

**М. В. Ванчаков
И. С. Артамонов**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОННОЙ
И БУМАЖНОЙ ТАРЫ**

Часть 1

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2022**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики**

**М. В. Ванчаков
И. С. Артамонов**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОННОЙ
И БУМАЖНОЙ ТАРЫ**

Часть 1

Учебное пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД

Санкт-Петербург
2022

УДК 676.056 (075)
ББК 35.77я7
В 176

Рецензенты:

доктор технических наук, доцент ВШТЭ СПбГУПТД

Н. П. Мидуков;

доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургского Горного университета

Т. Н. Александрова

Ванчаков, М. В., Артамонов, И. С.

В 176 Технология и оборудование для производства картонной и бумажной тары.
Часть 1: учеб. пособие. – 2-е издание / М. В. Ванчаков, И. С. Артамонов –
СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. – 93 с.
ISBN 978-5-91646-286-9

Учебное пособие соответствует программам и учебным планам дисциплины «Технология и оборудование для производства картонной и бумажной тары» и предназначено для студентов направления подготовки 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства», а также для самостоятельной работы по направлениям 15.03.02 и 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» и 18.03.01 «Химическая технология» при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

В учебном пособии рассмотрены разделы, посвященные видам и классификациям тары; характеристикам используемых для производства тары бумаг и картона; способам и устройствам для обработки поверхности бумаги и картона; способам и устройствам для механической обработки бумаги и картона; классификации и особенностям разновидностей картонной и бумажной тары; производству тарных изделий. Во всех разделах приведены таблицы, характеризующие основные параметры сырья, оборудования и продукции, схемы и технологические цепочки основного и вспомогательного оборудования.

Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения.

УДК 676.056 (075)

ББК 35.77я7

ISBN 978-5-91646-286-9

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2022

© Ванчаков М. В., Артамонов И. С., 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ВИДЫ КЛАССИФИКАЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТАРЫ.....	7
2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ.....	9
2.1. Плоский тарный картон	10
2.2. Бумага и картон с полимерными покрытиями.....	15
2.2.1. Бумага и картон с покрытием на основе термопластичных полимеров	16
2.2.2. Бумага и картон с покрытием на основе латексов и дисперсий.....	17
2.2.3. Парафинированная бумага и картон	18
2.2.4. Силиконизированная бумага.....	19
2.2.5. Многослойные упаковочные ЦКМ (ламинаты).....	19
3. СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ БУМАГИ И КАРТОНА. ПРОПИТКА	20
3.1. Основные процессы и устройства для поверхностной обработки бумаги и картона	20
3.1.1. Обработка полотна на клеильном и пленочном прессе	23
3.1.2. Валиковое нанесение покрытий	27
3.1.3. Нанесение покрытий с применением шаберов	28
3.1.4. Экструзионное нанесение покрытий.....	30
3.1.5. Нанесение покрытий с помощью фильеры	32
3.1.6. Нанесение покрытий кашировальными устройствами	33
3.1.7. Покрытие заранее полученной пленкой (ламинирование).....	34
3.1.8. Получение многослойных упаковочных ЦКМ (ламинатов)	36
3.1.9. Покрытие силиконовыми смесями.....	37
3.1.10. Нанесение парафиновых покрытий.....	38
3.2. Пропитка (импрегнирование) бумаги и картона	39
4. СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БУМАГИ И КАРТОНА.....	42
4.1. Способы разделения бумаги и картона.....	42

4.1.1. Резание.....	42
4.1.2. Высечка	52
4.1.3. Пиление	57
4.2. Способы формования изделий из бумаги и картона	57
4.2.1. Подготовительные способы формования	58
4.2.2. Первичные способы формования	63
4.2.3. Вторичные способы формования	68
4.3. Способы соединения бумаги и картона.....	68
4.3.1. Склеивание.....	68
4.3.2. Сваривание.....	70
4.3.3. Сшивание (брошюрование).....	71
4.3.4. Склепывание	71
4.3.5. Сшивание нитками	72
5. ПРОИЗВОДСТВО ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА	73
5.1. Исходные материалы для производства гофрированного картона	73
5.1.1. Картон для плоских слоев (лайнер).....	73
5.1.2. Бумага для гофрирования (флютинг).....	74
5.1.3. Клеи для соединения слоев гофрокартона	74
5.2. Структура и виды гофрированного картона	75
5.3. Свойства и методы испытаний гофрированного картона.....	79
5.4. Технология изготовления гофрокартона и элементы оборудования.....	81
5.4.1. Гофрировальная машина (гофропресс).....	84
5.4.2. Накопительный мост.....	85
5.4.3. Узел нагрева и склейки лайнера с двуслойным гофрокартоном.....	86
5.4.4. Сушильная часть гофроагрегата.....	87
5.4.5. Продольно-резательная и рилевоочная машина	88
5.4.6. Поперечно-резательная машина	90
5.4.7. Стопоукладчик.....	92
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	93

ВВЕДЕНИЕ

Товары народного потребления и продукция различных предприятий в большинстве случаев перемещаются от изготовителя к потребителю в упакованном виде. В соответствии с действующими терминологическими стандартами **упаковка** определяется как средство или комплекс средств, обеспечивающих защиту продукции от повреждений и потерь, окружающей среды от загрязнений продукцией, а также облегчающих процессы транспортирования, распределения, информирования, реализации и потребления продукции.

Основным, а часто и единственным элементом упаковки, является **тара**, представляющая собой изделие в виде замкнутого или открытого корпуса для размещения в ней продукции. Некоторые виды тары участвуют в процессе обращения между производителем и потребителем не только вместе с продукцией, но и без нее (оборотная тара). Элементы упаковки, которые в комплексе с **тарой**, или без нее выполняют функции защиты товара и окружающей среды, называются **вспомогательными упаковочными средствами**.

Тара, применяемая в розничной торговле, должна отвечать экономическим, техническим, санитарно-гигиеническим, эстетическим и другим требованиям. Она должна быть сравнительно недорогой в изготовлении (исключение может составлять подарочная тара). Тара, используемая при перевозках товара, должна обладать низким **коэффициентом собственной массы**, т.е. отношением массы тары к ее объему в собранном виде.

Российский рынок тары и упаковки – один из наиболее стабильных и развивающихся на сегодняшний день. Динамика рынка связана с ситуацией в потребляющих тару отраслях – пищевой, фармацевтической, бытовой техники, мебельной и других видах промышленности. Основной вклад в развитие рынка тары и упаковки вносит пищевая промышленность, доля которой составляет около 50 % рынка. Анализ развития тары и тарных материалов показывает, что структурные сдвиги в их производстве и потреблении происходят в основном за счет постоянного возрастания доли картонной и бумажной тары. Так, в странах с высокоразвитой тарной промышленностью применение бумаги, картона и композиционных материалов на их основе для упаковки составляет 70 – 90 % от общего потребления всех видов тары.

Технический прогресс в упаковочном деле неразрывно связан со все более широким применением тары из картона и бумаги, так как такая тара, по сравнению с аналогичной, изготовленной из других материалов, имеет ряд существенных преимуществ:

- она обычно гораздо дешевле, чем тара из других материалов;
- для ее изготовления требуются относительно меньшие затраты исходного сырья и материалов;
- картонная и бумажная тара отличаются легкостью, гигиеничностью, удобствами в обращении, эстетичностью;

- значительная часть уже использованной тары может служить в качестве макулатурного сырья для повторного производства картонно-бумажных материалов.

Самым крупным сегментом рынка упаковки из бумаги и картона являются изделия из гофрированного картона, на которые приходится около 75 % всего производства картона в России. Даже в условиях глобального падения спроса на продукцию целлюлозно-бумажной промышленности потребность в гофрокартоне постоянно растет. Рынок гофрокартона и его компонентов развивался быстрее, чем рынок картона в целом, в среднем на 10 –12 % в год. Основные потребители гофрокартона: пищевая промышленность – 75 % потребления; предприятия, производящие товары бытовой химии и фармацевтику – около 15 % потребления. Значительным спросом пользуются тароупаковочные виды бумаги и картона с барьерными полимерными покрытиями, а также гофрокартон, изготовленный с использованием плоских слоев с барьерными покрытиями и (или) мелованных.

Широкое применение картонной и бумажной тары в большинстве отраслей промышленности, сельском хозяйстве и сфере обслуживания позволяет обеспечить значительное снижение затрат труда на всех стадиях обращения с продукцией: при ее упаковке, хранении, погрузочно-разгрузочных операциях, доставке и использовании ее потребителями.

В настоящем пособии приведены основные сведения о разновидностях тары и материалах для ее производства из бумаги и картона, основные способы и устройства для обработки поверхности бумаги и картона, способы их механической обработки и производства гофрированного картона. Рассмотрены виды и особенности тары из картона и бумаги, основное оборудование для производства ее, материалы и оборудование для изготовления многослойных бумажных мешков, производство тары из бумажной массы. Отдельно рассмотрены вопросы, связанные с упаковкой исходных бумажно-картонных материалов.

1. ВИДЫ КЛАССИФИКАЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТАРЫ

В зависимости от основных факторов, определяющих требования к упаковке, существуют различные виды классификации тары, например:

- по функциям в процессе товарного обращения;
- по кратности использования;
- по назначению;
- по материалам изготовления;
- по конструктивным особенностям;
- по методам изготовления;
- по технологии производства;
- по прочности;
- по устойчивости к внешним воздействиям.

Охарактеризуем каждый из приведенных видов классификации тары подробнее.

По функциям, выполняемым в процессе товарного обращения, тару подразделяют на транспортную (групповую), потребительскую и тару-оборудование.

Транспортная (групповая) тара применяется для транспортирования и хранения товаров. Она является обычно самостоятельной транспортной единицей (например, коробка, ящик, пакет, контейнер, поддон и т.п.).

Потребительская тара поступает непосредственно к потребителю (покупателю) вместе с товаром. Это самый массовый вид тары. К потребительской таре предъявляются повышенные требования. Она должна привлекать внимание покупателя, содержать информацию об изготовителе продукции, количестве, потребительских свойствах и правилах использования и утилизации товара, обеспечивать рекламу продукции.

Тара-оборудование представляет собой изделие, предназначенное не только для укладки, транспортирования и временного хранения, но и для непосредственной продажи и использования упакованных в нее товаров (например, лоток для ягод и фруктов, порционная отделяемая тара и т.п.).

По кратности использования тару разделяют разовую, возвратную и многооборотную.

Разовой называется тара, предназначенная для однократного использования. К ней относится большинство видов потребительской тары, а также транспортная тара, подлежащая обязательной утилизации после использования.

Возвратной является тара, бывшая в употреблении и способная, в случае необходимости, использоваться повторно.

Многооборотная тара предназначена для многократного ее использования при поставке товаров, а потому, как правило, подлежит возврату поставщику продукции.

По назначению тару подразделяют на *универсальную*, применяемую для затаривания различных товаров (это в основном, транспортная тара), и

специализированную – только для определенного товара (в основном, потребительская).

Так, наиболее распространенным видом универсальной картонной тары являются *ящики*. Специализированная картонная тара – это *коробки* и *пачки*, предназначенные для конкретных видов товаров. К этой же группе относят *мешки* и *пакеты*, предназначенные для затаривания сыпучих и штучных товаров.

Коробки могут иметь разнообразную форму, плоское дно, могут быть закрываемые клапанами или отдельной крышкой. *Пачки* закрываются клапанами, а их корпус имеет обычно форму параллелепипеда.

По материалам изготовления тару подразделяют на деревянную, картонную, бумажную, текстильную, металлическую, стеклянную, керамическую, полимерную и комбинированную. В данном пособии будет рассмотрена технология и оборудование для производства тары, изготавливаемой на основе картона и бумаги.

По конструктивным особенностям тару подразделяют на неразборную, разборную, складную, разборно-складную, закрытую, открытую, а также штабелируемую.

Неразборная тара состоит из неразборных сочлененных элементов.

Разборная тара позволяет разобрать ее на отдельные составные части и вновь собрать, соединив их сочленяющими элементами.

Складная тара позволяет сложить ее без нарушения сочленений элементов и, при необходимости, вновь придать ей рабочую форму.

Разборно-складная тара сочетает в себе конструктивные особенности разборной и складной тары.

Закрытая тара предусматривает обязательное применение крышки или другого затвора.

Открытая тара не предусматривает применение крышки или другого затвора.

Штабелируемой называется тара, конструкция и свойства которой позволяют укладывать ее друг на друга в достаточно устойчивый штабель, состоящий из нескольких рядов.

По методам изготовления различают тару сборную, клееную, сшитую, штампованную, литую, сварную и комбинированную.

По технологии производства тару классифицируют во взаимосвязи с ее материалами, конструктивными особенностями и методами ее изготовления.

По прочности тара бывает жесткой (металлические, деревянные и полимерные ящики, бочки), полужесткой (картонные ящики, полимерные тубы), мягкой (мешки, пакеты), а также хрупкой (различные виды стеклянной и керамической тары).

