	***	Разная

Обозначения: 0 – не пригодны; * - короткий срок годности; ** - средний срок годности; *** - длительный срок годности; МГС – в модифицированный газовой среде

При планировании и оптимизации производственных процессов необходимо учитывать экономическую целесообразность, включая объемы выпускаемой продукции и продолжительность технологических операций. Общеизвестно, что увеличение производительности приводит к снижению себестоимости продукции. Однако на различных стадиях производственного цикла одно и то же управленческое решение может быть экономически обоснованным в одном контексте и убыточным в другом.

6.6 Охрана окружающей среды и проблемы управления отходами

Примерно 50 % продуктов питания упаковываются с использованием полимерных материалов или упаковок на их основе. Ключевым экологическим преимуществом таких упаковочных решений является их способность сокращать объем пищевых отходов. Другие преимущества включают значительное уменьшение массы упаковочных отходов по сравнению с альтернативными материалами. Однако сокращение пищевых отходов представляет собой наиболее значимый экологический эффект, так как способствует рациональному использованию продовольственных ресурсов. В контексте устойчивого развития применение полимерных материалов для упаковки пищевых продуктов демонстрирует экологически обоснованную стратегию управления отходами.

Оптимизация использования ресурсов в контексте снижения массы упаковочных материалов направлена на достижение тех же или более высоких эксплуатационных характеристик при уменьшении объема упаковочного сырья. В качестве примера можно привести эволюцию пластиковой упаковки для йогуртов: если в 1970-х годах средний вес стаканчика составлял 11,8 г, то в настоящее время этот показатель варьируется от 5 до 7 г в зависимости от объема продукта.

Значительное снижение массы полимерной упаковки по сравнению с альтернативными материалами приводит к уменьшению транспортных затрат на перевозку упаковочных материалов и готовой продукции. Это, в свою очередь, способствует снижению потребления топлива и минимизации выбросов парниковых газов в атмосферу, что является важным аспектом экологической устойчивости и экономической эффективности.

Согласно некоторым аналитическим данным, процесс производства полимеров демонстрирует более высокую энергоэффективность по сравнению с процессами выплавки металлической руды и изготовления стекла. Утверждается, что используемые технологии соответствуют стандартам экологической чистоты. Энергозатраты на производство изделий из гранулированного полимерного сырья также ниже, чем при переработке металлических и стеклянных материалов.

Производство гибкой упаковки в производственной линии демонстрирует более высокую энергоэффективность по сравнению с использованием предварительно изготовленной тары, такой как стеклянные емкости или металлические контейнеры. Это обусловлено следующими факторами:

1. Материалы для гибкой упаковки, будь то в плоском виде или в рулонах, занимают значительно меньше места при транспортировке на предприятие-упаковщик.
2. Масса брутто упакованного продукта в неполимерной упаковке значительно выше, что влечет за собой увеличение энергозатрат на управление образующимися упаковочными отходами.

В настоящее время широко применяются полимерные изделия многократного использования. В странах Европы, включая, например, ПЭТ-бутылки, которые используются в качестве возвратной тары. Пластмассовые паллеты, лотки и ящики, являющиеся неотъемлемой частью транспортной тары в оптовом звене, также подлежат возврату и повторному использованию. Расширение практики применения данной модели может значительно сократить долю полимерных материалов в общем объеме отходов.

В процессе производства полимерных материалов уровень производственных отходов минимизирован благодаря возможности многократного использования термопластов посредством их перехода в расплавленное состояние. Однако существенной проблемой является то, что около 40% всего объема полимерных материалов применяется в упаковочной промышленности, и значительная часть этой продукции впоследствии поступает в категорию бытовых отходов.

Проблема переработки бытовых полимерных отходов носит масштабный логистический характер, обусловленный многообразием их видов. На экономическую целесообразность процесса переработки полимеров влияют дополнительные факторы, включая стоимость первичного сырья, низкую плотность отходов, что увеличивает затраты на вторичную переработку, а также необходимость сбора отходов с обширных территорий.

Вопросы для самопроверки к главе 6:

1. Согласно ГОСТ Р 57268.1-2016, что такое полимер и каковы его ключевые характеристики?
2. Перечислите пять основных преимуществ полимеров в упаковке пищевых продуктов.
3. От каких греческих слов происходит термин "полимер" и что они означают?
4. Когда был впервые получен полиэтилен и с какого времени он используется в упаковочной промышленности?
5. Какая доля полимерной упаковки используется для пищевых продуктов в Европе и России?
6. Какой диапазон температур выдерживают некоторые полимерные материалы в упаковке?
7. В чем отличие термопластичных полимеров от термореактивных, и приведите примеры последних?
8. Перечислите основные типы полимеров, используемых в упаковке пищевых продуктов (минимум 10).
9. Какой полимер доминирует на европейском рынке упаковочных материалов по массе и какая его доля?
10. Опишите процесс полимеризации этилена и факторы, влияющие на свойства полиэтилена.

11. Что такое экструзия и какова ее роль в производстве упаковки из полимеров?
12. В чем разница между пленками и листами по толщине и применению?
13. Опишите метод производства пленки поливом и раздувной пленки.
14. Что дает ориентация полимерных пленок и какие бывают типы ориентации?
15. Как создают непрозрачность в полимерных пленках?
16. Опишите процесс экструзионного выдувного формования бутылок.
17. Что такое преформа и как работает литье под давлением с раздувом для ПЭТ-бутылок?
18. Какие методы производства жесткой упаковки из полимеров?
19. Перечислите характеристики ПЭНП и области применения его пленок.
20. Опишите свойства полипропилена (температура плавления, термостойкость) и его применение.
21. Почему ОПП-пленки не свариваются напрямую и как решают эту проблему?
22. Какие барьерные свойства имеет ПЭТ и как улучшают их металлизацией?
23. Для каких продуктов подходит полистирол (ПС) и в чем его недостатки?
24. Что такое миграция в контексте полимерной упаковки и как ее контролируют по ТР ТС 005/2011?
25. Опишите три этапа проницаемости вещества через пленку.
26. Какие экологические преимущества полимерной упаковки и проблемы с отходами?

7 Бумажная и картонная упаковка

В современной упаковочной индустрии широко применяется картонно-бумажная упаковка, варьирующаяся от легких пакетов для чая и кофе до плотного картона, используемого в дистрибьюции. Бумага и картон играют ключевую роль в производстве, хранении, транспортировке и потреблении пищевых продуктов, составляя приблизительно одну треть общего рынка упаковочных материалов. Примерно 10 % всего объема бумаги и картона используется в упаковочных целях, из которых около половины приходится на пищевую промышленность [17].

Упаковка на основе бумаги и картона широко представлена в различных сферах жизнедеятельности. В розничной торговле она используется в супермаркетах и на рынках. В общепите бумажная и картонная упаковка используется как для готовых блюд, которые едят прямо на месте, так и для доставки клиентам. Автоматы с разливом напитков тоже полагаются на этот тип тары. В фармацевтике и медицинских учреждениях картонная упаковка критически важна для защиты и сохранности лекарств. В системах питания и на заводах пищевой промышленности она идет в ход для фасовки и перевозки самых разных продуктов. Помимо этого, бумажно-картонная упаковка повсеместна в быту и для упаковки личных вещей.

Сегодня примеры использования бумажной и картонной упаковки можно найти во многих местах. Ниже представлен далеко не полный список продуктов и сфер, где используется бумажная упаковка:

- сфера сухих пищевых продуктов – например, хлопьев, печенья, хлеба и хлебобулочных изделий, чая, кофе, сахара, муки и сухих пищевых смесей
- сфера замороженных, охлажденных продуктов и мороженого
- жидких пищевых продуктов и напитков – молока, вин и крепких спиртных напитков
- шоколадные и сахарные кондитерские изделия
- продукты быстрого приготовления
- свежие продукты – фрукты, овощи, мясо и рыба
- средства личной гигиены – парфюмерия, косметика и туалетные принадлежности
- фармацевтика и здравоохранение
- спорт и досуг
- инженерия, электротехника и поделки своими руками
- сельское хозяйство, садоводство и огородничество
- военные склады.

Бумага и картон – это листовые материалы, состоящие из переплетающихся волокон целлюлозы, которые склеиваются друг с другом, образуя плотный слой. Они пригодны для печати и обладают физическими свойствами, которые позволяют изготавливать из них различные виды гибкой, полужесткой и жесткой упаковки.

Существует множество различных видов бумаги и картона. Внешний вид, прочность и многие другие свойства могут варьироваться в зависимости от типа/типов и количества используемого волокна, а также от того, как волокна обрабатываются при разделении волокон (варке целлюлозы), обработке волокон и при производстве бумаги и картона.

В бумажной промышленности существует множество специальных терминов, и хорошим примером может служить терминология, используемая для описания веса на единицу площади и толщины. Плотность (масса на 1 м^2) измеряют в г/м^2 — это и есть граммаж. Толщину дают в микронах (мкм, где $1 \text{ мкм} = 0,001 \text{ мм}$) или в пунктах (thou или point, тысячные дюйма). Внешность оценивают по цвету и поверхности: глянец (блестящий лоск), сатин или матовость.

Картон толще бумаги и плотнее. Легкие бумаги идут до 120 г/м^2 , а картон начинается от 250 г/м^2 и применяется для обложек или тары.

К главным типам бумажно-картонной упаковки относятся:

- бумажные пакеты, мешки, оберточная и влагостойкая бумага (для чайных пакетиков, саше, внешней обертки, пакетов под сахар и муку), пакеты с ручками;
- многослойные бумажные пакеты;
- складные и жесткие коробки из картона;
- гофрированная и коробочная тара, включая транспортные гофрокороба;
- тубы и комбинированная бумажная тара;
- картонные бочки;
- упаковка под жидкости;
- формованная ячеистая тара;
- этикетки;
- упаковочная лента;
- амортизаторы вроде прокладок;
- прокладки под винтовые крышки и мембраны.

