

1. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

До конца XVI века бумажные и картонные материалы для упаковки применялись крайне редко, поскольку эти материалы изготавливали вручную и поэтому они относились к предметам роскоши. Однако по мере развития технологий глубокой переработки древесины и распространения индустриального производства бумаги и картона в конце XVIII – начале XIX веков появляются виды упаковки из картона, изготовление которых в Европе и США становится отдельной профессией. Начинает проявляться интерес к применению картона для производства даже декоративной тары. Использование деревянной тары постепенно отходит на задний план.

В настоящее время тара на основе бумаги и картона является наиболее экологически чистым, современным видом упаковки и занимает ведущее положение в мире среди всех видов упаковки. В общемировом объеме производства всех видов бумаги и картона на долю тароупаковочных приходится свыше 40 %.

Анализ мирового рынка бумаги и картона показывает, что в последнее время наиболее массовыми видами продукции, производство которых непрерывно расширяется во всем мире, являются тароупаковочные виды бумаги и картона, а также бумага для печати. Особенно быстро растет потребность в плоском и гофрированном картоне (гофрокартоне).

В настоящее время для технологии производства различных видов бумаги и картона характерны следующие тенденции:

- использование большого количества вторичного волокна (макулатуры) и механической древесной массы;
- производство бумаги и картона в нейтральной и щелочной среде;
- повышение скорости машин для производства бумаги и картона (БДМ, КДМ, гофроагрегатов).

Российский рынок бумаги и картона развивается достаточно динамично. Темпы роста объемов потребления целлюлозно-бумажной продукции на российском рынке значительно превышают среднемировые и составляют около 6% в год. Прогноз прироста емкости рынка в России показывает, что наиболее перспективными видами данной продукции являются легко мелованная бумага (LWC), мелованная бумага средней массы (MWC) для печати, а также мелованный коробочный картон и гофрокартон для производства тары.

Для производства картонной и бумажной тары, кроме бумаги и картона, дополнительно могут использоваться элементы из фанеры, жести, ниток, пластмассы, шпагата, металлической ленты, проволоки, а также склеивающие и уплотняющие вещества, влагозащитные и другие покрытия. Картон и бумага в сочетании с другими материалами обеспечивают таре необходимую прочность, барьерные свойства, эстетичность и легкость.

Выбор типа картона и бумаги для тары производят исходя из требований, обеспечивающих сохранность упаковываемого продукта, при оптимальной и экономичной конструкции тары.

Основными исходными материалами для производства бумаги и картона для тары служат древесная масса, целлюлоза, макулатура и другие волокнистые материалы.

Белая древесная масса получается путем механического истирания древесины в волокнистую массу, причем основные исходные физико-химические свойства древесного вещества при этом не изменяются. Сырьем для белой древесной массы служит, в основном, еловая древесина.

Буряя древесная масса получается в результате истирания предварительно пропаренной древесины. В процессе пропарки древесина становится более рыхлой, снижается белизна массы, и при истирании древесина более полно разделяется на составляющие ее волокна с максимальным сохранением их целостности.

Химическая термомеханическая древесная масса (ХТММ) получается истиранием древесины, предварительно подвергнутой тепловой и химической обработке. Благодаря такой обработке древесины ослабляются межволоконные связи, и при истирании она легко разделяется на длинные, тонкие, эластичные волокна в процессе механической обработки.

Целлюлоза (сульфитная и сульфатная) представляет собой полуфабрикат, получаемый из растительного сырья химическим способом разделения древесины на отдельные волокна за счет растворения и удаления большей части инкрустирующих ее веществ. Целлюлоза может быть подвергнута отбелке.

Макулатура является широко распространенным материалом при выработке упаковочных бумаги и картона. Макулатура – главный резерв увеличения объемов выпуска тарных видов бумаги и картона.

1.1. Плоский тарный картон

Данный картон предназначен для изготовления как потребительской, так и транспортной тары. Толщина картона от 0,3 до 3,0 мм. Картон сплошной плоский изготавливается из беленой или небеленой целлюлозы, древесной массы и макулатуры, иногда – с меловальным покрытием или с покровным слоем из беленой целлюлозы. Плоский картон толщиной до 0,9 мм может поставляться в рулонах, бобинах и листах; при толщине свыше 0,9 мм – только в листах. Нормируются показатели жесткости картона при статическом изгибе, сопротивление расслаиванию, влажности и др. Толчком в развитии сплошных плоских картонов послужили разработка и внедрение картоноделательных машин с устройствами многослойного формования.