По устойчивости к внешним воздействиям тара бывает пыле-, свето-, жиро-, газо-, паро- и влагонепроницаемой. Возможны сочетания этих свойств.

2. 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.

Бурая 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.

Материалы для изготовления гофрированного картона и виды бумаги для многослойных мешков будут подробнее рассмотрены отдельно в главах 5 и 8, соответственно.

2.1. 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 формирующих устройств, чаще всего вакуум-формирующих цилиндров) и доступных полуфабрикатов.

Например:

Меловальное покрытие верхней стороны
Чисто целлюлозная макулатура
Картонная макулатура
Бытовая макулатура

Или:

Беленая лиственная 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
Сопротивление 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 склеенный – 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 склеенный – изготовленный из небеленой целлюлозы, древесной массы и макулатуры. Применяется для изготовления потребительской и транспортной тары без печати.

Склеенный 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.

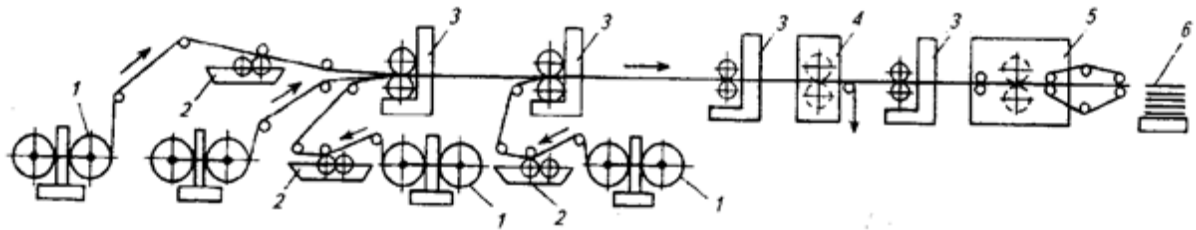


Рис. 2.1. Схема клеильной машины:

- 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.

2.2. 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 термостойкость (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 термосклеивке.

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 парафинированным 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 производства упаковки (типа тетра-пак, пюр-пак, комби-блок, quadro-блок) для жидких продуктов (соков, молока, супов и соусов), которые подлежат длительному хранению.

3. СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ БУМАГИ И КАРТОНА. ПРОПИТКА

В мировой практике продукция обработки и переработки бумаги и картона составляет по тоннажу более половины, а по ассортименту – более 80 % общего объема производства продукции целлюлозно-бумажной промышленности. Поверхностная обработка бумаг и картонов, при сохранении их основных структурных и функциональных свойств, проводится в целях направленного улучшения их потребительских свойств. Эта обработка служит для повышения прочностных, барьерных, печатных и других свойств материалов. К обработке бумаги и картона относят также процессы обтягивания, крепирования, пропитки и ряд других операций, рассмотренных в следующих главах пособия.

3.1. Основные процессы и устройства для поверхностной обработки бумаги и картона

Особенности систем устройств для поверхностной обработки зависят прежде всего от вида используемых материалов. Наиболее распространены четыре способа нанесения покрытий: 1) нанесение из расплавов; 2) нанесение из растворов; 3) нанесение из дисперсий; 4) нанесение готовой пленки на бумагу с применением специальных клеящих веществ или горячего прессования.

Большинство используемых установок (рис. 3.1) для обработки бумаги и картона состоят из нескольких основных узлов (модулей).

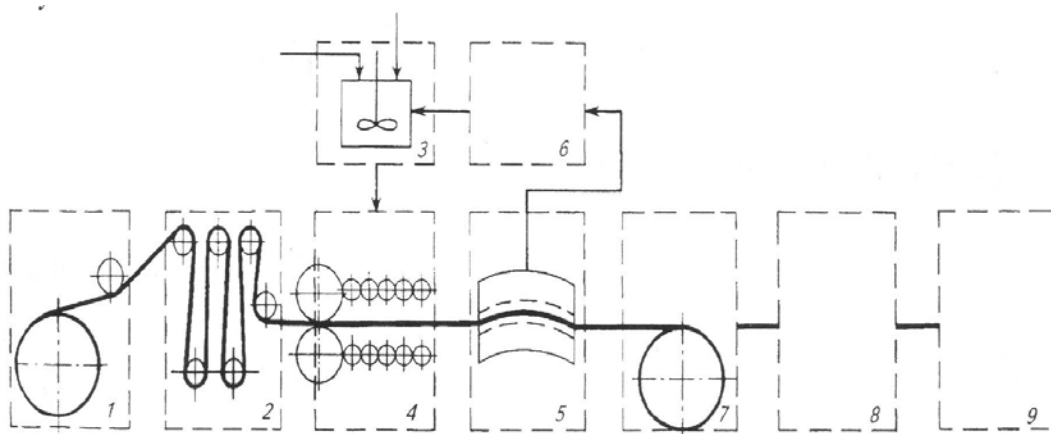


Рис. 3.1. Типовая схема установки для обработки бумаги и картона:

- 1 – узел подачи полотна (раскат); 2 – узел подготовки полотна к обработке;
- 3 – узел подготовки реагентов; 4 – узел обработки полотна; 5 – узел сушки, прессования и/или охлаждения полотна; 6 – узел регенерации реагентов; 7 – узел приема полотна (накат);
- 8, 9 – дальнейшая обработка материала с покрытием

На основе использования унифицированных элементов – модулей можно создавать различные технологические схемы нанесения покрытий, начиная от самых простых (типа раскат – пропиточная ванна – сушка – накат) и до самых сложных, дающих возможность нанесения последовательного многослойного

покрытий на обе стороны полотна (бумаги и картона). Некоторые из этих модулей могут быть встроены в сушильную часть БДМ или КДМ.

Нанесение покрытий одинакового состава на обе стороны полотна может осуществляться по отдельности или сразу на обе стороны. При разном составе покрытий обычно вначале наносят покрытие на одну сторону полотна, а после сушки – на другую. Для этого применяют специальное переверотное устройство (на рис. 3.1 не показано).

Рассмотрим узлы (модули) типовых схем подробнее.

Узел подачи полотна (раскат) 1 представляет собой размоточное устройство (раскат), обеспечивающее непрерывную подачу полотна-основы при условии равномерного и контролируемого его натяжения.

Узел подготовки полотна к обработке 2 предназначен для предварительной механической и физико-химической обработки полотна бумаги и картона. Механическая подготовка включает разравнивание полотна, устранение волн, покоробленных кромок, центрирование полотна. Эта подготовка осуществляется с помощью систем валиков и специальных роликов. Физико-химическая подготовка заключается в увлажнении или подсушке полотна, придании ему заданной температуры, в нанесении различных грунтов, обработке коронным разрядом и т.п.

Узел подготовки реагентов 3 предназначен для приготовления покровных и пропитывающих композиций. Эти композиции являются обычно многокомпонентными системами, содержащими наряду с основными полимером и растворителем различные модифицирующие добавки. Из всех этих ингредиентов должна быть приготовлена однородная устойчивая система, обладающая определенной стабильностью свойств.

Узел обработки полотна бумаги или картона 4 должен обеспечивать дозирование, нанесение и разравнивание жидкой системы с последующим ее отверждением. В каждом конкретном случае выбор способа нанесения покрытия определяется особенностями получаемой продукции и реологическими свойствами используемой системы.

Основные критерии выбора конкретного способа нанесения покрытия связаны:

- во-первых, с толщиной наносимого покрытия;
- во-вторых, со структурой материала покрытия;
- в-третьих, со структурой композиционного материала в целом.

Толщина покрытия может меняться в значительных пределах. Используются как тонкие покрытия толщиной менее 3 мкм (например, адгезионные кремнийорганические покрытия по предварительно загрунтованной поверхности бумаги), так и покрытия толщиной до 30 мкм. Структура материала покрытия и его композиционный состав в целом зависят как от числа слоев, которые необходимо нанести, так и от того, на одну или две стороны основы наносятся покрытия.

Толщину покрытия можно регулировать путем дозирования истечения или путем изменения скорости движущейся поверхности полотна-основы. Равномерность толщины покрытия может обеспечиваться, во-первых, за счет постоянства вязкости наносимого материала, во-вторых, за счет постоянства скорости движения бумаги и ее поверхностных свойств и, в-третьих, за счет равномерности подачи материала покрытия насосом или экструдером.

Основные типы устройств для нанесения покрытий на бумагу и картон и ориентировочные пределы их характеристик приведены в табл. 3.1

Таблица 3.1. – Характеристики наиболее распространенных типов устройств для нанесения покрытий

Устройство	Свойства покровной композиции		Масса наносимого покрытия, г/м ²	Скорость нанесения, м/мин
	Содержание сухих веществ, %	вязкость, мПа·с		
Клеильный пресс	5÷30	100÷300	2÷10	До 500
Клеильный пленочный пресс	1÷65	1÷2000	3÷15	100÷1800
Валиковые устройства:				
- разглаживающие	25÷45	10000÷30000	12÷30	90÷150
- щеточные	30÷40	1000÷30000	15÷20	30÷120
- офсетно-гравюрные	50÷70	1000÷2000	4÷10	До 600
Шаберные устройства:				
- с вращающимся шабером	30÷50	100÷600	10÷20	До 200
- с гибким ножевым шабером	До 72	400÷2000	10÷25	350÷1500
- с жестким ножевым шабером	До 72	400÷2000	6÷15	350÷1500
- с воздушным шабером	35÷45	100÷250	5÷30	До 860
Кашировальные устройства	расплав	10 ⁶ ÷10 ⁸	10÷400	До 50
Ламинирующие установки	расплав	До 3·10 ⁶	5÷200	До 600
Фильера	До 30	До 30000	До 100	До 100

В соответствии с приведенными характеристиками выбираются принцип нанесения покрытия, конструктивные особенности оборудования и параметры процесса. Так, в зависимости от количества наносимого пленкообразующего раствора или расплава, используют два способа нанесения: дозированное нанесение и нанесение с избытком, удаляемым впоследствии с помощью специальных устройств (шаберов). Первый путь обеспечивает стабильную толщину покрытия, второй, в большей степени, его равномерность. Для удаления избытка нанесенного вещества, в свою очередь, могут применяться различные решения. Одни из них обеспечивают, в основном, равномерность толщины слоя покрытия (воздушный шабер), другие – равномерность толщины композиционного материала в целом (гибкий шабер).

Узел сушки, прессования и охлаждения полотна 5 предназначен для отверждения покрытия. При нанесении покрытий или при пропитке с использованием растворов и дисперсий полимеров растворитель или дисперсионную среду удаляют, как правило, путем испарения. При горячей припрессовке и ламинировании проводится горячее каландрирование при температуре валов до 250°C. Во всех этих случаях необходимо обеспечить интенсивный теплообмен между материалом и окружающей средой.

Механизм теплообмена может быть реализован за счет контакта материала с нагревающей или охлаждающей поверхностью, вынужденной или свободной конвекцией и лучеиспусканием.

Узел регенерации реагентов 6 является обязательным по экологическим и экономическим соображениям при использовании органических растворителей. В отдельных случаях, при небольших объемах производства, более выгодным может оказаться не регенерация растворителей, а сжигание их паров.

Узел приема полотна (накат) 7 должен обеспечивать равномерную, плотную намотку рулона без перекоса кромок, непрерывный съем готовых рулонов, а в необходимых случаях – снятие заряда статического электричества.

Узлы дальнейшей обработки полотна с покрытием 8, 9 могут при отсутствии наката использоваться для каландрирования, продольной и поперечной резки, нанесения печати или других операций с уже готовым полотном.

3.1.1. Обработка полотна на клеильном и пленочном прессе

Поверхностная проклейка полотна

Клеильный пресс используют для поверхностной проклейки, а также пигментирования и легкого мелования бумаги и картона. Клеильный пресс устанавливают в сушильной части БДМ, где сухость бумажного полотна должна составлять более 70 %, а с учетом увлажнения полотна в клеильном прессе сухость полотна целесообразно поддерживать в пределах 88–95 %. Это объясняется тем, что полотно бумаги на БДМ сухостью ниже 70 % при дополнительном увлажнении может обрываться. Кроме того, полотно с высокой влажностью после обработки дольше досушивается. В связи с дополнительным увлажнением полотна в процессе поверхностной проклейки это требует увеличения длины сушильной части БДМ на 15–30 %.

По взаимному расположению валов различают вертикальный, горизонтальный и наклонный клеильные прессы (рис. 3.2). Угол между осевой плоскостью валов наклонного прессы и горизонтальной плоскостью составляет 45°, благодаря чему облегчается процесс заправки полотна в пресс. Каждый пресс состоит из двух валов, между которыми проходит полотно. Диаметр валов составляет 450–700 мм, в зависимости от скорости и ширины машины. Один из валов прессы (верхний) твердый, а другой (нижний) – мягкий. Обычно оба вала клеильного прессы имеют независимый привод.