Бумажно-картонная упаковка выдерживает широкий спектр температур — от заморозки до кипения воды, подходит для разогрева в микроволновке или конвекционной печи.

Чисто бумажную или картонную упаковку можно использовать в прямом контакте со многими продуктами питания, но она пропускает воду, пар, водные растворы, эмульсии, органику, жиры, газы (O_2 , CO_2 , N_2), агрессивные вещества, летучие соединения и запахи. При нагреве бумага не липнет сама к себе, но ее склеивают адгезивами.

Чтобы придать барьерные свойства и функциональность, применяют покрытия, ламинацию и пропитки. Это дает термосклеивание, стойкость к жару, жиро- и влагонепроницаемость, антипригарность и т.д. Конкретно: экструзия ПЭ, ПП или ПЭТ; ламинация пленками или фольгой; пропитка воском, силиконом, фторполимерами. Такие приемы радикально повышают

возможности материалов, делая их полностью соответствующими актуальным нормам и стандартам.

7.1 Источники волокна для производства бумаги и картона

Бумага и картон представляют собой листовые волокнистые материалы, состоящие из переплетённых целлюлозных волокон древесного происхождения. В точках соприкосновения целлюлозные волокна образуют физико-химические связи, обеспечивая целостность листа. Прочность листа определяется его структурой, типом волокна, методами его получения, а также массой единицы площади и толщиной. Тип волокна также оказывает влияние на цвет материала. Большинство видов картона имеют многослойную конструкцию, обладающую различными эксплуатационными характеристиками. Производители упаковочных материалов имеют возможность выбора типа волокна для каждого слоя в зависимости от конкретных требований к упаковке. Первичное волокно может быть получено из древесины механическими (рис. 7.1) или химическими методами (рис. 7.2). В процессе химической обработки используются реагенты, которые растворяют нецеллюлозные и неволокнистые компоненты древесины, обеспечивая выделение целлюлозных волокон и сопутствующее выделение энергии.

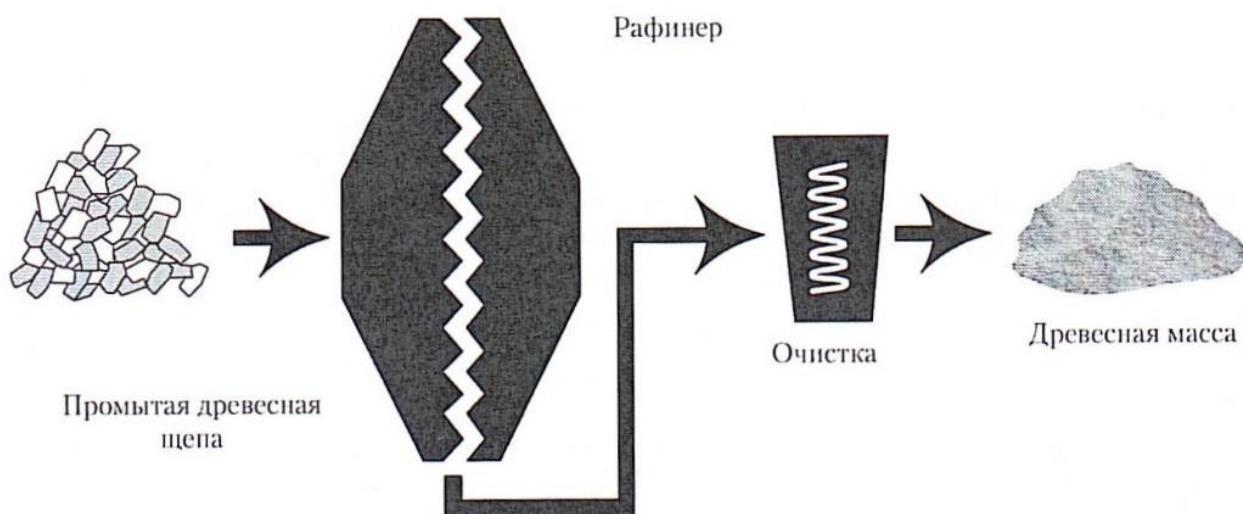


Рис. 7.1. Получение древесной массы механическим способом

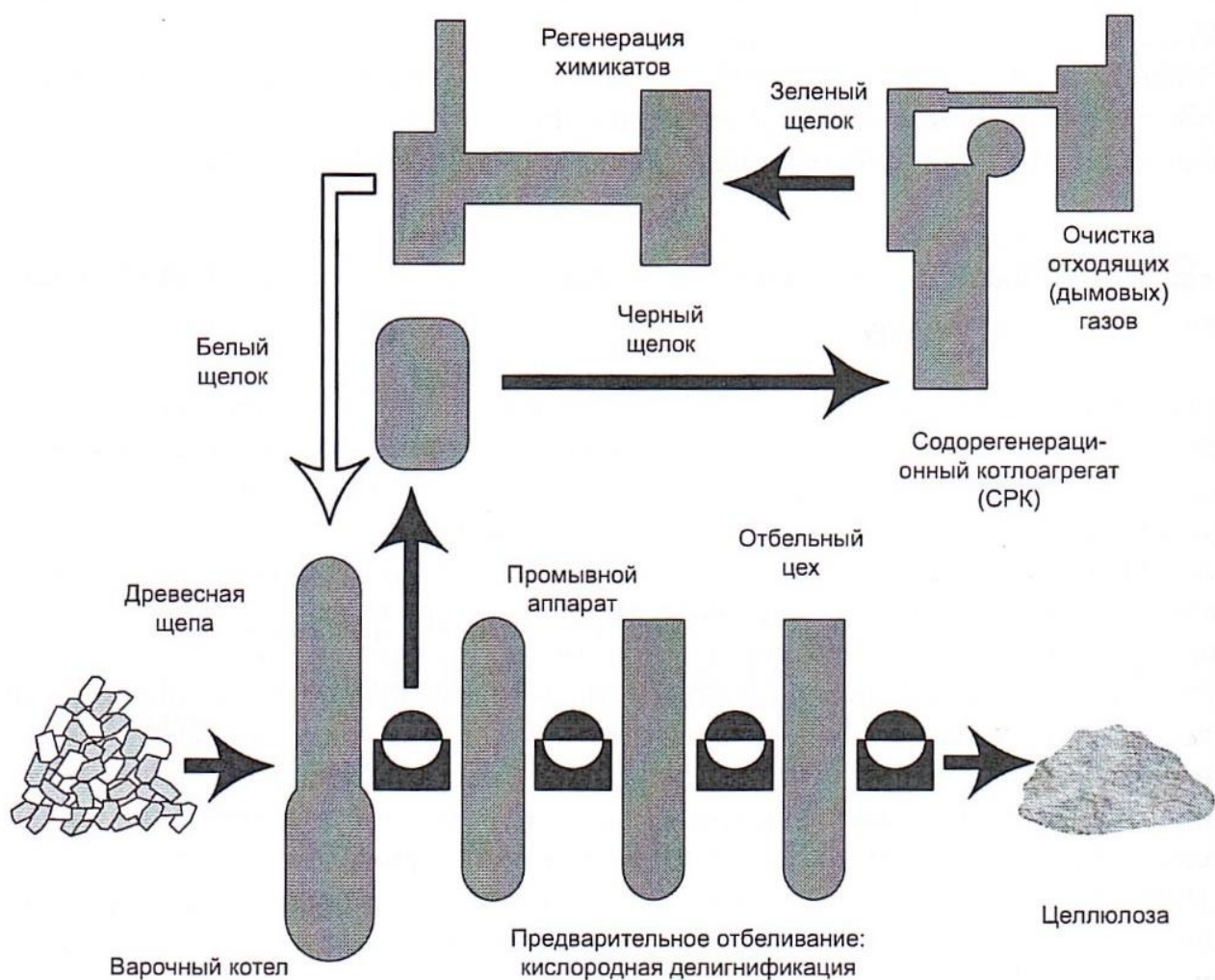


Рис. 7.2. Схема производства сульфатной беленой целлюлозы

В целлюлозно-бумажной отрасли используют два ключевых способа варки древесины, которые различаются по химикатам, задействованным в процессе. Сегодня лидирует сульфатный метод — его еще называют сульфатной варкой или крафт-процессом. Он отлично справляется с любой породой древесины, а химикаты из него легко восстанавливают и пускают в оборот заново. Другой вариант — сульфитная варка целлюлозы. В любом из этих подходов побочные вещества, извлеченные из древесины, идут в дело прямо на комбинатах — как топливо для энергии или для других нужд производства.

Механическое отделение волокон сохраняет их натуральный древесный цвет, который может быть модифицирован посредством химической обработки, приводящей к осветлению. Волокна, полученные химическим методом, изначально имеют коричневый оттенок, однако подвергаются процессу отбеливания посредством удаления всех нецеллюлозных компонентов. Волокна чистой целлюлозы характеризуются прозрачностью, однако в массе воспринимаются как белые.

Вторичное волокно, полученное из отходов бумаги и картона (макулатуры), характеризуется наличием печатных красок и отсутствием отбеливания, что придает ему серый или коричневый оттенок. В случае

использования коричневого упаковочного картона восстановленное волокно изначально имеет коричневый цвет, однако в процессе обработки оно приобретает серый оттенок. При необходимости, в процессе переработки волокнистая масса подвергается окрашиванию для достижения требуемого цвета. Схема производственного процесса получения макулатурной массы представлена на рис. 7.3.