Сплошной картон включает пять подгрупп.

Картон хромовый – мелованный или немелованный, самый качественный и дорогой из всех видов тарного картона. Изготавливается из беленой сульфатной целлюлозы. Картон предназначен для изготовления, в основном, потребительской тары с многокрасочной печатью.

Картон обладает отличными печатными свойствами и в то же время соответствует самым высоким требованиям, как упаковочный материал. Картон легко подвергается механической обработке, что позволяет конструировать из него разнообразную упаковку. Имеет возможность подвергаться дальнейшей переработке путем нанесения покрытий и пропитки, что значительно расширяет спектр его применения в качестве упаковочного материала. Благодаря чистоте и гигиеничности материалов, из которых он изготавливается, такой картон незаменим при производстве упаковки для продуктов, чувствительных к изменению запаха и вкуса.

Возможны различные варианты структуры мелованного целлюлозного хромового картона. Так, картон для использования в полиграфии имеет структуру:

Меловальное покрытие верхней стороны
Картон – основа
Меловальное покрытие нижней стороны

У картонов для изготовления упаковки изделий парфюмерии, косметики, шоколада, лекарственных средств и т.п. продуктов возможна структура:

Меловальное покрытие верхней (наружной) стороны
Картон – основа
Поверхностная проклейка нижней (внутренней) стороны

Картон хром-эрзац – мелованный или немелованный, полученный из беленой или небеленой целлюлозы в композиции с древесной массой и (или) макулатурой. Введение в композицию древесной массы или макулатуры производится в целях снижения себестоимости картона. Содержание древесной массы или макулатуры может составлять от 30 до 80 %. Древесная масса придает картону дополнительную пухлость, что, в свою очередь, обеспечивает высокий показатель жесткости – важнейший из показателей картона, как упаковочного материала. Такой картон имеет хорошую способность к переработке и может применяться для изготовления потребительской тары с одно- и многокрасочной печатью. Варианты структуры картона отличаются в зависимости от области его применения.

Картон, мелованный с двух сторон, применяется для упаковки, которая требует нанесения печати с двух сторон (например, для блистерной упаковки), а также для полиграфических изделий. Он может иметь различную структуру:

Меловальное покрытие верхней стороны
Беленая целлюлоза
Белая древесная масса
Беленая целлюлоза
Меловальное покрытие нижней стороны

Картон, мелованный с одной стороны, используемый чаще всего как упаковочный материал для продуктов питания, имеет такую структуру:

Меловальное покрытие верхней стороны
Беленая целлюлоза
Белая древесная масса
Беленая целлюлоза
Поверхностная проклейка нижней стороны

Картон коробочный – мелованный или немелованный (односторонний), изготовленный из беленой или небеленой целлюлозы, древесной массы и макулатуры. Применяется, в основном, для потребительской и транспортной тары без печати. Кроме указанного предназначения, картон используется и как групповая (транспортная) упаковка для пищевых продуктов. Иногда для верхнего слоя картона используют беленую целлюлозу или меловальное покрытие. Типичные структуры такого картона:

Меловальное покрытие или беленая целлюлоза верхней стороны
Небеленая целлюлоза

При сравнительно близких основных потребительских свойствах он более дешевый, чем картон хром-эрзац. Это самый массовый вид коробочного картона. В последние годы коробочный картон из макулатуры с небольшой добавкой небеленой целлюлозы изменил ситуацию на рынке и вышел на первое место по потреблению. В России этот вид картона также называется хром-эрзац. Структура коробочного картона, производимого с применением макулатуры, может быть различной в зависимости от конструкции КДМ (числа применяемых формующих устройств, чаще всего вакуум-формующих цилиндров) и доступных полуфабрикатов.