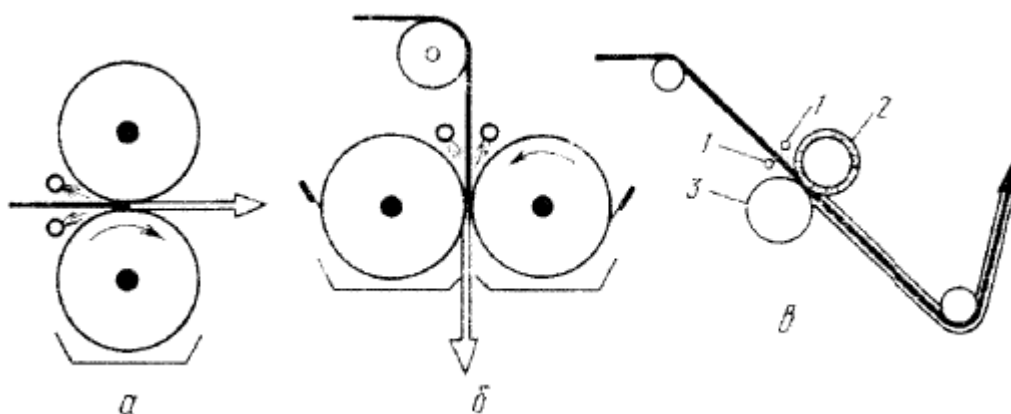


Рис. 3.2. Варианты схем клеильных прессов:

a – вертикального; *б* – горизонтального; *в* – наклонного; 1 – подача состава; 2 – обрезиненный вал; 3 – стальной вал

В двухвальных клеильных прессах нанесение проклеивающей или меловальной композиции на поверхность полотна-основы осуществляется при помощи sprays или же снятием ее с поверхности валов, окунаемых в раствор с последующим отжимом избытка клея между валами пресса. Обычно в вертикальных прессах подача покрытия осуществляется нижним валом, погруженным в ванну с суспензией; у горизонтальных прессов – sprays на одну или обе стороны полотна; у наклонного пресса при двустороннем покрытии – двумя вспомогательными валиками, между которыми подается суспензия.

Существенным недостатком в работе клеильных прессов всех типов является возможность образования продольных складок на полотне, поэтому на выходе из клеильного пресса необходимо устанавливать специальные разгонные валики для выравнивания поверхности полотна.

В связи с ростом требований к качеству проклейки и наличием проблем с обезвоживанием обработанного полотна возникает необходимость повышения содержания сухих веществ в наносимой композиции, что ограничивает возможности применения обычных клеильных прессов. Поэтому, в качестве альтернативы им, используют **пленочные клеильные прессы**. Нанесение покровной массы в таких прессах осуществляется путем предварительного формирования на поверхности одного из валов клеильного пресса жидкой пленки заданной толщины, которая затем переносится на бумагу, находящуюся между валами. Толщина жидкой пленки регулируется, например, дозирующим стержнем.

Преимущества пленочного клеильного пресса, в отличие от обычного, состоят в более широком диапазоне скоростей проклейки и повышенной вязкости наносимого слоя, а также в возможности использования покровных

композиций с более высоким содержанием сухих веществ и в уменьшении степени проникновения покровного состава в глубину листа.

Мелование

Процесс покрытия поверхности бумаги (картона) специальным составом, придающим ей особую белизну и гладкость, называется мелованием. В композицию меловального покрытия обычно входят пигмент и связующие вещества. В качестве пигмента применяют беленый каолин, сернокислый барий, мел, диоксид титана и другие вещества. К числу наиболее часто используемых связующих веществ относятся крахмал, казеин, животный клей, латекс и синтетические смолы.

Мелование бумаги (картона) производят либо на меловальной установке типа клеильного прессы, встроенного в сушильную часть БДМ (КДМ), либо на отдельно стоящих устройствах. Наиболее распространенные варианты схем меловальных устройств и их ориентировочные технические характеристики представлены на рис. 3.3 и в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Технические характеристики устройств для мелования

Показатель	Тип устройства				
	клеильный пресс	вращающийся шабер (3.3в)	вращающийся стержень (3.3б)	воздушный шабер (3.3а)	ножевой шабер
Масса 1 м ² покрытия, г	1–6	2–6	3–10	8–35	6–35
Содержание сухих веществ, %	30–45	35–55	40–55	35–50	55–73
Вязкость, мПа·с	До 400	50–1400	100–2000	100–500	1–8 т
Максимальная скорость, м/мин					
Способ сушки (И-инфракрасная, А-аэрофонтанная, Ц-цилиндрическая)	500	400	700	450	1500
	А+Ц или И+Ц	И или А+Ц	А или И+Ц	А+Ц или И+А+Ц	А+Ц или И+А+Ц

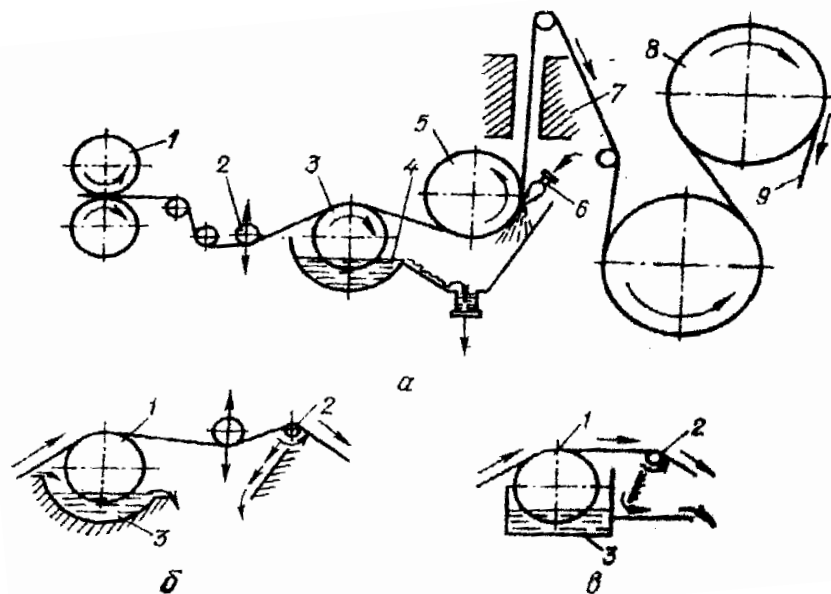


Рис. 3.3. Варианты схем меловальных устройств:

a – с воздушным шабером: 1 – полусухой каландр; 2 – разгонный валик типа Маунт-Хоуп; 3 – наносящий валик; 4 – ванна; 5 – прижимной валик; 6 – сопло воздушного шабера; 7 – сушилка с инфракрасным излучением; 8 – сушильный цилиндр; 9 – полотно бумаги; *б* – с вращающимся стержнем (ракелем): 1 – наносящий валик; 2 – вращающийся стержень (пруток); 3 – ванна; *в* – с роликовым шабером: 1 – наносящий валик; 2 – роликовый шабер; 3 – ванна

Иногда для мелования используют отдельно стоящие агрегаты (рис. 3.4). В них возможно осуществление двухстороннего нанесения меловальных составов на полотно-основу. Они включают следующие устройства: раскат 6, узлы нанесения покрытия 5, узлы сушки и отделки покрытия 2,3, накат 4. Узел нанесения покрытия выполняет последовательно три операции: дозирование количества наносимого состава; нанесение меловального состава на бумагу-основу; разравнивание нанесенного состава.

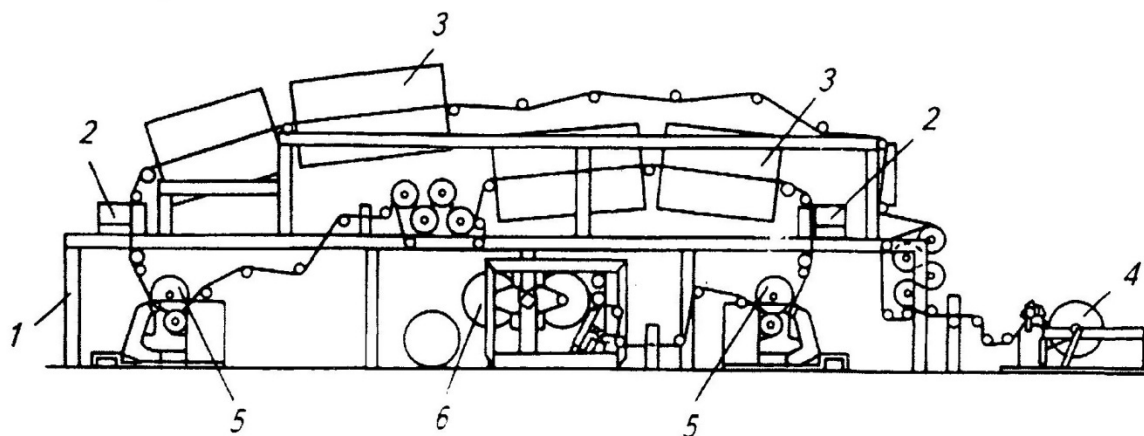


Рис. 3.4. Схема меловальной установки:

1 – станина; 2 – инфракрасная сушка; 3 – воздушная сушка; 4 – накат; 5 – меловальные узлы; 6 – раскат

3.1.2. Валиковое нанесение покрытий

Валиковый способ нанесения покрытий основан на уносе слоя жидкого состава движущейся поверхностью валика с последующей передачей жидкого слоя на другую твердую поверхность или на полотно. Этот способ можно применять для растворов и дисперсий полимеров.

Схемы основных конструкций валиковых устройств нанесения покрытий и их элементы представлены на рис. 3.5:

- купающий валик (рис. 3.5*а*), поверхность которого огибается полотном, соприкасающимся с жидкостью;

- наносящий валик 1 (рис. 3.5*б,в*), с которого на поверхность полотна переходит слой наносимой жидкости, ранее унесенной поверхностью валика из ванны или с другого (вспомогательного) валика;

- купающийся валик (рис. 3.5*б,в,г*), частично погруженный в жидкость и уносящий при вращении на своей поверхности слой жидкости, переходящий затем (полностью или частично) на поверхность соприкасающегося с ним полотна (наносящий валик) или промежуточного (вспомогательного) валика;

- дозирующий валик 3 (рис. 3.5*в*), снимающий с поверхности наносящего валика избыток жидкости перед его контактом с полотном за счет его вращения навстречу наносящему валику;

- прижимной валик 4 (рис. 3.5*в*), прижимающий огибающее его полотно к поверхности наносящего валика;

- разравнивающий (шлифующий) валик (на рис. 3.5 не показан), выравнивающий слой покровной массы за счет вращения навстречу движению полотна. По механизму действия он приближается к вращающимся шаберным устройствам (п. 3.1.3).

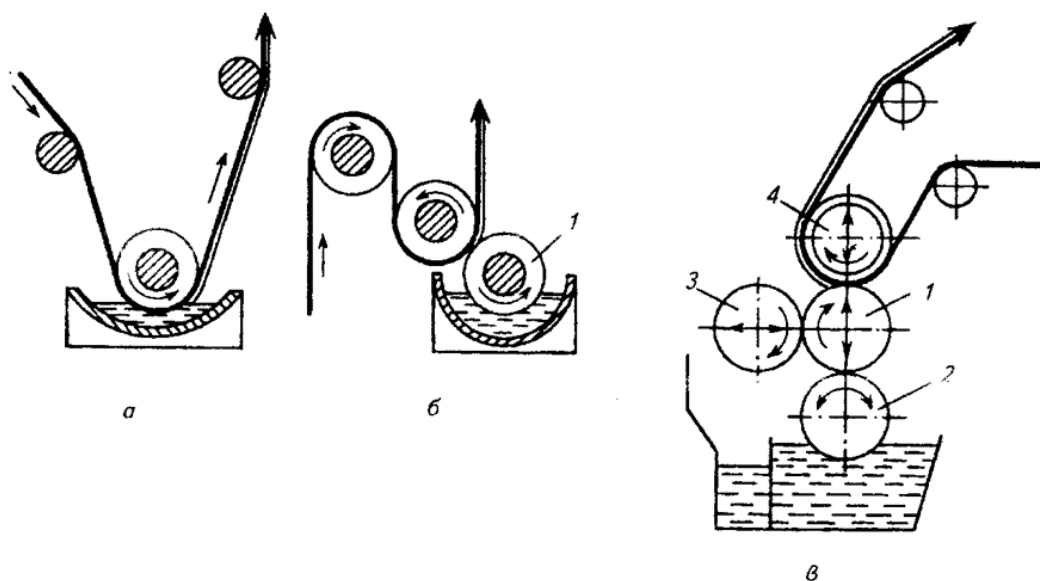


Рис. 3.5. Различные варианты схем нанесения покрытий валиками:
а – купающим; *б* – наносящим (купающимся); *в* – купающимся и дозирующим;
1 – наносящий валик; 2 – купающийся валик; 3 – дозирующий валик;
4 – прижимной валик

Щеточные валиковые устройства (табл. 3.1) служат для нанесения покровного слоя на бумагу с помощью цилиндрической щетки или вала, погруженного в ванну с покровной суспензией, и разравнивающей цилиндрической щетки, которая разравнивает и одновременно втирает покровный слой в полотно бумаги.