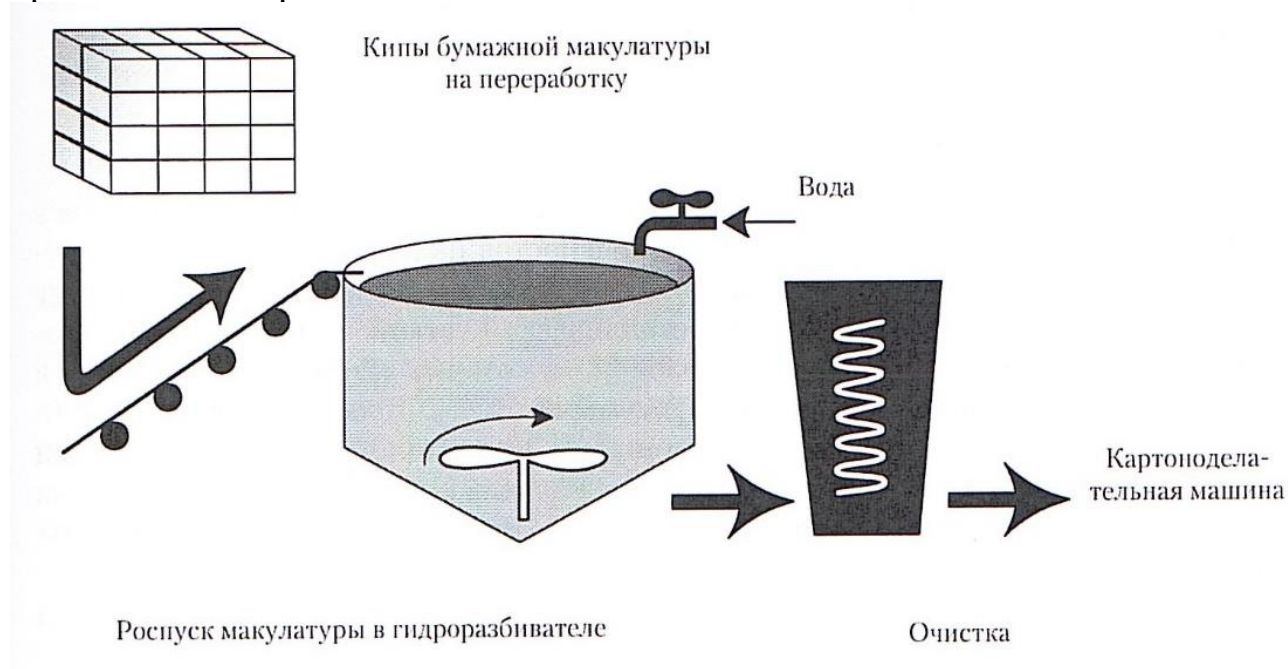


Рис. 7.3. Схема получения макулатурной массы

Макулатуру и картон также собирают, сортируют и перерабатывают механическим перемешиванием в воде (рис. 7.3). Восстановленное волокно обладает множеством различных свойств в зависимости от природы исходного волокна, способа его обработки и способа переработки и использования бумажных или картонных изделий. При каждом повторном формовании бумаги или картона средняя длина волокон и степень межволоконного склеивания уменьшаются. Это означает, наряду с тем фактом, что некоторые типы бумаги и картон не может быть восстановлен в силу характера его использования, что новое первичное волокно, производимое непосредственно из древесины, должно регулярно поступать на рынок для поддержания качественных характеристик материалов.

В различных странах доля восстановленного и переработанного волокна в общем объеме потребления составляет от 40 до 60 %. Еще одним значимым фактором, влияющим на прочностные характеристики бумажного листа, является порода древесины, использованной для его производства. В целом прочность бумаги обеспечивается длинными волокнами, тогда как качество поверхности и эффективность производственного процесса зависят от длины и характеристик коротких волокон.

Длинные древесные волокна, длина которых варьируется от 3 до 4,5 мм, производятся из мягких хвойных пород древесины, таких как канадская ель,

сосна и лжетсуга тиссолистная. Короткие древесные волокна, обладающие длиной от 1 до 1,5 мм, получают, в частности, из берёзы.

7.2 Производство бумаги и картона

Подготовка волокон для производства бумаги известна как ‘подготовка сырья’. Свойства волокон могут быть изменены путем обработки и использования добавок на стадии подготовки сырья перед производством бумаги или картона. Таким образом, производитель бумаги теоретически может начать, например, с суспензии химически разделенного и отбеленного волокна в воде и с использованием различных методов обработки производить модифицированную целлюлозу, которая может использоваться для изготовления таких разных бумаг, как промокательная бумага, бумага для пакетов или жиронепроницаемая бумага [29].

Структура поверхности волокна может быть изменена контролируемым образом путем механической обработки в воде. Первоначально это производилось в венчике. Взбивание – это порционный процесс, при котором суспензию пульпы протягивают между движущимися и неподвижными стержнями.

Подвижные стержни установлены на поверхности барабана для взбивания, который вращается на фиксированном, регулируемом расстоянии над опорной плитой, на которой также установлены стержни. Движение барабана для взбивания вытягивает суспензию между прутьями, вызывая фибрилляцию поверхности волокна и его набухание. Суспензию перекидывают через заднюю часть и вокруг средней части рулона к передней части рулона для дальнейшей обработки. За исключением случаев, когда производимый сорт бумаги требует взбивания таким способом, например, жиронепроницаемой бумаги, при котором мякоть сильно взбивается до почти гелеобразной консистенции, эта обработка осуществляется как непрерывный, поточный процесс через рафинер. Рафинаторы также имеют стационарные и подвижные стержни. Они устанавливаются либо конически, либо на параллельных дисках.

Основные принципы производства бумаги следующие:

- приготовление разбавленной суспензии волокон в воде
- формирование листа из переплетенной сети волокон
- постепенное удаление большей часть воды путем слива, давления и выпаривания (сушки).

Традиционно формование осуществлялось вручную путем погружения тонко сплетенной плоской проволочной сетки, установленной в деревянном каркасе, называемом формой, в емкость с волокнами, взвешенными в воде, и стекания излишков суспензии по отдельному деревянному каркасу, или настилу, установленному по краю формы. Воду сливали через проволочную сетку. Настил снимали, когда слой волокон уплотнялся. В результате получался лист, на котором волокна были распределены случайным образом и равномерно. Затем форму переворачивали, а лист переносили на смоченное войлочное одеяло.

Мокрый лист накрывали другим войлоком. Это повторялось несколько раз, чтобы сформировать стопку чередующихся слоев влажных листов и войлока. Затем стопка, или столб, подвергалась давлению в гидравлическом прессе, который отжимал воду из листа. Когда листы становились достаточно прочными, их можно было взять в руки и отделить от них войлок.

Дальнейшее прессование без войлока удаляло большую часть воды, а затем листы сушили на воздухе. Листам, предназначенным для печати, затем придавали размер тубуса путем погружения их в раствор желатина и сушки на воздухе.

Промышленная революция способствовала переходу от трудоемких ручных операций с одним листом за раз к сегодняшнему непрерывному высокоскоростному производству с использованием компьютеризированного управления технологическим процессом.

Хотя принципы формирования листов, прессования и сушки являются общими для всех видов бумаги и картона, способ их выполнения зависит от конкретных требований и наиболее экономичного из доступных методов.

С начала 1800-х годов целлюлозную массу механически наносили на проволочную сетку на машине для производства бумаги или картона. Механическое формование (рис. 7.4) обеспечивает определенную направленность расположения волокон в листе. Поскольку волокна относительно длинные по отношению к их ширине, они имеют тенденцию выстраиваться в линию по мере формирования листа в направлении движения вдоль машины. Это направление известно как машинное направление (MD), и хотя волокна выстраиваются во всех направлениях, наименьшее количество волокон будет выстраиваться в направлении под прямым углом к MD, и это известно как поперечное направление (CD).

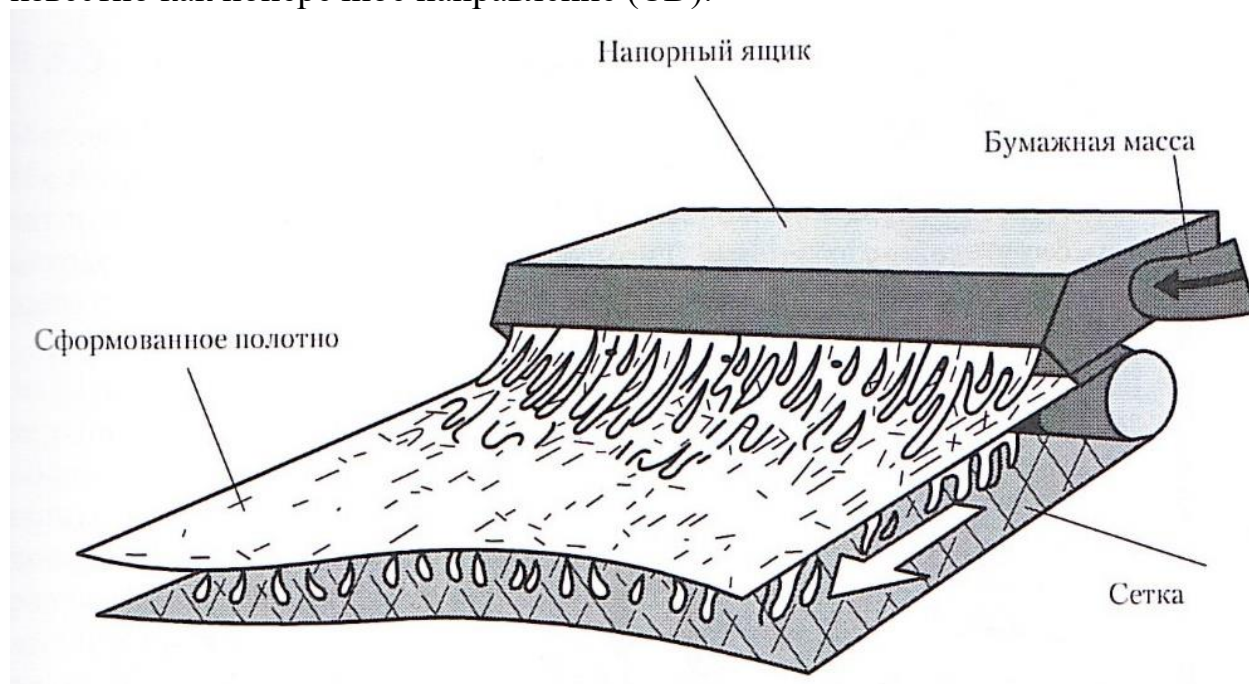


Рис. 7.4. Упрощенная схема процесса формования (отлива) полотна

Технологии, используемые до и во время формования, очень важны для эксплуатационных характеристик изделия. Прочностные свойства и другие характеристики демонстрируют различия, характерные для этих двух направлений измерения свойств. Значение этой функции для печати, преобразования и использования бумаги и картонной упаковки варьируется в зависимости от области применения, и пользователи должны быть осведомлены о последствиях в конкретных ситуациях.