Например:

Меловальное покрытие верхней стороны
Чисто целлюлозная макулатура
Картонная макулатура
Бытовая макулатура

Или:

Беленая листовая целлюлоза
Картонная макулатура
Бытовая макулатура
Отходы полиграфического производства

Показатели качества коробочного картона, изготовленного с применением макулатуры, как правило, ниже, чем картона, изготовленного только из целлюлозы и древесной массы. Однако совершенствование технологии, применение для верхнего, определяющего печатные свойства слоя картона свежих полуфабрикатов и многослойного мелования позволило добиться значительного улучшения качества макулатурного картона и расширить сферу его применения.

В России картон хромовый, картон хром-эрзац и коробочный картон изготавливаются в соответствии с ГОСТ 7933-89 «Картон для потребительской тары. Общие технические условия». Ориентировочные показатели качества основных видов картона приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Нормы показателей качества некоторых видов картона

Показатель	Хромовый, хром-эрзац	Коробочный
Масса 1 м ² картона, г	170-850	170-2500
Толщина, мм	0,3-1,5	0,3- 3,0
Жесткость при статическом изгибе в поперечном направлении, Н*см, для картона массой 1м ² , г: 170-850 600-2500	1,6-30,0	0,1-15 До 100
Соппротивление расслаиванию, Н	90-150	60-120
Предел прочности при расслаивании, кПа	140-180	130-170
Влажность, %	5-12	5-12

Многослойная структура листового коробочного картона часто приводит к тому, что листы картона загибаются (скручиваются) при хранении. Поэтому для листового коробочного картона большое значение имеет показатель скручиваемости (коробления), который в ГОСТе не предусмотрен.

Картон хром-эрзац клеенный – мелованный или немелованный, изготовленный из двух и более слоев картона, мелованного или немелованного, из беленой и небеленой целлюлозы, древесной массы или макулатуры. Применяется для изготовления потребительской и транспортной (групповой) тары с одно- и многокрасочной печатью.

Картон коробочный клеенный – изготовленный из небеленой целлюлозы, древесной массы и макулатуры. Применяется для изготовления потребительской и транспортной тары без печати.

Клеенный картон представляет собой многослойный материал, состоящий из двух или более плоских слоев картона, склеенных между собой. Число слоев определяется требованиями к таре и качественными характеристиками картона. В качестве склеивающего материала используют силикатный клей (жидкое стекло), крахмал, ПВА-дисперсию и др. Масса 1 м² клеевой пленки составляет от 30 до 80 г. Влажность картона при склейке должна

составлять 5–8 %. При более высокой влажности процесс склейки замедляется, а при более низкой или неравномерной влажности по ширине происходит коробление склеенного картона.

Этот картон применяется в основном для изготовления ящичной тары, решеток и перегородок. Ящики из него используют для упаковки продукции различных отраслей промышленности: пищевой, электротехнической, медицинской и др. Показатели качества склеенного картона приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Показатели качества склеенного картона

Показатель	Хром-эрзац коробочный склеенный ГОСТ-7933-89	Тип картона КС по ГОСТ 9421-80		
		КС	КС-1	КС-2
Масса 1 м ² , г	600÷2500	1650	1650	1000÷1250
Толщина, мм	1,0÷3,0	Не менее 2,2	Не менее 2,2	1,4÷1,8
Жесткость при статическом изгибе в поперечном направлении, Н×см	0,9÷100	–	–	–
Сопротивление расслаиванию, Н	60÷150	176	147	–
Сопротивление продавливанию (абсолютное), МПа	–	1,96	1,57	0,75÷1,08
Сопротивление торцевому сжатию в поперечном направлении, кН/м,	Не менее 4,9	Не менее 4,9	–	–
Впитываемость при одностороннем смачивании за 60 с, г, не более	30	30	–	–
Влажность, %	6÷14	6÷14	6÷14	6÷14

Картон тарный сплошной склеенный вырабатывается путем склеивания слоев картона на склеивающей машине (рис. 2.1), состоящей из размоточных устройств, клеенаносящих валов, склеивающих прессов, раскройного узла и сушильного устройства. Клеильные машины рассчитаны на склеивание от двух до шести полотен картона. Рабочая ширина машины колеблется от 1,1 до 2,2 м. Скорость машины зависит от числа склеиваемых слоев, вида применяемого клея и составляет от 15 до 120 м/мин.