3.1.3. Нанесение покрытий с применением шаберов

Способ нанесения покрытий с применением шаберов основан на удалении с поверхности полотна избытка покровной массы при помощи шабера, установленного поперек его хода (табл. 3.1). Перед шаберным устройством покровная масса в избытке наносится на полотно, проходящее через валиковую систему или через ванну с покровной смесью. В месте контакта шабера с полотном оно находится на опорной поверхности (опорном валу), что позволяет регулировать массу наносимого покрытия, изменяя силу прижима шабера.

При использовании шаберных систем одновременно осуществляются такие процессы, как разравнивание покрытия, частичное вдавливание покровной массы в структуру бумаги (картона) и удаление избытка покровной массы с поверхности полотна.

Существуют следующие типы шаберов: ножевой – жесткий и гибкий, вращающийся, воздушный.

Жесткий ножевой шабер представляет собой пластину из твердого материала (стекла, стали). Меняя положение пластины относительно полотна, можно регулировать толщину наносимого покрытия. Применение их ограничено и целесообразно только при небольшой ширине полотна.

Гибкий шабер (лезвие) представляет собой тонкую (0,2–0,3 мм) гибкую стальную пластину. Устройство с гибким шабером создает гладкий слой покрытия на поверхность бумаги или картона. Оно может сочетаться с различными видами устройств, подающих покровную массу, или являться одной из стенок ванны, в которой находится покровная масса. Так, в лотковом устройстве огибающее опорный вал полотно-основа образует одну сторону лотка, в котором находится покровная паста, а гибкий шабер образует днище лотка, снимая с полотна, выходящего из нижней части лотка, избыток покровной пасты.

Общим недостатком устройств со сплошным шабером является возможность образования полос на поверхности покрытия. Этому недостатка лишены подвижные шаберы, описанные далее.

Вращающийся шабер (роль-ракель) представляет собой хромированный стержень диаметром около 10 мм, вращающийся навстречу движению полотна (рис. 3.3б).

Воздушный шабер удаляет избыток покровной массы с полотна струей воздуха, выходящей из щелевого сопла, одновременно с этим разравнивает нанесенное покрытие. В настоящее время установки с воздушным шабером имеют ширину до 6500 мм.

В зависимости от профиля воздушной струи, взаимодействующей с полотном, воздушный шабер может работать в режиме воздушного ножа или воздушной щетки. Воздушный нож работает при давлении до 100 кПа. Воздушная щетка работает под меньшим давлением (25–35 кПа), причем воздух подается перпендикулярно поверхности бумажного полотна.

Схема работы воздушного шабера представлена на рис. 3.6. Покровная масса с избытком наносится на полотно купающим валиком 5. Угол охвата полотна валиком может меняться за счет вертикального перемещения валиков 3 и 4. Полотно-основа огибает опорный вал 2. На поверхность полотна, находящегося на опорном валу, подается струя воздуха из воздушного шабера 1, сдувающая избыток покровной суспензии в приемный лоток-инжектор 7. При рабочей скорости более 120 м/мин предварительную дозировку покровной массы производят с помощью роль-ракели (вращающегося шабера) 6, работающего в сочетании с прижимным валиком 3.

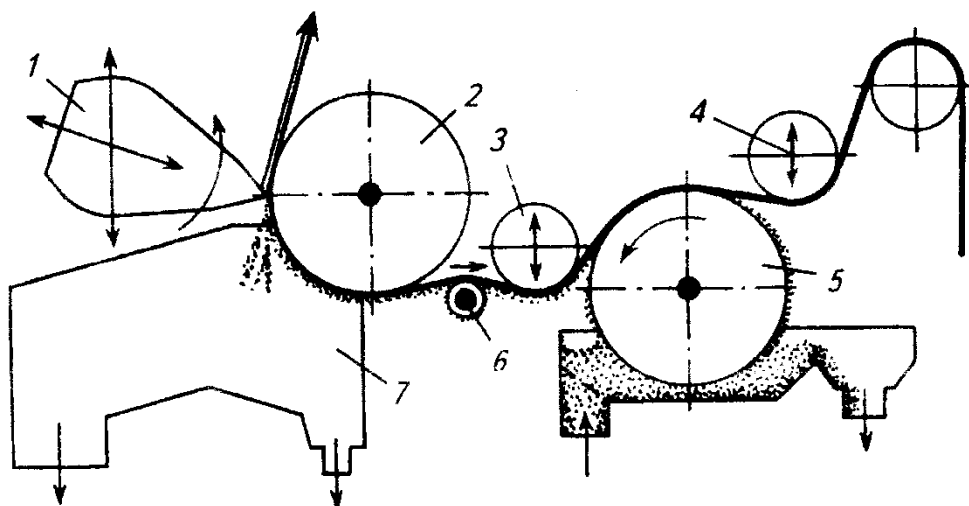


Рис. 3.6. Схема нанесения покрытия с использованием воздушного шабера:
 1 – воздушный шабер; 2 – опорный вал; 3,4,6 – бумаговедущие валики;
 5 – купающийся валик; 7 – приемный лоток-инжектор

Основными недостатками воздушного шабера являются возможность использования только низкоконцентрированных (35–45 %) покровных композиций с низкой вязкостью, малая скорость нанесения покрытия, низкие гладкость и глянец покрытия.

Развитием шаберных систем является *фонтанирующий шабер и шаберное устройство с затопленным зазором.*

3.1.4. Экструзионное нанесение покрытий

Процесс экструзии заключается в непрерывном выдавливании полимера, находящегося в вязкотекучем состоянии, через отверстие определенной формы. Экструдеры – это машины, предназначенные для пластификации и выдавливания полимерного материала через специальную головку с формирующим каналом определенного сечения (фильеру). Для нанесения на бумагу или картон покрытий экструзионным методом применяются плоскощелевые головки.

Схема экструдера представлена на рис. 3.7. Принцип его действия заключается в следующем. Полимер в виде гранул подается в экструдер через питательный бункер 3. Из бункера гранулы поступают в обогреваемый шнек 2, оснащенный, во избежание перегрева, водяным охладителем 1. С помощью шнека гранулы сжимаются, перемешиваются, нагреваются и расплавляются. Расплавленный полимер выдавливается через фильтр 5 в распределительную головку 6, где равномерно распределяется по всей плоскости мундштука 7. Через фильеру (щелевидное отверстие) мундштука расплав полимера вытекает на бумажное или картонное полотно 10, образуя на его поверхности пленку. Толщина пленки регулируется величиной зазора между губками фильеры, а также варьированием текучести расплава или скорости движения полотна. Величина давления в месте нанесения покрытия зависит от ширины зоны прижима, которая обуславливается величиной твердости гуммированного прижимного вала 9.

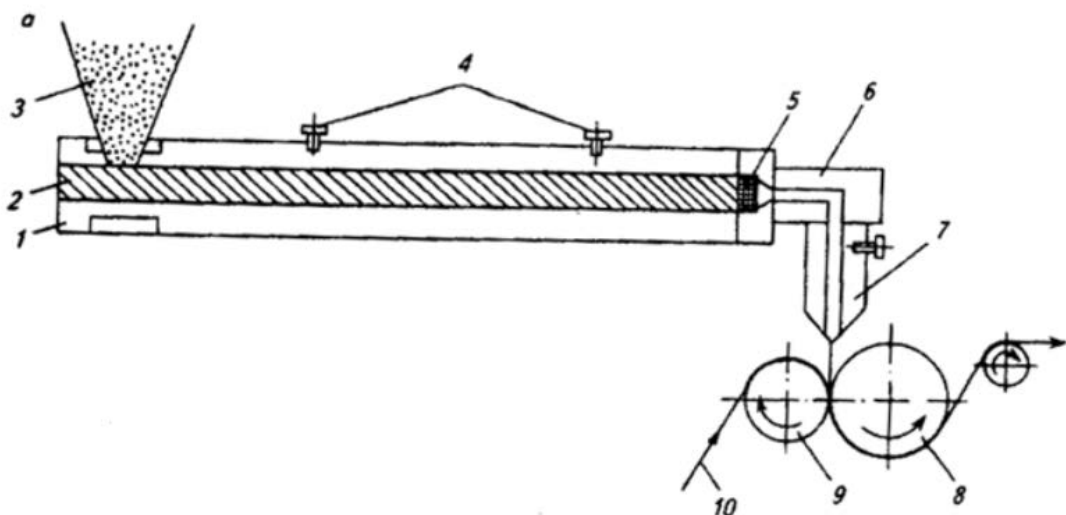


Рис. 3.7. Схема экструдера со щелевой фильерой:

- 1 – водяное охлаждение; 2 – шнек; 3 – бункер; 4 – термоэлементы; 5 – фильтр;
6 – распределительная головка; 7 – мундштук; 8 – охлаждающий вал;
9 – гуммированный прижимной вал; 10 – бумажное или картонное полотно

Преимуществом экструзионного метода, по сравнению с нанесением из эмульсий, растворов или суспензий, является отсутствие ослабляющего воздействия растворителей (например, воды) на полотно-основу. Основные проблемы, возникающие при экструзионном методе, связаны с недостаточной адгезией полимерного покрытия по отношению к полотну. Усилить адгезию можно путем повышения температуры полотна и полимера в момент нанесения покрытия, предварительной грунтовкой основы или путем обработки ее коронным разрядом. Кроме того, увеличивая давление между охлаждающим и прижимным валами и снижая температуру охлаждающего цилиндра, можно повысить прочность адгезии между полимером и полотном-основой.

В зависимости от вида применяемого полимера, массы наносимого покрытия и вида бумаги или картона-основы, должны изменяться такие параметры процесса, как скорость движения основы (а соответственно и скорость формования пленки), расстояние от щели экструзионной головки до точки контакта пленки с бумагой, давление между охлаждающим и прижимным валами и др.

Схема экструзионной установки для обработки бумаги приведена на рис. 3.8. Согласно схеме, бумага-основа с раската 1 через бумаговедущие 2 и натяжные 3 валики направляется на прижимной (неопреновый) вал 4. Указанный вал с помощью пневмосистемы прижимается к цилиндру 6, охлаждаемому водой с температурой 5–20°С. Мундштук экструдера 5 располагается над бумажным полотном между прижимным и охлаждающим валами. Полотно, огибая прижимной вал 6, соединяется с расплавом полимера, вытекающим из мундштука 5.

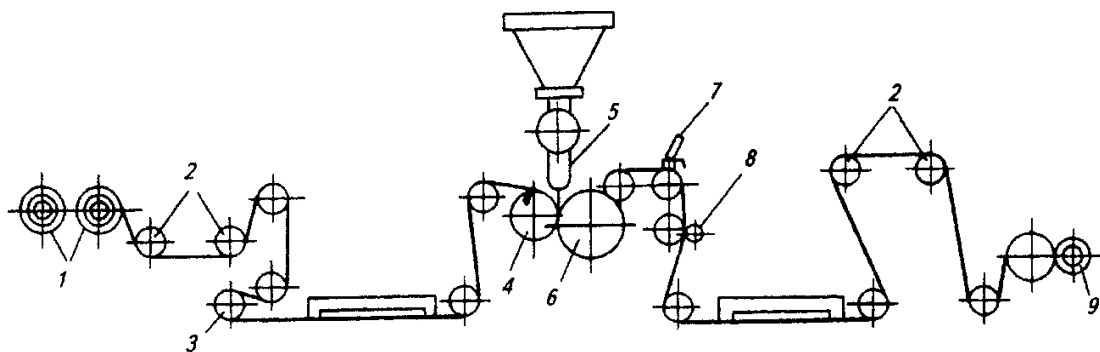


Рис. 3.8. Схема экструзионной установки:

1 – раскат; 2 – бумаговедущие валики; 3 – натяжной валик; 4 – прижимной (неопреновый) вал; 5 – экструдер; 6 – хромированный холодильный цилиндр; 7 – устройство для ионизации; 8 – ножи; 9 – накат

Увеличение давления между валами и снижение температуры охлаждающего цилиндра способствуют повышению прочности адгезии между полимером и бумагой-основой. Для возможности в дальнейшем нанесения многокрасочной печати поверхность полотна подвергается ионизации с помощью специального устройства 7, входящего в составе установки. Ножи 8 обрезают кромки полотна, чтобы исключить возможность их надрыва. Готовое и охлажденное полотно сматывается в рулоны на накате 9.

В табл. 3.3 приведены основные характеристики экструзионных установок двух типоразмеров, используемых в производстве мешочной бумаги, покрытой полимером.

Таблица 3.3 – Основные характеристики типичных экструзионных установок

Показатель	1	2
Рабочая ширина, мм	1800	3600
Скорость рабочая, м/мин	200	400÷600
Линейное давление между рабочим валами, Н/м	50	50
Мощность установленных электродвигателей, кВт	134	460
Расход полимера, кг/ч	Менее 480	Менее 1400
Расход энергии на обогрев, кДж/ч	911	1500

3.1.5. Нанесение покрытий с помощью фильеры

Толстые однослойные покрытия можно наносить с применением фильеры. При этом используются покровные пасты средней и высокой вязкости. Главным элементом фильерного устройства (рис. 3.9) являются сопло, в которое под давлением подается суспензия или раствор для нанесения на верхнюю поверхность полотна бумаги или картона.