Важно, чтобы вес на единицу площади и распределение ориентации волокон были функционально адекватными и последовательными как в рамках производства, так и от производства к производству для предполагаемого использования.

Существует два основных метода формования. Формование проволокой, при котором суспензия целлюлозы в воде с консистенцией около 2 % волокон и 98 % воды вытекает из насадки из узкой горизонтальной щели, известной как срез, на движущуюся проволоку, было изобретено Николя Робером во Франции в 1793 году.

Проволочная сетка, которая сегодня обычно представляет собой пластиковую сетку, может иметь поперечную "встряску" из стороны в сторону, способствующую более произвольной ориентации волокон. Воду сливают с нижней стороны проволоки несколькими способами, включая вакуумирование. Влажный лист снимают с проволоки, когда он сможет выдержать собственный вес. Эта секция машины называется мокрым концом, и проволока, представляющая собой непрерывную ленту, проходит по кругу для получения большего количества целлюлозы в водной суспензии.

Многопленочное или многослойное формование листов может быть достигнуто с помощью нескольких проволок или нескольких чанов. Модификацией метода формования проволокой является процесс обратной формовки, при котором во второй и последующие головные коробки добавляются дополнительные слои целлюлозы. При нанесении каждого слоя верхняя проволока соприкасается с дополнительным слоем и отводит воду вверх благодаря механической конструкции, которая обеспечивается вакуумом. Это привело к значительному увеличению производительности без потери качества.

Многослойность позволяет производителю увеличивать вес продукции на единицу площади и использовать различную целлюлозу в различных слоях для достижения конкретных функциональных потребностей с минимальными затратами. Многослойность в случае более толстых сортов картона также облегчает контроль веса и обеспечивает хорошие бигующие свойства.

После формования в секции пресса происходит следующий этап. Большее количество воды удаляется путем прессования листа, зажатого между поддерживающими слоями или войлоком, что часто сопровождается отсасыванием под действием вакуума. Это снижает содержание влаги примерно до 60-65%. После этого лист сушат в контакте со стальными цилиндрами, нагретыми паром.

Некоторые изделия производятся на машинах с машинным остеклением большого диаметра. Лист прикладывается к цилиндру, пока содержание влаги все еще достаточно велико для прилипания листа к полированной горячей поверхности. Этот процесс не только сушит лист, но и способствует получению гладкой полированной или глазурированной поверхности. Важным аспектом этого для некоторых изделий является то, что достигается гладкая поверхность без потери толщины.

Проклейку можно наносить на одну или обе поверхности во время сушки. Для повышения прочности и предотвращения выпадения волокон во время печати можно использовать крахмал. Таким же образом можно наносить жиростойкие добавки. Воск определенного размера можно наносить в виде эмульсии в воде, и под воздействием тепла от сушильных цилиндров воск пропитывает бумагу или картон. Однако большинство обработок воском применяются в качестве вторичных процессов переработки, то есть вне машины.

Каландрирование – это процесс, который используется для повышения гладкости и отделки, а также для контроля толщины путем пропускания сухого листа между цилиндрами. Каландрирование можно наносить несколькими способами в зависимости от продукта и требуемой отделки поверхности. Баллоны могут нагреваться или охлаждаться, а в некоторых случаях на поверхность материала наносится вода. В самом простом виде каландрирование состоит из двух стальных валков, хотя можно использовать и больше – например, для картона потребуется лишь легкое каландрирование для контроля толщины без чрезмерного сжатия материала, что снизит жесткость. Существуют бумагоделательные машины вместимостью до семи рулонов, в которых поочередно используются стальные и композитные рулоны для получения более гладкой и глянцевой отделки.

Покрытия на минеральной основе с белой пигментацией наносятся на одну или обе стороны листа, разглаживаются и сушатся для улучшения внешнего вида в отношении цвета, гладкости, печати и лакирования. Метод нанесения покрытия был принят для описания таких типов покрытия, как лезвие, пневматический нож и роликовый стержень. В зависимости от потребностей продукта может быть нанесен один, два или три слоя покрытия.

Описанный процесс нанесения покрытия позволяет получить поверхность с матовым покрытием. Более светоотражающего глянцевого покрытия можно добиться с помощью чистки щеткой и/или фрикционного остекления.

Особый тип минерально-пигментного покрытия известен как литьевое покрытие, которое наносится вне машины как отдельный процесс. Это процесс от катушки к катушке, при котором смесь для нанесения покрытия наносится на поверхность бумаги или картона, разглаживается и, пока она еще влажная, наносится на поверхность тщательно отполированного нагретого цилиндра. При высыхании покрытая поверхность отслаивается от цилиндра, оставляя на бумаге или картоне очень гладкое глянцевое покрытие.

Ширина машин для производства бумаги и картона варьируется примерно от 1 м до 10 м. Размер зависит от объема производства. Факторами,

ограничивающими производительность при данной ширине, являются количество целлюлозы, используемой на единицу площади, и линейная скорость – оба они связаны с количеством воды, которая должна быть удалена комбинацией дренажа, вакуумирования, прессования и сушки. Принципиальные особенности производства бумаги или картона методом формования проволокой показаны на рисунке 7.5.

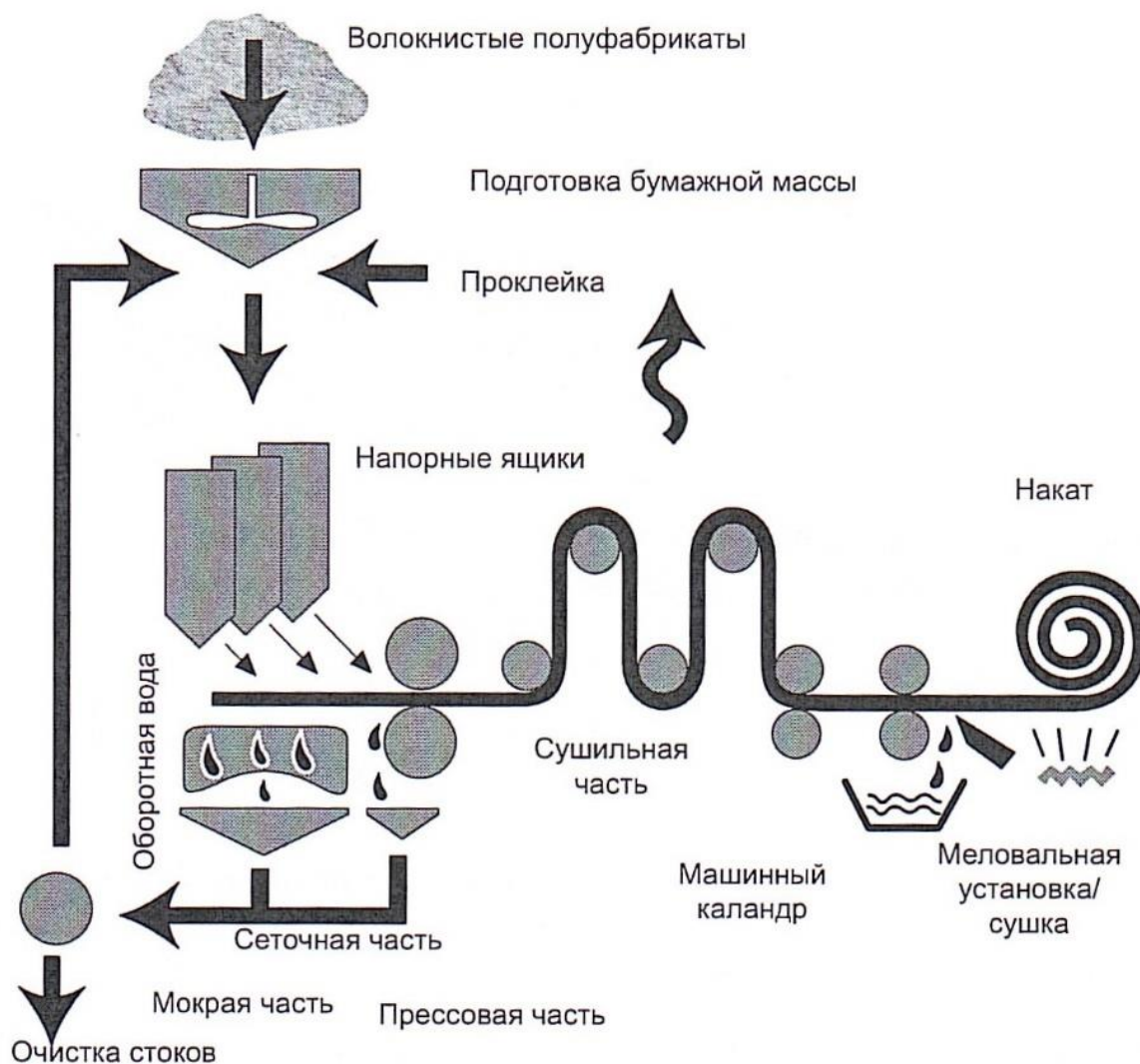


Рис. 7.5. Основные стадии производства бумаги и картона на сеточных машинах (количество напорных ящиков зависит от вида бумаги/картона и конструкции машины)

Окончанием называются процессы, которые выполняются после того, как бумага и картон покидают бумагоделательную машину. Существует ряд опций в зависимости от требований заказчика. Большие рулоны на автомате разрезаются до более узкой ширины и меньшего диаметра. Рулоны могут быть разрезаны, упакованы в лист, пересчитаны, уложены на поддоны, обернуты и маркированы. Продукт обычно упаковывается во влагостойкий материал, такой как полиэтилен, пленка, а также в эластичную или термоусадочную пленку.