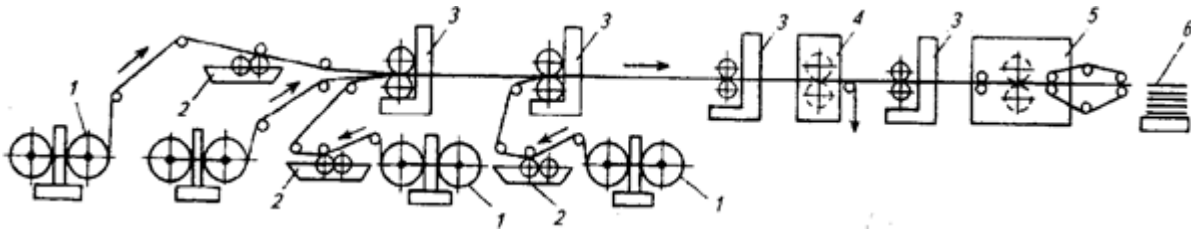


Рис. 2.1. Схема клеильной машины:

- 1 – раскаты; 2 – узел нанесения клея; 3 – прессы; 4 – устройство для обрезки кромок; 5 – устройство для продольной и поперечной резки полотна; 6 – стопоукладчик

Машина снабжена размоточными устройствами (раскатами) 1 с откидными боковыми держателями и приспособлением для смены рулонов без останова машины (сплайсер). На раскатах рулоны картона устанавливаются так, что после склейки покровные слои оказываются наружными слоями. Через систему валиков картон поступает в клеильные устройства 2, где на него наносится слой клея. Клеильные устройства снабжены индивидуальными приводами для возможности регулировки количества наносимого клея.

При выработке двухслойного картона клей наносится на внутреннюю поверхность верхнего слоя. При выработке трехслойного картона и более нанесение клея на слои производится так, чтобы после его высыхания коробление было минимальным.

Прессовая часть клеильной машины состоит из двух - четырех прессов 3, рассчитанных на постепенное увеличение линейного давления по ходу полотна до 50 кН/м. Прессование обеспечивает пропитку картона клеем и его равномерное распределение по ширине полотна.

На некоторых машинах для удаления избыточной влаги, внесенной с клеем, и ускорения процесса склеивания после прессования проводится сушка картона. Из прессовой, или сушильной части картон поступает на устройства для обрезки кромок 4, затем на устройства для продольной и поперечной резки полотна 5 и, наконец, к стопоукладчику 6. Разрезанный на листы требуемого формата картон в стопах на поддонах направляется на склад, где он должен пройти кондиционирование (отлежку) в течение не менее 24 ч.

1.2. Бумага и картон с полимерными покрытиями

Тароупаковочные виды бумаги и картона с полимерными покрытиями или с пропиткой представляют собой целлюлозные композиционные материалы (ЦКМ). ЦКМ – это материалы, которые получают путем сочетания целлюлозного материала (бумага, картон) с природными, искусственными или синтетическими полимерами. ЦКМ применяют для упаковки и сохранения пищевых продуктов, технических изделий, различных химических,

лекарственных и т.п. веществ. Технологии нанесения полимерных покрытий рассмотрены в разделе 3.1.

Целлюлозный компонент выполняет армирующие функции. Достоинствами целлюлозного компонента являются высокая прочность волокон, большая впитывающая способность, возобновляющаяся сырьевая база и способность легко подвергаться вторичной переработке.

Полимер выполняет роль дополнительного связующего материала, устраняет дефекты целлюлозного компонента, увеличивает механические и эластические свойства, повышает влагопрочность полотна, придает ему специальные свойства и т.д.

Бумага и картон с покрытиями из термопластичных полимеров могут перерабатываться для вторичного использования только с применением специфических технологий.

2.2.1. Бумага и картон с покрытием на основе термопластичных полимеров

Термопластичные полимеры – это полимеры, которые при нагревании переходят из твердого в вязкотекучее состояние, приобретая способность к пластическим деформациям. При охлаждении наблюдается обратная картина: происходит отверждение полимера. При повторном нагреве и охлаждении процессы повторяются.

Термопластичные полимеры используются в виде расплавов как пленкообразующие в производстве бумаги и картона для упаковки. В качестве основы используется плоский или двух- трехслойный клеенный картон массой 1 м² от 150 до 500 г, в зависимости от области применения. Из термопластичных полимеров чаще всего используют полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, парафин, церезин, сополимеры и другие вещества.