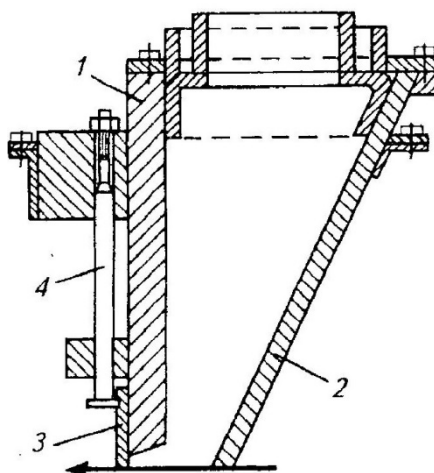


Рис. 3.9. Схемы фильерного устройства для растворов высокой вязкости:
 1 – передняя стенка; 2 – задняя стенка; 3 – ограничительная планка;
 4 – регулировочный валик

Фильера чаще всего представляет собой корытообразный металлический резервуар для покровного раствора, имеющий по всей длине щель в нижней части. Покрытие наносится при невысоких скоростях, так как при скорости более 100 м/мин трудно получить равномерный покровный слой. Для регулирования толщины наносимого слоя на нижней части передней стенки фильеры имеется ограничительная планка 3 с отшлифованным краем. Меняя высоту подъема этой

планки, можно изменять количество пленкообразующей смеси, а следовательно, и толщину образующейся пленки. Большую роль при этом играет вязкость раствора. Для работы с пленкообразующими растворами большой вязкости используют фильеры, работающие под избыточным давлением 50–60 кПа, создаваемым дозирующим подающим насосом.

3.1.6. Нанесение покрытий кашировальными устройствами

Каширование – это процесс формирования на полотне-основе пленки из расплава полимера между двумя обогреваемыми цилиндрами в условиях повышенной температуры и давления с последующей припрессовкой полученной пленки к бумаге или картону. Кашировальные устройства используют для нанесения покрытий из расплавов, обладающих высокой вязкостью. Для формирования пленки в зазоре между двумя горячими цилиндрами пригодны только те полимеры, которые под действием тепла и давления способны становиться вязкопластичными, например, полиэтилен, поливинилхлорид, полиуретан.

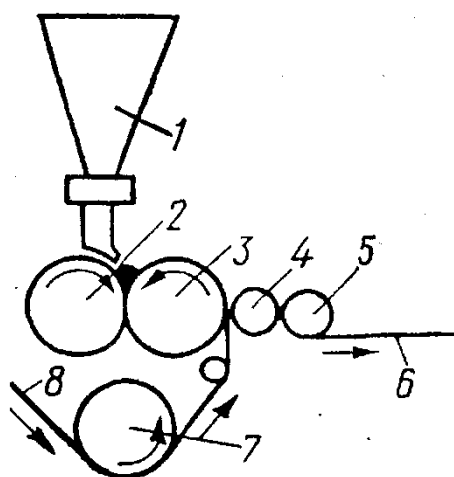


Рис. 3.10. Принципиальная схема устройства для каширования:

- 1 – дозировочный бункер; 2, 3 – металлические цилиндры с электрообогревом;
- 4 – резиновый прижимной валик; 5 – валик с зеркальной или рифленой поверхностью;
- 6 – бумага с покрытием; 7 – цилиндр с электрообогревом;
- 8 – бумага-основа

Кашировальное устройство (рис. 3.10) состоит из раскатного устройства, узла нанесения на полотно расплава полимера, сушильного и охлаждающего участка и наката (на рис. 3.10 не показаны). Гранулированный полимер через дозировочный бункер 1 попадает в зазор между двумя вращающимися навстречу друг другу горячими металлическими валами 2 и 3, где начинает плавиться. Температура плавильных валов в зависимости от вида материала колеблется в пределах 80–200°C. Температура одного из них (3) обычно на 5–10°C выше, чем

другого (2). Горячая пленка полимера, образующаяся в зазоре между валами, налипает сначала на поверхность металлического вала 3, а затем обрезиненным валиком 4 прижимается к полотну-основе 8, поступающей с раската через цилиндр с электрообогревом 7.

Толщина покровного слоя определяется величиной зазора между металлическими валами. Прочность сцепления пленки с бумагой-основой зависит от давления между прижимным обрезиненным 4 и плавильным валом 3. Отделка поверхности осуществляется посредством отделочного сменного валика 5, имеющего гладкую зеркальную или рифленую поверхность. Отделочный валик имеет внутреннее охлаждение. При прохождении полотна через охлаждающий цилиндр (на рис. 3.10 не показан) фиксируется структура полученного композиционного материала, который после обрезки кромок поступает на накат.

Нанесение полимерных покрытий методом каширования дает возможность не только применять расплавы высокой вязкости, но и варьировать толщину покрытия в широком диапазоне. Масса покрытия может колебаться от 10 до 400 г/м². Недостатком этого метода является сравнительно низкая скорость нанесения покрытия (40 м/мин) и возможность термоокислительных процессов за счет широкого доступа кислорода воздуха к расплавленному полимеру.

Такого же типа машины применяют и для получения многослойных упаковочных материалов (например, бумага-полиэтилен-фольга-лак или фольга-бумага-полиэтилен и др.).

3.1.7. Покрытие заранее полученной пленкой (ламинирование)

Соединение бумаги с готовыми полимерными пленками широко применяется для облагораживания поверхности высококачественной полиграфической продукции или при получении многослойных упаковочных ламинатов (бумага – полимерная пленка – фольга). В ряде случаев только ламинированием можно обеспечить придание продукции необходимых эксплуатационных свойств. Для этого наиболее широко используются полиэтилентерефталатные, полиолефиновые, полипропиленовые и поливинилхлоридные пленки.

Для соединения бумаги или картона с полимерными пленками применяют методы, основанные на использовании специальных клеящих веществ или горячей припрессовки термопластичных пленок. Предварительное нанесение клея производится обычными клеенаносящими устройствами. При использовании клеящих веществ применяют методы сухого и мокрого ламинирования.

При сухом ламинировании (рис. 3.11) клей в виде раствора наносится на пленку с раската 1. После нанесения клея пленка поступает в сушильную камеру, где клей подсушивается теплым воздухом. Выйдя из сушильной камеры, пленка

с подсушенным клеевым слоем соединяется в обогреваемом каландре с полотном, поступающим с раската 2. Окончательное склеивание основы с пленкой достигается при охлаждении термопластичного клея на охлаждающих валиках.

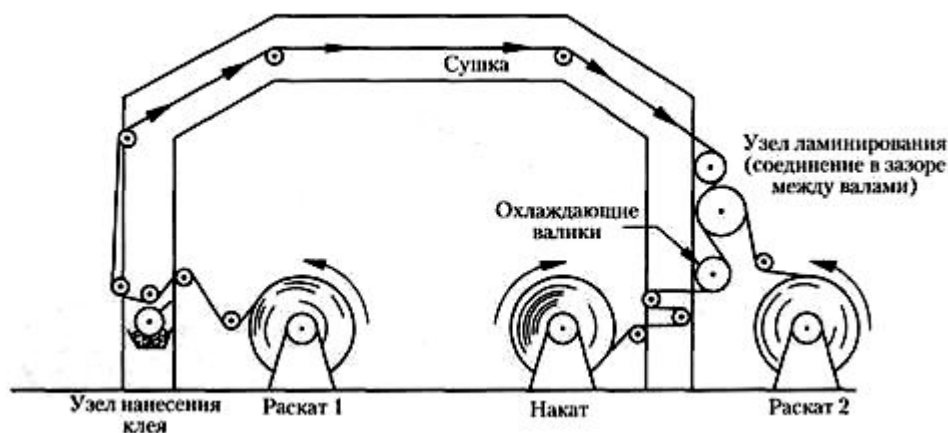


Рис. 3.11. Схема устройства сухого ламинирования

Мокрое ламинирование (рис. 3.12) обычно применяют при использовании водных дисперсий клеящих веществ. После нанесения клея на пленку (с раската 1) полотно (с раската 2) сразу соединяется с пленкой, и после этого материал поступает в сушильную камеру. Пары растворителя удаляются при сушке через пористую структуру бумаги. При дальнейшем охлаждении происходит окончательное склеивание бумаги и пленки.

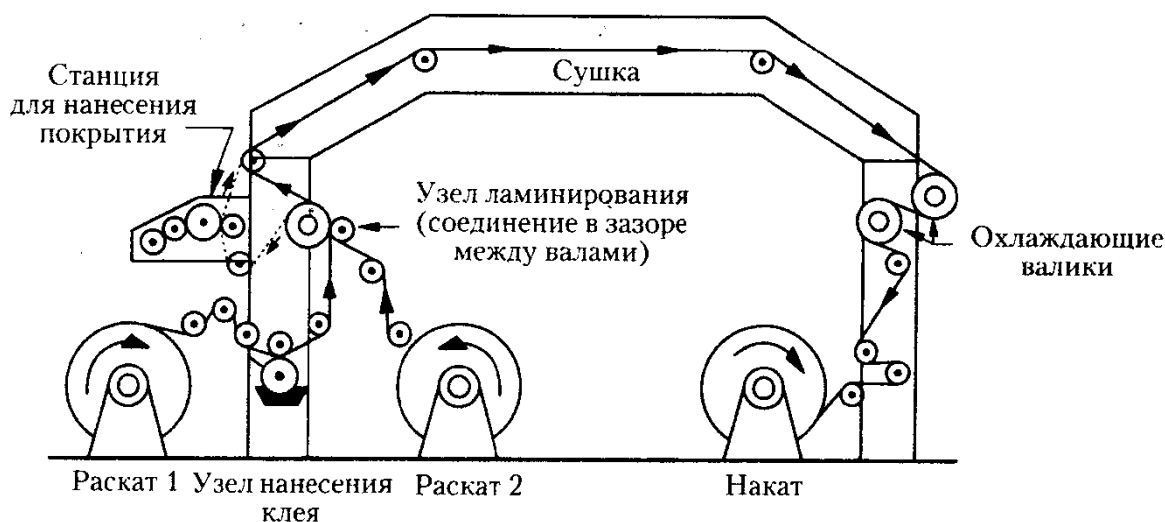


Рис. 3.12. Схема устройства мокрого ламинирования

Горячая припрессовка термопластичных пленок с бумагой-основой наиболее применима при использовании полиэтиленовых и полиолефиновых пленок. Поверхность полиэтилена при нагревании переходит в вязкотекучее состояние. Прикладываемое давление обеспечивает проникновение части расплавленного полиэтилена в бумажный лист. Процесс может осуществляться

в горячем прессе или на горячем каландре. Такой способ особенно удобен при применении двухслойных пленок (например, полиэтилен – лавсан), когда полиэтилен играет роль термоклея.

Наиболее проблемным явлением при ламинировании бумаги полимерными пленками является возможность недостаточной адгезии между полимерными пленками и бумагой.

3.1.8. Получение многослойных упаковочных ЦКМ (ламинатов)

Ламинаты представляют собой многослойные материалы, состоящие из одного или нескольких слоев бумаги или картона, нескольких слоев синтетических полимеров (полиэтилена, микровоска и др.), слоев фольги или других материалов. Все эти слои соединены в многослойный материал методом экструзии, каширования или их сочетанием. В зависимости от назначения производятся двух-, трех-, четырех-, пятислойные комбинированные материалы, например:

- бумага-адгезив-фольга (паро-, водо-, ароматонепроницаемый материал), используется для упаковки масла и пищевых жиров, 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 используют для производства упаковки (типа тетрапак, пюрпак, комбиблок, квадроблок) жидких продуктов (соков, молока, супов и соусов), которые подлежат долгосрочному хранению.

На рис. 3.13 в качестве примера приведен принцип технологии производства многослойного ламината и упаковки для жидких пищевых продуктов.