Бумага и картон, изготовленные описанным способом, могут подвергаться вторичной обработке путем нанесения покрытия, ламинирования и пропитки другими материалами для достижения определенных функциональных свойств. Они известны как процессы ‘преобразования’. Они транспортируются после того, как бумага и картон покидают фабрику, либо специальными преобразователями, такими как ламинаторы или машины для экструзии пластмасс, либо могут быть встроены на заводах, производящих упаковочные материалы и тару.

7.3 Бумага и картон для упаковки

В настоящее время в продаже имеется широкий ассортимент бумаги и картона, отвечающий потребностям рынка, в зависимости от выбора волокна (отбеленное или небеленое, химически или механически отделенное, первичное или восстановленное волокно), обработки и добавок, используемых на стадии подготовки сырья.

Изделия на основе бумаги и картона могут изготавливаться в широком диапазоне форматов и толщин. Поверхность (внешний вид) может быть изменена механическим путем. Добавки, вводимые на стадии подготовки сырья, обеспечивают особые свойства. Покрытия, нанесенные на одну или обе поверхности, сглаженные и высушенные, обеспечивают разнообразие внешнего вида и эксплуатационных характеристик, которые улучшаются за счет последующей печати и преобразования, что приводит к получению различных типов упаковочных материалов. Чтобы проиллюстрировать эти особенности бумаги и картона, ниже описаны некоторые примеры изделий.

7.3.1 Влагостойкая бумага

Для обеспечения пригодности бумажных мешков и пакетов к эксплуатации в условиях повышенной влажности необходимо, чтобы не менее 30 процентов их поверхности сохраняли свои свойства в сухом состоянии. В целях достижения указанной прочности во влажном состоянии, в состав размолотой массы вводятся мочевино- и меламинаформальдегидные смолы. В процессе сушки данные химические соединения обеспечивают сшивание макромолекул и осаждение на поверхности целлюлозных волокон, что повышает их влагостойкость.

7.3.2 Микрокрепированная бумага

При микрокрепировании на бумаге формируются почти невидимые складки, что придает ей способность растягиваться в машинном направлении до 7% (по сравнению с обычными 2%). При использовании такой бумаги для изготовления пакетов и мешков это свойство повышает способность бумаги

противостоять динамическим напряжениям, возникающим, например, при падении.

7.3.3 Жиронепроницаемая бумага

Процесс гидратации (измельчения) волокон на стадии подготовки сырья занимает гораздо больше времени, чем обычно. Гидратацию также можно проводить порционно в миксере. Волокна обрабатываются (гидратируются) таким образом, что становятся почти гелеобразными. Плотность составляет 30-70 г/м².

7.3.4 Пергамин

Пергамин представляет собой суперкаландрированную жиронепроницаемую бумагу. В процессе каландрирования образуется высокоплотный материал с улучшенными характеристиками гладкости и глянцевого блеска. Структура пергамина характеризуется минимальной пористостью, что обеспечивает его жиронепроницаемость и делает его пригодным для ламинирования картонных изделий. Материал может быть пластифицирован глицерином, подвергаться рельефному тиснению, покрытию полиэтиленом, ламинированию алюминиевой фольгой, металлизации или силиконовому покрытию, что облегчает извлечение продукции из упаковки. Пергамин производится в неокрашенном и окрашенном вариантах.

7.3.5 Пергамент растительного происхождения

Из отбеленной целлюлозы обычным способом изготавливают бумагу, а затем пропускают через ванну с серной кислотой, которая приводит к частичному гидролизу целлюлозной поверхности волокон. Часть поверхностной целлюлозы гидрализуется и повторно осаждается между поверхностными волокнами, образуя непроницаемый слой, закрывающий поры в структуре бумаги. Процесс останавливают путем химической нейтрализации и тщательной промывки полотна водой. Эта бумага обладает высокой жиростойкостью и влагостойкостью. Ее можно использовать для глубокой заморозки, а также в обычных и микроволновых печах. Дополнительно ее можно обработать силиконом. Плотность составляет 30-230 г·м².

7.3.6 Тонкие виды бумаги

Бумагу с нейтральным pH и минимальным содержанием остаточных хлоридов и сульфатов покрывают алюминиевой фольгой; ее плотность колеблется от 17 до 30 г/м². Для чайных и кофейных пакетиков, герметизируемых термосваркой, предусмотрено наличие определенного количества термосвариваемых волокон. Бумага для порционных саше с другими

способами запайки имеет массу 12–17 г/м². Самая тонкая бумага изготавливается из целлюлозы с длиноволокнистым строением.

7.3.7 Бумажные пакеты

Бумажные пакеты производят из небеленой крафт-целлюлозы, чаще всего сульфатной, в пропорциях от 90 до 100%. В отдельных случаях задействуют беленую крафт-целлюлозу. Тонкие сорта бумаги для улучшения свойств покрывают алюминиевой фольгой или полиэтиленом. Такие материалы рассчитаны на работу с специализированным оборудованием для формовки и фасовки-упаковки.

7.3.8 Ламинированная бумага

Мелованная или немелованная бумага на основе как крафт-бумаги (сульфатной), так и сульфитной целлюлозы могут быть ламинированы на алюминиевую фольгу и экструзионно покрыты полиэтиленом. Бумага большего веса может быть ламинирована полиэтиленом на пластиковые пленки и воском или клеем на картонную подложку. Плотность составляет 40-80 г/м².

7.3.9 Картон из беленой целлюлозы (картон хромовый, SBB, solid bleached board)

Этот тип картона (рис. 7.6) изготавливается исключительно из отбеленной целлюлозы химического производства. Обычно ее верхняя поверхность покрыта минеральным пигментом, а некоторые сорта также наносятся на обратную сторону. Для описания этого продукта иногда используется термин «целлюлозный хромовый картон» (SBS — solid bleached sulphate), основанный на методе производства целлюлозы.

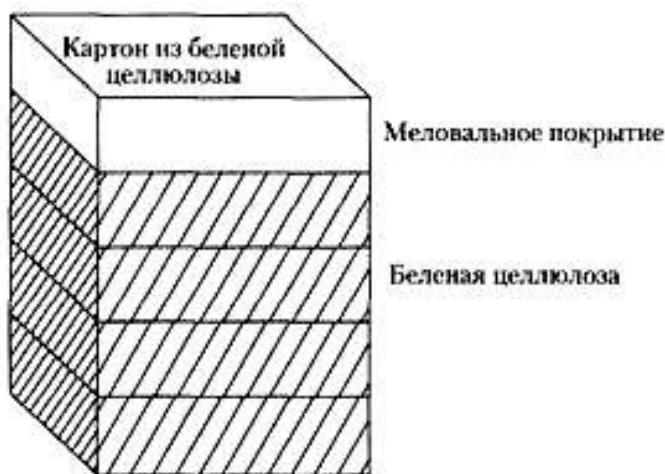


Рис. 7.6. Картон из беленой целлюлозы

Этот картон обладает превосходной поверхностью и характеристиками для печати. Он легко поддается тиснению, резке, сгибанию и склеиванию. Это

первичный картон из чистой целлюлозы, обладающий постоянной чистотой для обеспечения безопасности пищевых продуктов, что делает его лучшим выбором для упаковки продуктов, чувствительных к аромату и вкусовым качествам. Примеры применения включают упаковку шоколада, замороженные, охлажденные и повторно разогреваемые продукты, чай, кофе, тару для жидких продуктов и непродовольственных товаров, такие как косметика и фармацевтические препараты.

7.3.10 Картон из небеленой целлюлозы (SUB, solid unbleached board)

Эта картон (рис. 7.7) изготовлен исключительно из небеленой целлюлозы химического производства, из-за чего он имеет коричневый цвет. Этот продукт также известен как твердый небеленый сульфат. Для получения белой поверхности можно наносить белое минерально-пигментное покрытие, иногда в сочетании со слоем отбеленных белых волокон под покрытием. SUB используется там, где предъявляются высокие требования к прочности при прокалывании и разрыве и/или требуется хорошая прочность во влажном состоянии, например, для изготовления групповой тары для бутылок или банок, а также в качестве основы для упаковки жидкостей.



Рис. 7.7. Картон из небеленой целлюлозы

7.4 Свойства бумаги и картона

Требования к печати и переработке упаковочных материалов в готовую тару, а также к дальнейшим этапам — фасовке, хранению, транспортировке, защите товаров и их использованию — можно заранее сформулировать и выразить в количественных показателях [30].

Все свойства бумаги и картона зависят от состава: волокнистого наполнителя (типов и доли волокон), полуфабрикатов и добавок, плюс применяемых технологий производства.