ЦКМ с полиэтиленовым покрытием

Полиэтилен – это термопластичный полимер белого цвета, выпускаемый в виде гранул. Получают полиэтилен полимеризацией этилена двумя способами: при высоком давлении и при низком давлении в присутствии катализаторов.

Полиэтилен, как материал для покрытия бумаги и картона, обладает водонепроницаемостью, морозостойкостью, незначительной проницаемостью водяного пара и поэтому широко применяется для упаковки жидких, пастообразных, сыпучих, замороженных и других продуктов. Он пропускает содержащиеся в воздухе азот, кислород и углекислый газ, поэтому может применяться для упаковки продуктов, которым нужен газообмен (например, фруктов), но непригоден для пищевых продуктов, содержащих ароматические вещества. Обладает химической стойкостью, поэтому применяется для упаковки минеральных удобрений, ядохимикатов, различных гигроскопичных сыпучих материалов технического назначения. Такие ЦКМ имеют хорошие печатные свойства и способность к термосварке (п. 4.3.2) при температуре 125–170 °С, что позволяет использовать их для автоматизированного производства упаковки.

К недостаткам полиэтилена относятся малая устойчивость к жирам и маслам и малая теплостойкость (80 °С), не позволяющая использовать его при стерилизации продуктов и обработке их в микроволновых печах. Под влиянием тепла, ультрафиолетовых лучей и кислорода происходит довольно быстрое «старение» полиэтилена.

ЦКМ с полипропиленовым покрытием

Полипропилен имеет сложную структуру с пространственным расположением метильных групп, большей молекулярной массой и меньшей, чем полиэтилен, плотностью. Обладает устойчивостью к жирам и маслам и поэтому применяется для изготовления упаковки жиросодержащих пищевых продуктов. Высокая термостойкость полипропилена (температура плавления 160

–170°С) позволяет применять эти ЦКМ при изготовлении упаковки для медикаментов, подвергающихся стерилизации, а также для упаковки продуктов, подвергающихся термической обработке, в том числе в микроволновых печах.

К недостаткам полипропиленовых покрытий можно отнести меньшую, чем у полиэтилена, морозостойкость и легкую окисляемость.

ЦКМ с покрытием из сополимеров на основе этилена, винилхлорида с винилацетатом получили широкое распространение, так как имеют значительные преимущества по сравнению с полиэтиленом и полипропиленом. Их используют для упаковки жиросодержащих пищевых концентратов, пряностей, кофе.

ЦКМ с покрытием на основе полиэфиров выдерживают высокотемпературный нагрев как в микроволновой, так и обычной печи. Такие материалы используют, например, при производстве подносов для приготовления выпечки.

ЦКМ с соэкструдированным многослойным покрытием из термопластичных полимеров представляют собой материал, состоящий из бумаги или картона и нескольких слоев полимерного покрытия. Слои покрытия из различных термопластичных полимеров последовательно наносятся на бумагу-основу методом экструзии (п. 3.1.4). Таким образом получают ЦКМ с комбинированным комплексом свойств. На современных предприятиях на одной установке для нанесения покрытий устанавливают несколько экструдеров, которые последовательно наносят отдельные слои полимеров.

2.2.2. Бумага и картон с покрытием на основе латексов и дисперсий

Латексы – это коллоидные водные дисперсии стабилизированных полимеров, содержащие гидратирующие группы поверхностно-активных веществ. В зависимости от происхождения, различают натуральные, синтетические, искусственные и модифицированные латексы.

Бумага и картон с покрытием на основе латексов и дисперсий характеризуются низкой проницаемостью водяных паров, газов, ароматических веществ, высокой жиростойкостью, хорошими печатными свойствами. Такой материал предназначен для упаковки пищевых продуктов, содержащих жиры

или ароматические вещества, гигроскопичных продуктов, медикаментов в ампулах, перевязочных средств. Использование в покровных композициях латексов термопластичных полимеров с низкой температурой плавления позволяет получить термосвариваемый материал.

Бумага и картон с покрытием из латекса и дисперсий легко подвергаются вторичной переработке по обычным схемам переработки макулатуры, а также могут быть утилизированы путем сжигания или компостирования.