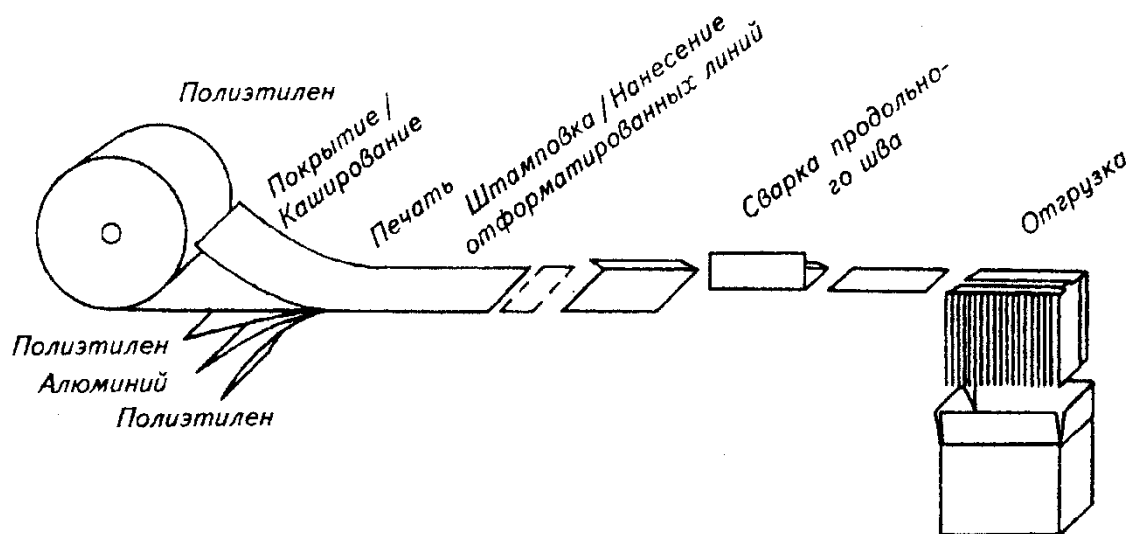


Рис. 3.13. Схема получения и переработки многослойного ламината

Такой многослойный ламинат может состоять из картона толщиной до 0,4мм, полиэтиленового покрытия с двух сторон толщиной 0,05 мм и слоя алюминиевой фольги бытового назначения толщиной 0,0065 мм. На картон-основу экструзионным методом с двух сторон наносят покрытие из полиэтилена. Затем на нижнюю сторону наносят тонкий слой алюминия и дополнительный слой полиэтилена. Полиэтилен является связующим между картоном и алюминиевым покрытием.

Картон с покрытием запечатывают методом глубокой печати (возможны пять цветов), проводят высечку и рилевку выкройки, наносят биговочные линии, по которым легко сгибается и формируется упаковка. На заключительном этапе свариваются продольные швы будущей упаковки. Плоские выкройки упаковываются в коробки для транспортирования. Во время цикла розлива необходимо только заделать дно и верхнюю часть картонного пакета.

3.1.9. Покрытие силиконовыми смесями

Для нанесения силиконового покрытия может быть использована двухсекционная машина, схема которой представлена на рис. 3.14. Принцип работы такой машины заключается в следующем.

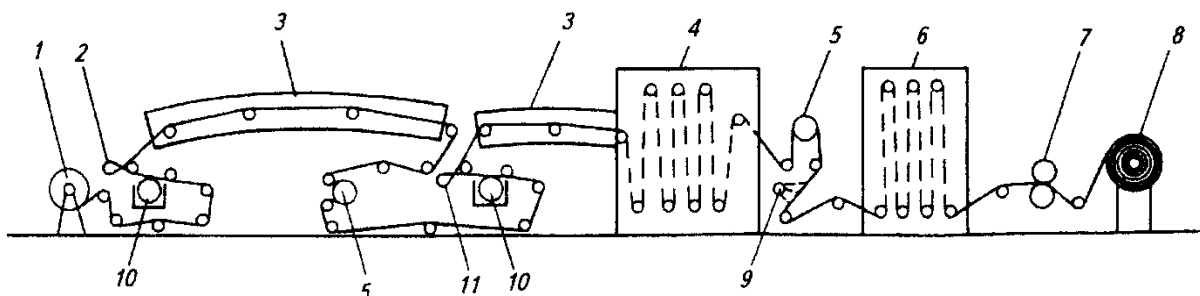


Рис. 3.14. Схема двухсекционной машины для нанесения на поверхность мешочной бумаги грунтовочной смеси и силиконовой эмульсии:

- 1 – раскат; 2 – воздушный шабер; 3 – каналные сушилки;
- 4 – фестонная сушилка; 5 – холодильный цилиндр;
- 6 – камера для выравнивания влажности;
- 7 – устройство для обрезки кромок; 8 – накат; 9 – ротационный спрыск;
- 10 – устройства для нанесения покрытия; 11 – ракель

Бумажное полотно разматывается с раската 1 и поступает на устройство для нанесения грунтовочного покрытия 10, состоящее из ванны, в которую опущен хромированный валик. Грунтовочная смесь в количестве 1–2 г/м² наносится на верхнюю сторону бумаги. Избыток покрытия снимается воздушным шабером 2. Грунтованная бумага поступает в первую каналную сушилку 3, в которую противотоком подается воздух, нагретый до температуры 140°С. После сушки грунтованная бумага охлаждается на хромированном цилиндре 5 и направляется во второе устройство 10 для нанесения на грунтованную поверхность силиконовой эмульсии.

Толщина слоя эмульсии регулируется вращающимся шабером (ракелем) 11, а также изменением вязкости и концентрации наносимого состава. Сушка бумаги производится горячим воздухом во второй канальной сушилке 3, а досушивание – в фестонной сушилке 4. Охлажденная на цилиндре 5 бумага увлажняется водой с помощью ротационного спрыска 9 и направляется в закрытую камеру 6 с температурой воздуха в ней 60°С для выравнивания влажности до уровня 6–8 %. После обрезки кромок на установке 7 готовая бумага поступает на накат 8. Эффективность силиконовой обработки бумаги повышается в процессе отлежки в течение трех дней после ее изготовления.

3.1.10. Нанесение парафиновых покрытий

На рис. 3.15 представлена упрощенная схема машины для нанесения на поверхность бумаги одностороннего парафинового покрытия. Машина состоит из раската бумажного полотна 1, натяжного устройства 2, устройства для нанесения покрытия 3, шабера 4 и наката 6. Обязательным элементом машины является холодильный цилиндр 5, обеспечивающий затвердевание расплава парафина на поверхности бумаги. Температура расплава поддерживается в пределах от 125 до 150°С. Масса покрытия составляет 20–23 г/м².

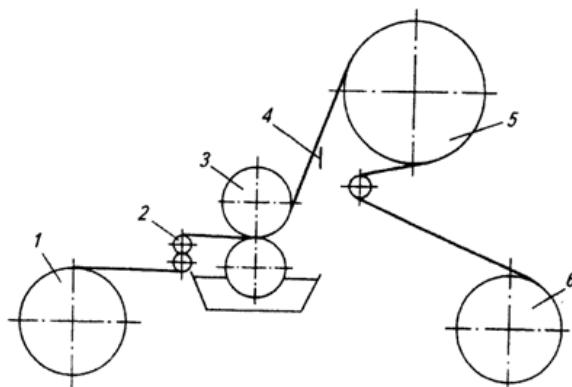


Рис. 3.15. Схема машины для одностороннего нанесения на поверхность мешочной бумаги парафинового покрытия:

1 – раскат; 2 – натяжное устройство; 3 – устройство для нанесения покрытия; 4 – шабер; 5 – холодильный цилиндр; 6 – накат

Двухстороннее покрытие получают пропуская бумагу через пропиточную ванну. Бумажное полотно с размоточного устройства поступает в ванну, где при помощи валиков его погружают в расплав парафина. Затем полотно с нанесенными слоями парафина проходит между двумя отжимными валиками, снимающими излишки состава. Далее оно подается на выравнивающие валики, которые делают парафиновое покрытие более равномерным и гладким благодаря высокой скорости их вращения. Для того чтобы слои парафина хорошо застыли, бумагу пропускают через ванну с холодной водой и после этого направляют на накат.

Для нанесения покрытий на отдельные заготовки (выкройки) используют устройства, работающие по принципу лаконоливных машин (рис. 3.16).

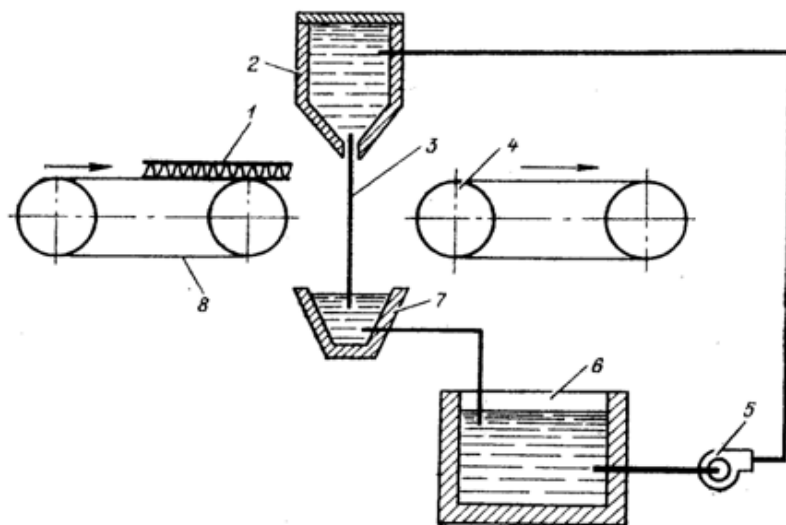


Рис. 3.16. Схема нанесения микровоскового покрытия на заготовки картонных ящиков:

- 1 – заготовка; 2 – щелевая головка; 3 – завеса;
4 – приемный транспортер; 5 – насос; 6 – расходный бак; 7 – сливной лоток;
8 – подающий транспортер

Заготовка 1 с помощью подающего транспортера 8 проходит сквозь завесу расплавленного воска (парафина) 3, который подается через щелевую головку 2. Далее заготовка передается на приемный транспортер 4. Расплав подается насосом 5 из расходного бака 6 в полость щелевой головки. Излишки расплава попадают в сливную ванну 7 и стекают в расходный бак. Для обеспечения работоспособности системы все ее элементы должны иметь обогрев, поддерживающий температуру расплава на уровне 130–145°C.

3.2. Пропитка (импрегнирование) бумаги и картона

Пропитка – это введение различных химических веществ в состав бумаги или картона с целью подготовки их к дальнейшей переработке или придания им специфических свойств, таких как термо- и биостойкость, водонепроницаемость и др. Пропитка осуществляется за счет эффекта диффузии или капиллярного всасывания. При этом происходит заполнение пор между волокнами и внутри них химическими веществами из растворов или расплавов по всей толщине обрабатываемого материала. Пропитку материалов водостойкими составами под давлением называют *импрегнированием*. Наиболее распространенное применение получили два способа пропитки.

По одному из них бумагу или картон погружают в раствор с последующим удалением излишков растворителя отжимом и сушки. В результате происходит осаждение химических веществ на волокнах.

Другой способ заключается в нанесении на поверхность пропитываемой бумаги или картона расплавленного связующего, с последующим охлаждением пропитанного материала. Возможна также пропитка бумаги и картона в аэрозольной среде.

Скорость пропитки определяется рядом таких факторов, как капиллярно-пористая структура бумаги, угол смачивания бумаги жидкостью, ее влажность и др. Требуемое содержание жидкости в пропитанном материале может достигаться несколькими путями:

- регулируемым отжимом материала, насыщенного пропиточным раствором;
- нанесением на бумагу требуемого количества жидкости дозирующими устройствами, применяемыми при нанесении на бумагу покрытий (целесообразно в случае, если нанесенная на поверхность бумаги жидкость способна достаточно быстро, до испарения растворителя, равномерно пропитать бумагу);
- изменением продолжительности пребывания материала в пропиточной зоне (как за счет изменения скорости подачи бумаги, так и за счет изменения длины участка бумаги, на которой происходит ее контакт с жидкостью).

Наиболее простая конструкция узла пропитки показана на рис. 3.17.

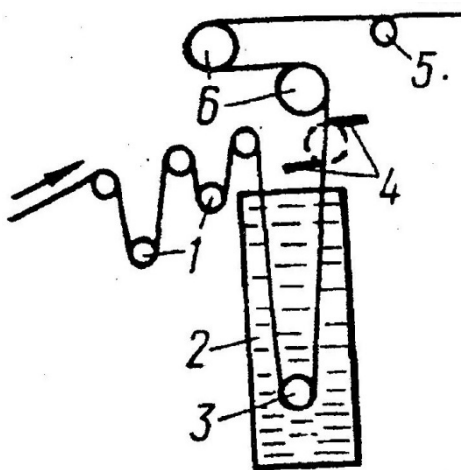


Рис. 3.17. Схема узла пропитки:

- 1 – валики регулировки натяжения; 2 – пропиточная ванна;
3 – погружающий валик; 4 – скребки; 5 – бумаговедущий валик;
6 – тянущие валы

Бумажное полотно проходит тянущие и натяжные валики 1, вертикально погружается в пропиточную ванну 2 и, огибая погружающий валик 3, вертикально выходит вверх. Количество жидкости в пропитываемой бумаге регулируется скребковыми ножами 4, смонтированными на опорных головках, позволяющих изменять их положение в процессе работы узла. Длина пути бумаги и картона в пропитывающем растворе регулируется подъемом или опусканием ванны или погружающего валика.

Одна из важнейших задач при пропитке – вытеснение из пор бумаги воздуха и паров воды (при температуре пропиточной жидкости выше 100°C, например, при

использовании расплава битума). Удаление воздуха из бумаги при ее пропитке может осуществляться разными путями:

- введением бумажного полотна в пропиточную камеру при минимальном угле наклона к поверхности раствора. В результате жидкость смачивает вначале нижнюю сторону бумаги и, впитываясь, вытесняет из толщи бумаги воздух через верхнюю сторону полотна;

- применением различного рода устройств для одностороннего смачивания бумаги, аналогичных используемым при нанесении на бумагу покрытий;

- применением отжимных валиков погружного типа, то есть находящихся в пропиточном растворе. В этом случае при сжатии материала в отжимном устройстве из него выдавливается воздух, находящийся в порах материала. При выходе из отжимного устройства происходит упругое восстановление капиллярно-пористой структуры материала, и капилляры заполняются пропиточным раствором.