7.4.1 Внешний вид

Внешний вид упаковки характеризуется её визуальным воздействием и определяется с помощью терминов, описывающих цветовые характеристики, текстурные свойства поверхности, такие как гладкость и глянец.

Цветовая характеристика определяется типом волокна, применяемого для производства внешней и, в некоторых случаях, внутренней поверхности. Как уже упоминалось, ассортимент включает в себя белый, коричневый и серый цвета. Кроме того, для производства определенных типов лайнеров для гофрокартона используется композитный материал, состоящий из смеси белого и коричневого волокна.

Технически волокно может быть окрашено в различные цвета. Это достигается путем применения красителей к волокнам или нанесения мелового покрытия с использованием цветных пигментов.

Для обеспечения высококачественной печати на бумаге и картоне поверхности данных материалов подвергаются специальной подготовке. Этот процесс включает нанесение мелового покрытия, которое обычно имеет белый цвет и изготавливается на основе минеральных пигментов. В случае необходимости двусторонней печати, меловое покрытие наносится на обе стороны материала.

7.4.2. Эксплуатационные свойства

Эксплуатационные характеристики упаковки определяются эффективностью технологических процессов ее производства, включая изготовление, печать, резку, биговку, склеивание и наполнение. Важным аспектом является также устойчивость упаковки к сжатию на различных этапах жизненного цикла: при транспортировке, хранении, реализации и в условиях домашнего использования.

При тестировании оценивают такие механические свойства: модуль упругости, прочность на сжатие, прочность на растяжение, прочность во влажном состоянии, относительное удлинение до разрыва, прочность на разрыв, прочность на изгиб, прочность на прокол и сопротивление расслоению. Кроме того, оцениваются эксплуатационные свойства, такие как водопоглощение, воздухопроницаемость, стойкость к истиранию, адсорбционные свойства по отношению к печатным краскам и другие. К химическим свойствам относятся показатели pH, а также содержание остаточных хлоридов и сульфатов, что имеет важное значение для процессов ламинирования бумаги или картона алюминиевой фольгой. Для упаковочных материалов, вступающих в контакт с пищевыми продуктами, критически важными являются отсутствие посторонних запахов и вкусов, а также соответствие требованиям безопасности для здоровья потребителей.

7.5 Дополнительные функциональные свойства бумаги и картона

Дополнительные барьерные и функциональные свойства упаковочных материалов для пищевых продуктов могут быть достигнуты посредством применения следующих технологических процессов (одного или нескольких).

7.5.1 Обработка в ходе изготовления бумаги и картона

7.5.1.1 Проклейка

Проклейка представляет собой технологический процесс обработки, направленный на снижение скорости влагопоглощения материала как через кромки, так и его поверхностью. На этапе размола целлюлозной массы, до её отлива, вводятся специализированные химические реагенты, известные как проклейка к массе. Исторически в этом качестве использовались природные компоненты, такие как канифоль, полученная из древесины, в сочетании с квасцами и натуральными смолами. В современных условиях предпочтение отдаётся синтетическим веществам. Высокая степень проклейки применяется в производстве упаковочных материалов, предназначенных для защиты замороженных, охлаждённых и жидких продуктов.

7.5.1.2 Парафинирование

Парафинирование проводят на бумагоделательной машине.

7.5.1.3 Акриловое покрытие

Термосвариваемое акриловое покрытие, созданное на водной основе и обладающее средними барьерными характеристиками в отношении влаги и кислорода, наносится на одну сторону бумажного полотна с использованием бумагоделательной машины.

7.5.1.4 Фторуглеродное покрытие

Фторуглеродное покрытие с односторонней структурой и высокой степенью жиронепроницаемости наносится на бумагоделательную машину.

7.5.2 Ламинирование

Ламинирование — это технологический процесс, при котором на упаковочный материал наносится дополнительный слой материала, обладающий определёнными функциональными или декоративными характеристиками. Этот дополнительный слой фиксируется на поверхности бумаги или картона посредством адгезивных составов. В качестве таких материалов могут выступать различные типы рулонных или листовых покрытий.

Алюминиевая фольга наносится на одну или обе стороны бумажного или картонного листа, обеспечивая барьерные свойства в отношении влаги, вкусоароматических соединений, газообразных веществ (в частности, кислорода) и ультрафиолетового излучения. Материалы, ламинированные алюминиевой фольгой, соответствуют требованиям для контакта с пищевыми продуктами и предусматривают удобство вскрытия упаковки для приготовления и разогрева пищи в микроволновых печах. Кроме того, алюминиевая фольга применяется для придания упаковке эстетически привлекательного "металлического" внешнего вида, например, в случае коробок с шоколадными кондитерскими изделиями.

Картон, ламинированный жиростойкой бумагой, обладает высокой барьерной защитой от проникновения жиров и масел, что делает его эффективным для упаковки продуктов, содержащих эти компоненты. Материал сохраняет свои свойства при нагревании до температуры 180 °С. При нанесении на жиростойкую бумагу дополнительного покрытия, улучшающего процесс извлечения продукта из упаковки, полученный материал становится пригодным для использования в производстве упаковок для вязких и липких продуктов.

Ламинированный пергамином картон обладает повышенными барьерными характеристиками в отношении масел и жиров, что делает его подходящим для упаковки пищевых продуктов с умеренным содержанием жиров, таких как мучные кондитерские изделия и хлебобулочные продукты [18]. Также он используется для изготовления форм для выпечки. Следует отметить, что окрашенный пергамина не рекомендуется применять в упаковке, предназначенной для продуктов, требующих нагрева, однако существуют определенные сорта пергамина, которые разрешены к использованию в непосредственном контакте с пищевыми продуктами.

В процессе ламинирования используются различные адгезивы, такие как поливинилацетатные эмульсии, крахмальные клеи, смолы на основе биополимеров, полимеры для сшивания, а также восковые расплавы и полиэтилен, в зависимости от специфических характеристик требуемого ламината [18]. Воск и полиэтилен, помимо обеспечения адгезии, также улучшают пароизоляционные свойства материала. Применение полиэтилена в качестве адгезива позволяет осуществить экструзионное ламинирование.

7.5.3 Экструзионное ламинирование полимерными материалами

Полиэтилен (ПЭ). Покрытие из ПЭ обеспечивает упаковочному материалу водоотталкивающие свойства. Полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) является распространенным материалом для покрытия при процессе экструзионного ламинирования бумаги и картона. Модификация полиэтилена этиленвинилацетатом (EVA) улучшает эффективность процесса припрессовки. Полиэтилен средней и высокой плотности, по сравнению с ПЭНП, обладает более высокой термостойкостью, устойчивостью к истиранию и улучшенными барьерными характеристиками (рис. 7.8).

Полипропилен (ПП) обеспечивает прессовку покрытия с улучшенными барьерными характеристиками в отношении влаги и жиров. Материал способен выдерживать температуры до 140 °С и может применяться для упаковки продуктов, подлежащих термической обработке в духовом шкафу. Покрытие может наноситься на одну или обе поверхности материала.

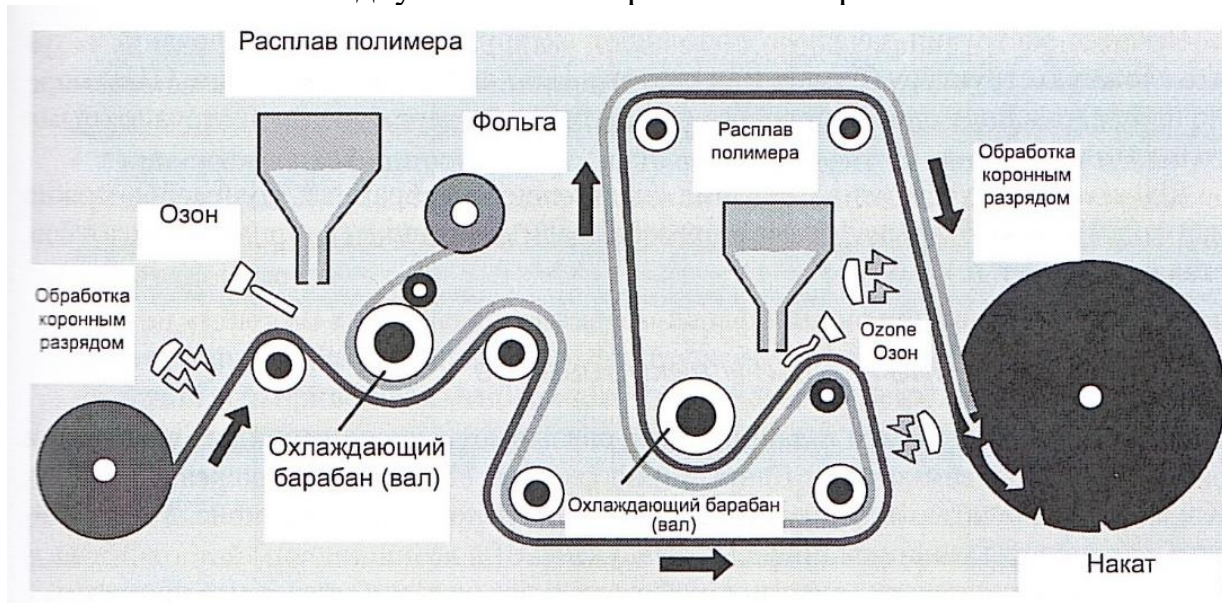


Рис. 7.8. Экструзионное ламинирование с нанесением покрытия

Полиэтилентерефталат (ПЭТ) обеспечивает прессуемое покрытие с высокими барьерными характеристиками в отношении влаги и жиров. Материал сохраняет свои свойства при температуре до 200 °С, что позволяет его использовать при разогреве в микроволновых и конвекционных печах. Нанесение покрытия осуществляется исключительно на непечатаемую сторону изделия.