2.2.3. Парафинированная бумага и картон

Парафин представляет собой смесь насыщенных углеводородов. Он растворим в бензоле, бензине, скипидаре и используется обычно в виде водных дисперсий или расплавов, характеризующихся низкой вязкостью. Парафинированной называется бумага, пропитанная или покрытая парафином, модифицированным парафином или их смесью, а также смесью парафинов с термопластичными полимерами.

Основная цель парафинирования – повышение барьерных свойств: паро-, водо-, газонепроницаемости бумаги за счет поверхностного или углубленного заполнения капиллярно-пористой структуры бумаги. Парафинированная бумага используется для упаковки продуктов, кондитерских изделий, парфюмерии, фармацевтических изделий. Большим преимуществом парафиновых покрытий является способность легко подвергаться термосклейке.

Основной недостаток парафина заключается в том, что его кристаллы довольно крупные и малоэластичные, со слабой адгезией к бумаге и картону. В результате покрытие получается с малым сопротивлением к истиранию и изгибу. При низких температурах парафиновое покрытие становится хрупким. В заметной степени эти недостатки уменьшаются при введении в состав парафина микрокристаллических восков – церезинов.

При выборе бумаги-основы для парафинирования особое внимание уделяется прочностным свойствам, так как парафинированная бумага должна выдерживать значительные нагрузки при автоматизированной упаковке. Оптимальная плотность бумаги-основы для парафинирования должна составлять $0,5 - 0,65 \text{ г/см}^3$, а масса $1 \text{ м}^2 - 25-35 \text{ г}$. По виду наносимого покрытия парафинированная бумага подразделяется на три категории: со 100 %-м рафинированным парафином, с модифицированным парафином и с различными добавками на основе термопластичных полимеров. В последнем случае бумага приобретает способность свариваться при температуре 80°C и небольшом давлении.

Парафинирование бумаги осуществляется из горячих расплавов, которые могут содержать наряду с основными компонентами специальные технологические добавки. Разработано два способа обработки бумаги горячими расплавами: в режиме пропитки (импрегнирование) и в режиме покрытия. Они различаются конструкцией устройств и температурой расплава.

В режиме пропитки температура расплава выше 150°C. Парафин свободно впитывается в капиллярно-пористую структуру проходящей через ванну бумаги-основы и равномерно распределяется по толщине. В режиме одностороннего покрытия (температура расплава около 120°C) на поверхности бумаги-основы образуется эластичная пленка.

2.2.4. Силиконизированная бумага

Кремнийорганические полимеры (силиконы) – это элементоорганические полимеры, содержащие кремний. Силиконизированная (антиадгезионная) бумага представляет собой ЦКМ с одно- или двусторонним покрытием на основе кремнийорганического полимера (силикона). Масса силиконового покрытия составляет 3–8 г/м², включая грунтовочный слой.

Силиконизированная бумага используется в качестве защитной бумаги для липких этикеток, лейкопластыря, для упаковки липких материалов, таких как каучук, асфальт, битум. Она применяется в производстве липких обоев, клеевых лент, а также для упаковки продуктов питания. Эффективность силиконовой обработки бумаги повышается при отлежке в течение трех дней после обработки.

2.2.5. Многослойные упаковочные ЦКМ (ламинаты)

Ламинаты представляют собой многослойные материалы, состоящие из одного или нескольких слоев бумаги или картона, нескольких слоев синтетических полимеров (полиэтилена, микровоска), фольги. Все эти слои соединены в многослойный материал методом ламинирования (каширования).

В зависимости от назначения, производятся различные комбинированные материалы, например:

- бумага-адгезив-фольга (паро-, водо-, ароматонепроницаемый материал), используется для упаковки масла, пищевых жиров и чая;
- фольга-адгезив-бумага-полиэтилен (бумага с одной стороны склеенная с фольгой и ламинированная полиэтиленом) используется для автоматизированной упаковки, стерилизации и длительного хранения пищевых продуктов.

Широкое применение получили ламинаты на основе картона. Эти материалы используются в производстве упаковки (типа тетра-пак, пюр-пак, комби-блок, quadro-блок) для жидких продуктов (соков, молока, супов и соусов), которые подлежат длительному хранению.