Для придания таре и упаковочным материалам одновременно жесткости и влагостойкости применяют различные способы их пропитки восковыми или парафиновыми составами, например:

- пропитка только среднего гофрированного слоя гофрокартона;
- пропитка картона в процессе его изготовления;
- пропитка картонной тары после ее изготовления.

Парафинирование бумаги и картона осуществляется из горячих расплавов, содержащих наряду с основными компонентами специальные технологические добавки. Разработано два способа обработки бумаги горячими парафиновыми расплавами: в режиме пропитки и в режиме покрытия (см. п. 3.1.10). 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, не образуя защитную пленку.

Пропитка отдельных листов картона осуществляется методом окунания заготовки в ванну с расплавом или пропуском жидкого расплава через вертикальные каналы гофров. Широко распространена пропитка с целью получения парафинированной бумаги.

Импрегнирование (пропитка под давлением) производится пищевым парафином или воском с целью придания изделиям повышенной влагостойкости и прочности при штабелировании тары.

Импрегнированный парафином картон можно производить на гофрировальных агрегатах при наличии в них специальной установки для распыления между плоскими слоями картона расплавленного при температуре 130–180°C парафина под давлением 1,8 МПа. Излишки пропитывающего вещества отсасываются с помощью вакуума с противоположной стороны листов гофрированного картона. Привес от парафина в импрегнированном картоне может составлять до 30–45 %. Показатели импрегнированного (пропитанного) картона на сопротивление продавливанию и торцевую жесткость до 60 % выше, чем у непропитанного исходного картона.

4. СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БУМАГИ И КАРТОНА

На предприятиях, где из бумаги и картона производят широкий ассортимент продукции для упаковки различных материалов и изделий, широко используют различные механические способы обработки.

Под механическими способами обработки подразумевают комплекс элементарных процессов, которые реализуются в технологических линиях изготовления упаковочных изделий. При этом каждый элементарный (единичный) процесс является, как правило, результатом взаимодействия между рабочим органом (инструментом) и перерабатываемым материалом (бумагой или картоном). Благодаря этому взаимодействию достигается определенный результат, зависящий от различных технико-технологических параметров процесса. К таким параметрам относятся: последовательность отдельных операций процесса, вид инструмента, скорость и условия воздействия, свойства материала и другие.

В данном разделе пособия рассматриваются следующие элементарные процессы обработки бумаги и картона: разделение, формование и соединение. К механическим способам переработки волокнистых материалов для упаковочных изделий можно отнести также производство гофрированного картона и бумажного литья, рассмотренные в разд. 5 и 9 соответственно.

4.1. Способы разделения бумаги и картона

К разделению относят способы обработки бумаги и картона, обеспечивающие придание листовому или рулонному материалу определенной формы и размеров плоской конфигурации выкройки (закроя) будущего изделия. К этим способам относятся:

- резание (в том числе резание рубкой);
- высечка;
- пиление.

4.1.1. Резание

Резание – это обязательная операция при изготовлении всех видов бумажной и картонной продукции. Его производят при помощи ножей различной конструкции. Используют два принципа осуществления резания:

- простое резание по принципу ножа;
- резание по принципу ножниц.

При простом резании по принципу ножа лезвие работает против неподвижного основания. При резании по принципу ножниц два ножевых лезвия работают друг против друга. Ножевые рабочие органы для резания имеют

обычно форму плоских или круглых лезвий. В соответствии с этим существуют четыре вида ножевого резания, представленные на рис. 4.1:

- резание прямым лезвием (а);
- резание круглым лезвием (б);
- резание по принципу ножниц прямыми лезвиями (в);
- резание по принципу ножниц круглыми лезвиями (г).

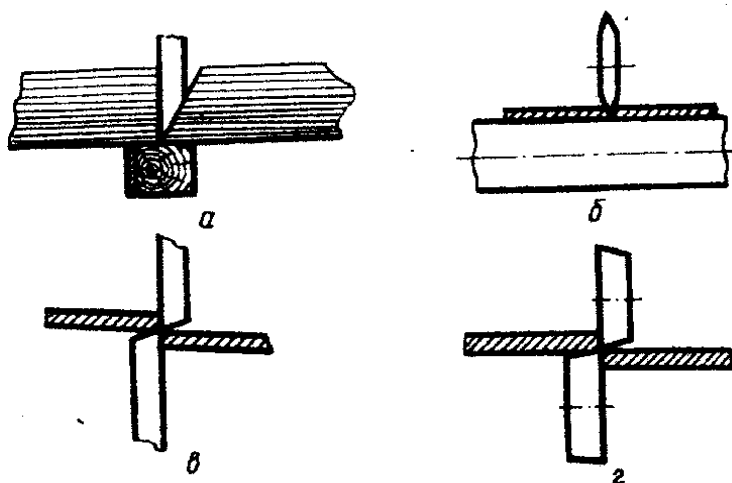


Рис. 4.1. Виды резания

Рассмотрим эти виды резания подробнее.

Резание прямым лезвием (рис.4.1а)

Плоское прямое лезвие движется вниз, разрезает бумагу или картон и в своем нижнем положении врезается в подложку (марзан), закрепленную в пазу основания (рис. 4.2). Марзан обычно изготавливается из твердых пород древесины, капрона или специальных материалов. Материал разделяется под действием клина ножа и усилия, создаваемого им в плоскости резания. Требуемое усилие резания зависит от высоты и ширины стопы (длины резания), сорта бумаги или картона и угла заточки ножа.

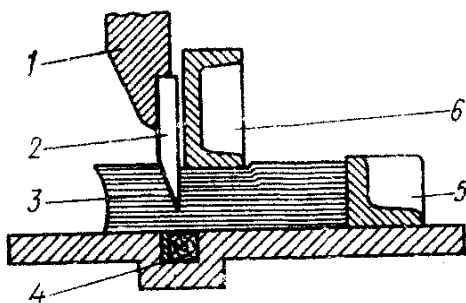


Рис. 4.2. Резание по принципу ножа прямым лезвием:
1 – ножедержатель; 2 – прямое лезвие; 3 – стопа; 4 – марзан;
5 – толкатель; 6 – прижим

Процесс резания можно представить в виде трех последовательных стадий деформации (рис. 4.3). Находящийся на недеформируемой подложке 1 листовой материал 2 в зоне между прижимами 3 под действием приложенного к ножу 4 усилия высечки (P), прогибается. Величина прогиба зависит от толщины материала и его упругих свойств, расстояния между прижимами 3, состояния режущей поверхности и угла заточки ножа α . В дальнейшем эта величина прогиба оказывает влияние на точность размеров получаемой выкройки.

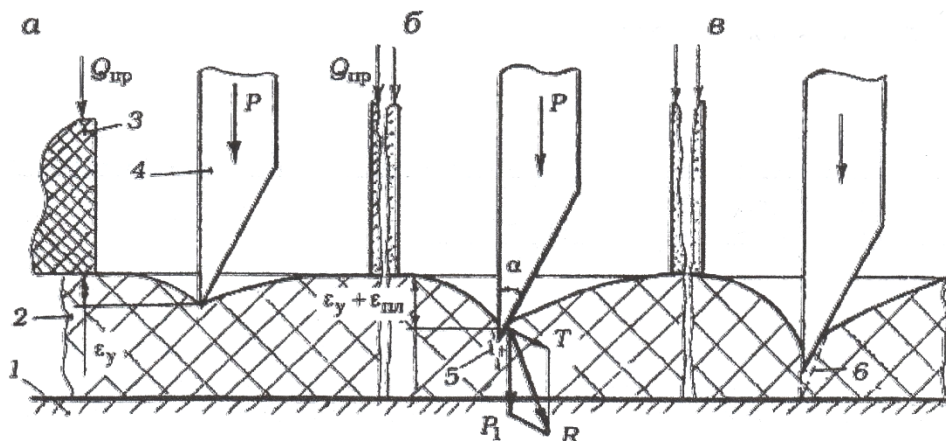


Рис. 4.3. Стадии деформации в процессе резания:
 а – упругая; б – пластическая; в – хрупкое разрушение

На первой стадии упругих деформаций напряжение в материале не превосходит предела упругости. Для бумаги и картона доля упругих деформаций может составлять 3–5 %.

На второй стадии происходит пластическая деформация материала. Напряжения в материале постепенно нарастают и достигают максимума, соответствующего величине предельного сопротивления срезу. Наибольшие деформации расположены в плоскости скольжения, начинающейся у острия режущей кромки ножа. Для бумажно-картонных материалов вторая стадия носит характер пластических деформаций. На этой стадии нож вдавливается в материал на 0,2–0,5 его толщины, в зависимости от его твердости и пластичности. В этот период на материал начинает действовать боковое распирающее усилие (T).

$$T = P \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

На этой стадии в плоскости скольжения происходит образование микро-, а затем и макротрещин 5.

На третьей стадии (разрушения) наиболее крупная макротрещина стремительно переходит в магистральную трещину 6, вызывающую лавинное хрупкое разрушение и отделение одной части материала от другой. При микроскопическом рассмотрении линии среза листа на срезанной кромке

наблюдаются две зоны – блестящая, соответствующая стадии пластической деформации, и матовая зона хрупкого лавинного разрушения.

Одной из важнейших для резания материала характеристик является прочность среза. Прочность среза – это величина сопротивления материала срезу. Оно (сопротивление) определяется из уравнения

$$\tau = P/F, \text{ Па,}$$

где τ – сопротивление срезу, Па; P – сила резания, Н; F – площадь сечения разрезаемого материала, м^2 .

$$\tau = B \cdot C_1/S \text{ или } \tau = C_2 \cdot H,$$

где B – абсолютное сопротивление продавливанию, Н; S – толщина материала, м; H – твердость материала, Па; C_1 и C_2 – эмпирические коэффициенты.

Значения эмпирических коэффициентов, используемых при расчетах, зависят от вида и состояния разрезаемого материала и примерно равны:

$C_1 = 15\text{--}30 \text{ 1/м}$ и $C_2 = 1,0\text{--}1,5$. При резании пачки листов по принципу ножниц сопротивление срезу будет изменяться соответственно числу одновременно разрезаемых листов. Известное сопротивление для одного листа не может быть автоматически применено для определения усилия резания при одновременной резке нескольких листов (пачки).

При оптимизации геометрии ножей и оценке характера резания учитывают следующие углы режущей части ножа (рис. 4.4): α – передний угол; β – угол заточки (угол α на рис. 4.3); γ – угол резания; δ – угол наклона между ножами, при резании по принципу ножниц, или угол наклона между ножом и горизонталью.

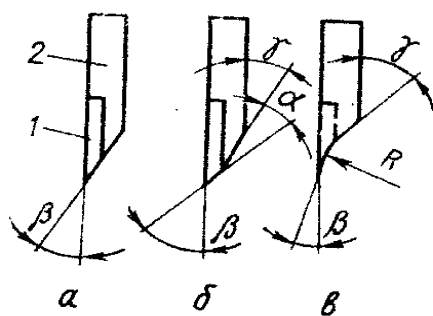


Рис. 4.4. Конструкции режущего ножа и способы его заточки:

- 1 – режущая часть ножа из легированной стали; 2 – балка крепления ножа, изготовленная из обычной конструкционной стали; *a* – обычная фаска; *б* – двойная фаска; *в* – радиусная заточка, выполненная на шлифовальном станке (радиусом R); α, β, γ – углы режущей части ножа

При резании бумаги и картона прямое лезвие бумагорезательной машины может совершать либо вертикально-параллельное, либо сложное (сабельное) движение. Первый вид движения характеризуется тем, что режущий нож перемещается строго вертикально сверху вниз. При соприкосновении лезвия ножа с материалом происходит удар, в результате которого материал прогибается, а усилие резания в начале и конце процесса будет максимальным. Указанные причины объясняют редкое применение этого вида движения ножа в современных бумагорезательных машинах. Его применяют при фасонной кромке резания бумаги и картона в виде отдельных листов или для особо упругих или твердых материалов.

При сложном (сабельном) движении нож в начале процесса занимает наклонное положение по отношению к горизонтальной плоскости основания (угол δ). Затем при движении вниз нож, врезаясь в материал, постепенно уменьшает угол наклона и только в конце хода занимает горизонтальное положение. Угол наклона ножа в начале процесса составляет примерно 10-20°.

Преимуществами такого движения ножа являются плавное врезание в материал, меньшее усилие резания, более точный и чистый рез. Сабельное движение ножа повсеместно применяют при резке стоп бумаги во всех современных конструкциях бумагорезательных машин. Для предохранения стопы бумаги от изгиба и смещения в момент такого резания используют прижимную балку. Сила давления прижимной балки зависит от величины усилия резания, высоты стопы, её плотности и требований к качеству реза.