7.6 Экологические свойства бумаги и картона

Отходы бумаги и картона имеют незначительное воздействие на окружающую среду, так как сырьем для их производства является древесина, являющаяся природным, возобновляемым ресурсом. Для естественного роста деревьев необходимы следующие условия:

- солнечное излучение;
- почвенный субстрат;
- водные ресурсы;
- атмосферный воздух, содержащий углекислый газ.

Значимость лесных экосистем обусловлена их ролью в различных ключевых процессах:

- Участие в глобальном углеродном цикле, что способствует снижению парникового эффекта, являясь одним из основных поглотителей углекислого газа наряду с Мировым океаном.

- Обеспечение стабильности климатических условий и водного режима.

- Содействие сохранению и развитию биологического разнообразия, предоставляя среду обитания для множества видов флоры и фауны, включая животных, птиц, растения и насекомых [18].

- Предотвращение эрозии почвенного покрова и защита водных объектов, таких как реки и водоемы.

- Аккумуляция солнечной энергии.

Управление лесными ресурсами имеет комплексный характер и осуществляется с учетом множества факторов, включая тип почв, климатические условия, высоту над уровнем моря и другие местные особенности [18]. Основные цели данного управления включают:

- Обеспечение возобновления лесных массивов после проведения лесозаготовок.

- Поддержание оптимальных условий для обитания различных видов птиц, растений и насекомых.

- Сохранение и поддержание высокого уровня биоразнообразия.

- Защита водных объектов, включая реки и водоемы.

- Сохранение ландшафтной структуры и целостности природных территорий.

- Создание условий для обеспечения занятости местного населения.

- Формирование и развитие рекреационных зон для отдыха и туризма.

Управление лесными ресурсами на современном этапе направлено на удовлетворение коммерческих, социальных и экологических потребностей. В свете поставленных задач наблюдается тенденция к увеличению объема независимой сертификации лесных массивов по экологическим критериям. Процедура сертификации лесных ресурсов способствует обеспечению прозрачности контроля, предоставляя конечному потребителю информацию о происхождении древесины и документальное подтверждение ее соответствия установленным экологическим стандартам.

Древесина используется не только в качестве топлива, но и в различных отраслях промышленности. Она находит применение в строительстве, производстве мебели, инструментов и других изделий, а также в качестве балансовой древесины для целлюлозно-бумажной промышленности. Озабоченность мирового сообщества по поводу сокращения лесных массивов вполне обоснована. Однако необходимо различать экологически ориентированное управление лесным хозяйством, которое связано с коммерческими потребностями бумажной промышленности, и вырубку лесов в менее развитых регионах мира, обусловленную нехваткой сельскохозяйственных угодий или использованием древесины в качестве единственного доступного топлива. В мировом масштабе более 50% ежегодно вырубаемой древесины используется в качестве топлива.

В целлюлозно-бумажной промышленности для производства бумаги и картона ежегодно потребляется 10% общего объема лесозаготовок. Помимо стволов деревьев, для получения целлюлозы могут быть использованы вершинные части и ветви крупных деревьев, срубленных для производства строительных материалов, а также отходы лесопильных производств (рис. 7.9). В рамках развития специальных лесных плантаций, предназначенных для удовлетворения потребностей целлюлозно-бумажной отрасли, наблюдается тенденция к увеличению их площадей и повышению объемов выращиваемой товарной древесины.



Рис. 7.9. Использование древесины

Одним из ключевых преимуществ бумаги и картона является их возможность вторичной переработки с последующим получением вторичного волокна, которое может быть использовано для производства новых изделий из бумаги и картона (рис. 7.10).

В качестве примера рециклинга отходов можно привести процесс получения вторичного волокна из бумажных и картонных отходов. В Европе и Северной Америке уровень вторичной переработки таких отходов составляет 40-60%. Сбор бумажных отходов, возникающих в результате коммерческой и промышленной деятельности, является относительно простым процессом. Система сбора макулатуры существует уже около столетия и основывается на возможности получения коммерческой выгоды. В последние годы основное внимание уделяется вопросам сбора бытовых отходов, образующихся после использования упаковочных материалов конечными потребителями. Разрабатываются специализированные системы сортировки и переработки бытовых бумажных и картонных отходов, направленные на повышение эффективности данного процесса.

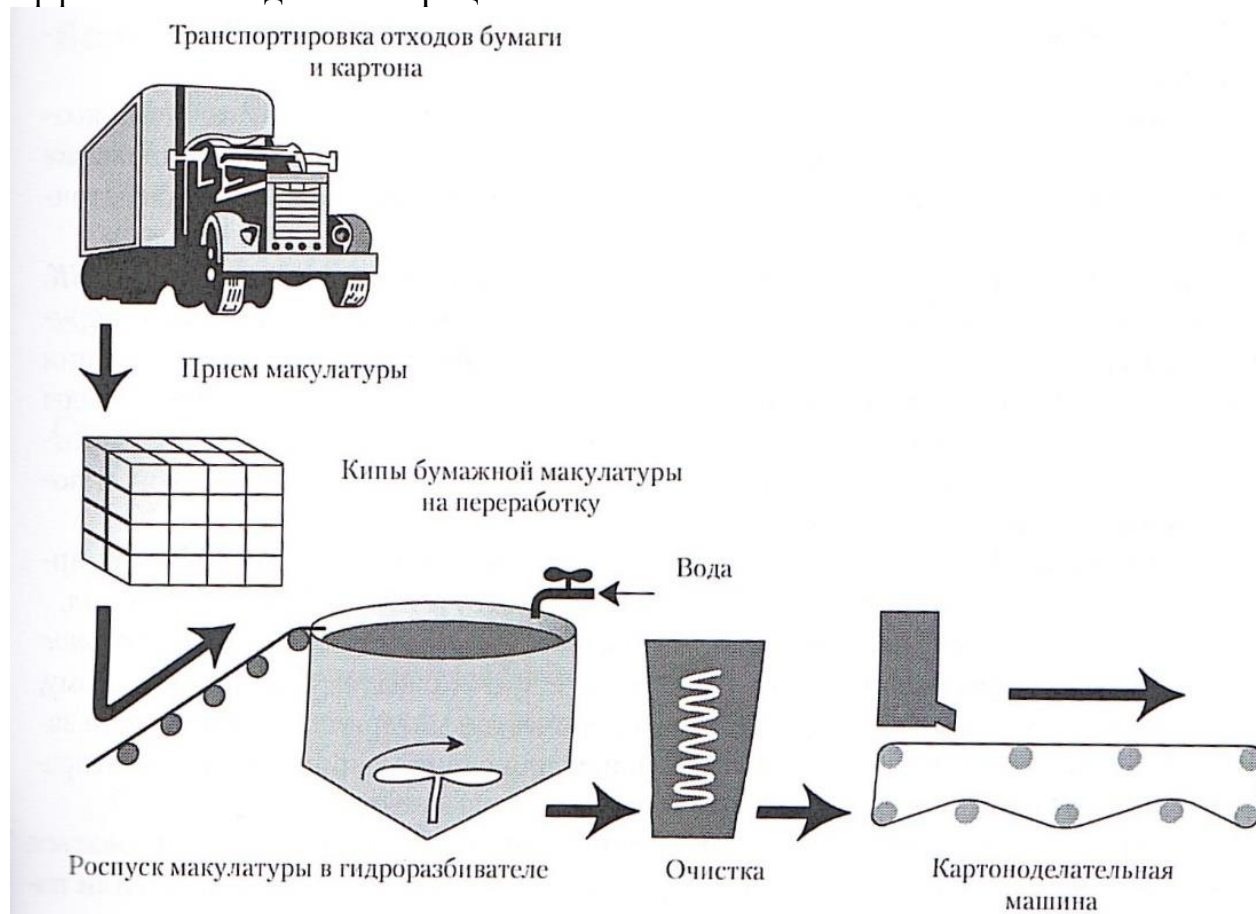


Рис. 7.10. Схема получения макулатурной массы

На производственные нужды упаковочных материалов расходуется приблизительно 10% от общего объема производимой бумаги и картона. Значительная часть упаковочных изделий изготавливается из вторичного (макулатурного) целлюлозного волокна. Инфраструктура переработки определяется экономическими факторами и в значительной степени зависит от степени сортировки отходов, образующихся при производстве бумаги и картона различных типов. Стоимость вторичного сырья зависит от его качества, а также от динамики рыночного спроса и предложения. Вторичное сырье классифицируется как «обрезки чистой бумаги или картона» или «типографский

обрез». По своим характеристикам оно не уступает первичному сырью и пользуется высоким спросом. Несортированные отходы бумаги являются наиболее экономичным вариантом.

В связи с глобальным использованием целлюлозы, смесь первичного и вторичного волокон должна соответствовать требованиям мирового рынка как по качеству, так и по объему. Наблюдается значительный рост потребления бумаги, особенно в странах Дальнего Востока, в частности, в Китае. Значительная часть этих потребностей удовлетворяется за счет бумаги, изготовленной из вторичного волокна. Полный отказ от первичного волокна в пользу 100% вторичного невозможен: часть бумаги и картона не перерабатывается, а повторные циклы ухудшают качество и сокращают объем волокон. Поэтому для бумажно-картонной упаковки по-прежнему требуется первичное волокно.

Энергия представляет собой еще один ключевой природный ресурс. В целлюлозно-бумажной промышленности для получения целлюлозы посредством химических методов все более активно используется биотопливо. Это означает, что компоненты древесины, не содержащие целлюлозу, применяются в качестве энергетического источника для производственного процесса.

В процессе механической переработки древесины для получения целлюлозы используется органическое топливо. В течение последних десяти лет наблюдается значительное повышение эффективности теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), что способствует оптимизации производственных процессов.

К прочим значимым аспектам охраны окружающей среды относятся следующие моменты.

Отбеливание (сточные воды целлюлозно-бумажного комбината характеризуются высокой степенью вредности). Проблема возникла вследствие применения элементарного хлора. Однако внедрение передовых технологий отбеливания позволило значительно снизить уровень загрязнения сточных вод.

Использование водных ресурсов и последующее загрязнение водоемов сточными водами ЦБК. Ранее сточные воды, производимые ЦБК, вызывали серьезную обеспокоенность у природоохранных организаций, поскольку они приводили к снижению уровня биологического потребления кислорода и, следовательно, негативно влияли на качество водной среды обитания. Данная проблема была устранена посредством внедрения систем очистки сточных вод непосредственно на производственных объектах, и в настоящее время сточные воды, выпускаемые ЦБК, не представляют значительной угрозы для рыб и других водных организмов.

Чрезмерное потребление водных ресурсов. В настоящее время на целлюлозно-бумажных комбинатах наблюдается тенденция к увеличению объема рециркулируемой воды, что позволяет минимизировать объемы сточных вод, подлежащих сбросу. В некоторых случаях предприятия полностью исключают сброс сточных вод.

Заявление о том, что использование бумаги и картона в качестве упаковочного материала является нерациональным использованием ресурсов. В настоящее время необходимо стремиться к предоставлению доказательств того, что объем упаковочного материала не превышает разумных пределов и является оптимальным для обеспечения защиты продукта и предотвращения его потерь.

Бумага и картон, не подлежащие вторичной переработке, могут быть использованы в качестве источника энергии. Это возможно через сжигание бытового мусора или создание компоста.

Бумага и картон являются продуктами, изготовленными из природного возобновляемого сырья. Их производство и эксплуатация не оказывают негативного воздействия на окружающую среду. Эти материалы обладают высокой степенью рециклинга, что позволяет их многократно перерабатывать для получения первичного сырья, производства энергии или использования в качестве компоста. При отсутствии экономической целесообразности переработки бумага и картон подвергаются биологическому разложению, что способствует минимизации их экологического следа.

Вопросы для самопроверки к главе 7:

1. Какая доля бумаги и картона используется в упаковочных целях и сколько из них приходится на пищевую промышленность?
2. Перечислите 10 примеров продуктов или сфер, где применяется бумажно-картонная упаковка.
3. Что такое граммаж и в каких единицах измеряют толщину бумаги/картона?
4. С какого граммажа начинается картон и чем он отличается от бумаги?
5. Перечислите 12 главных типов бумажно-картонной упаковки.
6. Какие газы пропускает чистая бумажная упаковка и как улучшают ее барьерные свойства?
7. Опишите механический и химический способы получения первичного волокна из древесины.
8. В чем преимущества сульфатного метода варки целлюлозы?
9. Почему при переработке макулатуры требуется добавление первичного волокна?
10. Какие породы древесины дают длинные и короткие волокна?
11. Что такое машинное направление (MD) и поперечное (CD) в бумаге?
12. Перечислите основные принципы производства бумаги.
13. Опишите процесс формования листа на машине Фурнь.
14. Что такое взбивание (гидратация) волокон и для чего оно нужно?
15. Как удаляют воду из листа на бумагоделательной машине?
16. В чем суть каландрирования и зачем оно применяется?
17. Что такое влагостойкая бумага и как ее получают?
18. Как производят микрокрепированную бумагу и какое ее свойство?
19. В чем разница пергамина и пергамента растительного происхождения?

20. Для чего используют картон SBS (solid bleached board) и SUB (solid unbleached board)?
21. Что такое проклейка и какие вещества используют для нее?
22. Опишите экструзионное ламинирование ПЭ, ПП, ПЭТ на бумагу/картон.
23. Почему бумага и картон – возобновляемый ресурс и какова роль лесов в экосистеме?
24. Каков уровень рециклинга бумаги в России и почему нужен первичный волокно?

Заключение

Мировой рынок пищевых продуктов стремительно растет, а традиционная упаковка продолжает развиваться, отвечая на новые требования к качеству, безопасности и экологии. Современные потребители ожидают здоровых продуктов с длительным сроком хранения, что стимулирует спрос на инновационные, устойчивые решения — от активных систем до смарт-лейблов.

В пособии рассмотрены свойства и функции упаковки, ее дизайн с учетом маркетинга и экологии, логистика транспортной тары, а также материалы: металлические банки (с миграцией веществ), стеклянная тара, полимеры с барьерными свойствами и бумага с картоном. Упаковка эволюционировала от защиты от загрязнений, воздуха, влаги и света к активной роли в продлении срока годности и снижении отходов по всей цепочке поставок.

Глобальный рынок пищевой упаковки в 2026 году превысит 1,5 трлн долларов с ежегодным ростом около 6%, благодаря устойчивости, цифровизации и новым нормам (например, переходу к 100% перерабатываемым материалам к 2030 году). В России растет спрос на полимерные материалы, алюминиевые контейнеры и биоразлагаемые решения для готовой еды, с акцентом на импортозамещение и онлайн-торговлю. В будущем ждем смарт-лейблы с QR/NFC-мониторингом, ИИ для тестирования и новые барьерные материалы на основе бумаги.

Специалистам советуем комбинировать материалы с тестами по ТР ТС и ГОСТ, фокусируясь на удобстве и устойчивости. Это обеспечит конкурентоспособность в глобальной торговле. Пособие послужит базой для практических инноваций в упаковке пищевых продуктов.

Список использованной литературы

1. Robertson G.L. Food Packaging: Principles and Practice. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2021. 704 с.
2. Yam K.L. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology / K.L. Yam (ed.). 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2009. 1944 с.
3. Coles R. Food Packaging Technology / R. Coles, D. McDowell. Oxford: Blackwell Publishing, 2003. 336 с.
4. Ahvenainen R. Novel Food Packaging Techniques. Cambridge: Woodhead Publishing, 2003. 368 с.
5. Kerry J. Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods / J. Kerry, P. Butler. Chichester: Wiley, 2008. 350 с.
6. Han J.H. Innovations in Food Packaging. San Diego: Academic Press, 2005. 504 с.
7. Tucker G.S. Food Packaging and Preservation: From Production to Consumption. New York: Springer, 2012. 270 с.
8. Smithers Pira. The Future of Packaging: Long-Term Strategic Forecasts to 2028. Leatherhead: Smithers Pira, 2020. 245 с.
9. Paine S. Packaging Design & Development. London: Blackie Academic & Professional, 1990. 280 с.
10. Rundquist S. Packaging Design: Fundamentals and Processes. Lausanne: AVA Publishing, 2011. 160 с.
11. Calver P. What is Packaging Design? Mies: Rotovision, 2004. 256 с.
12. Underwood R.L. Packaging as Brand Communication. New York: Springer, 2013. 222 с.
13. Silayoi P. Packaging and purchase decisions: A focus group study / P. Silayoi, M. Speece // British Food Journal. 2007. Т. 109, № 11. С. 789–801.
14. ГОСТ Р 18211-2018. Упаковка и размещение грузов. Условные обозначения и сокращения. Введ. 2018-12-01. М.: Стандартинформ, 2018. 12 с.
15. ГОСТ Р 53417-2009. Упаковка транспортная. Методы идентификации. Введ. 2010-01-01. М.: Стандартинформ, 2009. 8 с.
16. ISO 445:2013. Rigid cellular plastics — Determination of buoyancy. Geneva: ISO, 2013. 6 p.
17. Marsh K. Food packaging—roles, materials, and environmental issues / K. Marsh, B. Bugusu // Journal of Food Science. 2007. Vol. 72, № 3. P. R39–R55.
18. Kirwan M.J. Paper and Paperboard Packaging Technology. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 432 с.
19. Brody A.L. Food Packaging Science and Technology. Boca Raton: CRC Press, 2008. 472 с.
20. Selke S.E.M. Plastics Packaging: Properties, Processing, Applications, and Regulations / S.E.M. Selke, J.D. Culter, R.J. Hernandez. Munich: Hanser, 2004. 440 с.
21. Gould W.A. Metal Food Cans: Technology and Product Development. Baltimore: CTI Publications, 1993. 312 с.

22. Glass Packaging Institute. Glass Packaging Guidelines. Alexandria, VA: GPI, 2020. 156 c.
23. Emblem A. Packaging Technology: Fundamentals, Materials and Processes. Cambridge: Woodhead Publishing, 2012. 432 c.
24. Paine F.A. Handbook of Food Packaging / F.A. Paine, C.L. Paine. London: Blackie Academic & Professional, 1992. 532 c.
25. Briggs L. Packaging for Food Products: Design and Selection. Herndon, VA: Institute of Packaging Professionals, 2005. 210 c.
26. WPO. Guidelines on Packaging and the Environment. Vienna: World Packaging Organisation, 2019. 98 c.
27. FEFCO. Corrugated Board Handbook. Brussels: European Federation of Corrugated Board Manufacturers, 2022. 320 c.
28. NESCOR. Glass Container Processing: Manufacturing Guidelines. Chicago: North American Glass Containers, 2018. 184 c.
29. Ozilgen S. Food Packaging and Shelf Life: A Practical Guide. Boca Raton: CRC Press, 2011. 502 c.
30. Ahluwalia V. Packaging Technology: Fundamentals, Materials and Processes / V. Ahluwalia, V. Kumar. New Delhi: I.K. International Publishing House, 2010. 376 c.

Еремеева Наталья Борисовна

Упаковка пищевых продуктов и ее дизайн

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А