Резание круглым лезвием (рис. 4.1б)

Данное резание осуществляют вращающимся клинообразно заточенным дисковым ножом на специальном подкладочном валу (рис. 4.5).

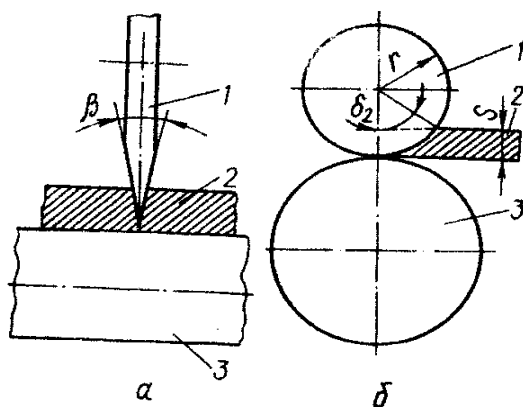


Рис. 4.5. Ножевое резание круглым лезвием:

a – схема резания; *б* – соотношения параметров резания при ножевой резке дисковым ножом; 1 – нож; 2 – разрезаемый материал; 3 – вращающийся подкладочный вал; β – угол заточки; δ_2 – боковой угол; S – толщина материала; r – радиус ножевого диска

Дисковый нож приводится во вращение от нижнего подкладочного вала за счет трения между ножом и движущимся разрезаемым полотном. Радиус дискового ножа зависит от толщины разрезаемого материала и угла заточки ножа. Этот угол (β) обычно не превышает 15° . Такое резание используют в основном для однослойного материала, а также в некоторых типах продольно-резательных станков.

Кромки ножей могут быть с зубчиками, что делает их более острыми. Ножи с зубчиками применяют, в основном, для печатных машин с верхней печатью и для прорезей изнутри ящика.

Резание по принципу ножниц прямыми лезвиями (рис. 4.1в)

Данный вид резания осуществляется двумя прямыми плоскими лезвиями, движущимися навстречу друг другу (ножницы), или путем взаимодействия подвижного и неподвижного ножа. Разновидности резания по принципу ножниц представлены на рис. 4.6.

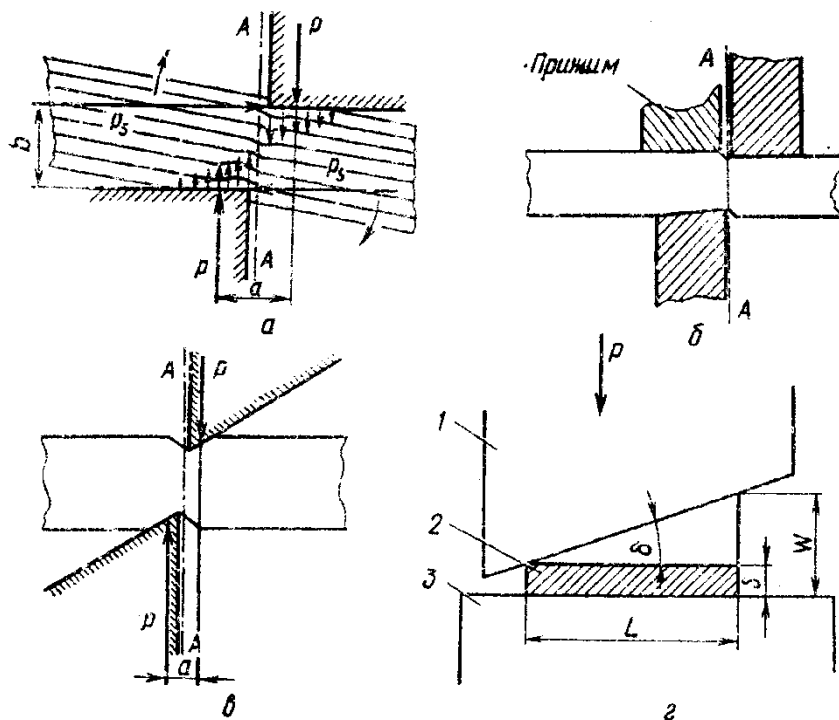


Рис. 4.6. Процессы резания по принципу ножниц:

- a* – при резке по принципу ножниц; *б* – по принципу ножниц с применением прижима;
- в* – по принципу ножниц со скошенными гранями лезвиями;
- г* – установка ножа под углом; 1 – верхний нож; 2 – разрезаемый материал;
- 3 – нижний нож

Разрезаемый плоский материал под воздействием ножей подвергается смятию. Чем глубже внедрение ножей, тем больше будет площадь контакта

между лезвиями и материалом. Это вызывает отклонение усилия резания от плоскости между воздействующими лезвиями, и, как следствие, появление вращающего момента, который ведет к тенденции поворота (опрокидывания) материала по отношению к оси резания. В результате возникает сила P_s , отталкивающая нож (рис. 4.6а).

Опрокидывание может быть уменьшено применением специальной прижимной или прессовой балки (рис. 4.6б). Другой путь борьбы с опрокидыванием – уменьшение угла заточки лезвия ножей β (рис. 4.6в). При этом уменьшается площадь контакта между ножами и материалом, в результате чего усилия резания от ножей сдвигаются ближе к плоскости между воздействующими лезвиями.

Если резание производится одновременно на всю ширину разрезаемого материала, то понадобится наибольшее усилие резания (P), которое вычисляется по формуле

$$P = L \cdot S \cdot \tau, \text{ Н.}$$

Совершаемая при этом работа

$$A = P \cdot S, \text{ Дж,}$$

где S – толщина разрезаемого материала, м; L – длина разрезаемого материала, м; τ – величина прочности среза, Па.

Так как количество работы, совершаемой при любом виде резания, остается неизменным, то путем увеличения длины пути резания, можно уменьшить необходимое усилие резания. Удлинить путь можно за счет установки ножей под углом (δ) к плоскости материала (рис. 4.6г). Тогда работа резания

$$A = P_p(L \cdot \text{tg } \delta + S),$$

где δ – угол наклона между ножами.

Приравняв выражения работы в последних двух формулах, найдем уравнение для соответствующей силы резания

$$P_p = L \cdot S^2 \cdot \tau / (L \text{ tg } \delta + S).$$

Когда $L \gg S$, можно в знаменателе пренебречь величиной (S), и уравнение примет вид

$$P_p = S^2 \cdot \tau / \text{tg } \delta.$$

Для практических расчетов этого уравнения обычно достаточно. Угол наклона ножа (δ) нельзя выбирать произвольно, так как с ростом угла будет возрастать боковая сила, сдвигающая материал. Обычно его значение выбирают в пределах 10–20°.

Резание по принципу ножниц круглыми лезвиями (рис. 4.1г)

Вращательное движение круглых ножей обеспечивает одновременное разрезание и перемещение разрезаемого материала (рис. 4.7а). Для этого вида резания используют дисковые и чашечные (тарельчатые) ножи или тарельчатые ножи в комбинации с дисковыми ножами.

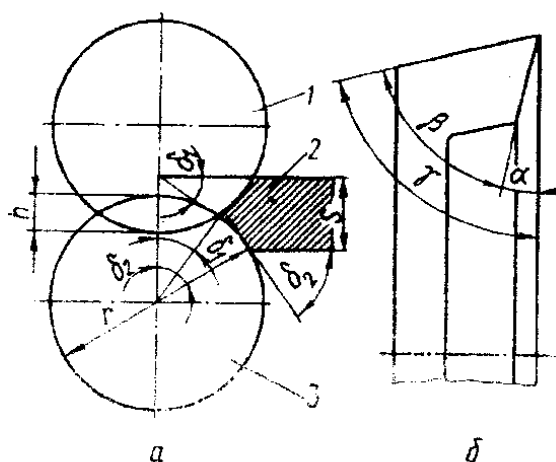


Рис. 4.7. Резание круглыми ножами по принципу ножниц:
 а – условия резания по принципу ножниц круглыми ножами: 1 – верхний нож;
 2 – разрезаемый материал; 3 – нижний нож; б – углы круглого тарельчатого ножа:
 α – передний угол; β – угол заточки; γ – угол резания

В связи с тем, что происходит непрерывная подача материала, сила трения между ножами и материалом будет больше, чем при резании плоскими лезвиями. С увеличением силы трения лучшему протаскиванию полотна через ножевые диски способствует установка дополнительных транспортирующих валов. Угол наклона между режущими кромками ножей δ должен предотвращать возможность бокового смещения полотна и обеспечивать надежный захват его. Большое значение в процессе резания имеет размер перекрытия ножей h . Регулируя этот размер, можно создать наиболее благоприятные условия резания.

Рабочие углы лезвий тарельчатых ножей (рис. 4.7б) выбирают с учётом свойств разрезаемого материала и прочностных свойств лезвий. В зависимости от стойкости стали угол резания (γ) стараются принимать возможно большим (близким к 85°). Для уменьшения силы трения передний угол (α) лучше поддерживать около 5°. При переднем угле свыше 5° возникает повышенный износ лезвий или выкрашивание их кромки.

Постоянное внимание следует уделять своевременной заточке ножей, так как кроме вращательного движения, ножи могут также соударяться боковыми

поверхностями и затупляться раньше срока. Вращающиеся круглые ножи, работающие по принципу ножниц, находят широкое применение в машинах для резания бумаги и картона на продольно-резательных станках (ПРС).

Устройства для резания бумаги и картона на рулоны и листы

Готовые бумага и картон на накате БДМ или после суперкаландра наматываются на специальный тамбурный вал. Диаметр тамбура с намотанным полотном составляет обычно 2–2,5 м, а ширина соответствует рабочей ширине машины и может на современных машинах достигать 10 м. Для использования потребителями бумаги и картона их необходимо разрезать на продольные полосы требуемой ширины (формата) и перемотать в рулоны нужного диаметра. Эти операции осуществляют на продольно-резательных станках. Работают ПРС циклически, их скорость должна в 2–3 раза превышать скорость машины и достигает 2000–2500 м/мин, что обеспечивает разрезание всей бумаги или картона, вырабатываемой на БДМ (КДМ).

При выполнении продольной резки необходимо обеспечить такие качества рулонов, чтобы у них при размотке и в дальнейшей переработке не происходили обрывы, перекосы и образование складок полотна бумаги или картона. Рулон должен без повреждений выдерживать транспортировку и хранение. Большое значение имеет распределение напряжений по глубине рулона. Поверхностные слои рулона должны быть менее твердыми, чем внутренние, чтобы иметь возможность упруго восстанавливать его форму после возможных небольших деформаций. Иными словами, радиальное давление между слоями внутри рулона должно уменьшаться в направлении от центра (гильзы) к поверхности. Этого достигают путем постепенного уменьшения усилия нагрузки от специального прижимного валика, действующей на рулон при наматывании его.

Традиционной конструкцией является ПРС с несущими валами, на которых и формируется рулон. В процессе намотки величина радиального напряжения и плотность намотки возрастают из-за непрерывно увеличивающейся массы наматываемого рулона. Кроме того, на напряжения в рулоне при намотке на ПРС с несущими валами оказывают влияние натяжение полотна, уменьшающаяся нагрузка от прижимного вала и разница крутящих моментов на несущих валах.

ПРС с несущими валами подразделяют на станки с верхней и нижней заправкой полотна наматываемого в рулон. На современных станках с нижней заправкой (рис. 4.8) полотно с разматываемого тамбура 1 через бумаговедущие валики правильного устройства 2 проходит через стационарно установленный механизм резки 3 и наматывается на гильзу в рулон 5 на несущих валах 4. При этом уменьшаются шансы нахлеста кромок полотна друг на друга по сравнению с ПРС с верхней заправкой и облегчается разделение рулонов. Такие конструкции ПРС имеют выносное резательное устройство, куда полотно бумаги входит горизонтально или вертикально.

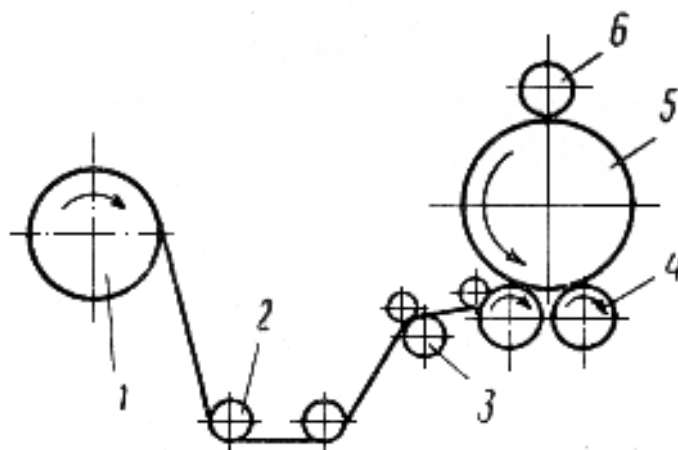


Рис. 4.8. Продольно–резательный станок с нижней заправкой:
 1 – тамбур; 2 – правильное устройство; 3 – механизм резки;
 4 – несущие валы; 5 – рулон; 6 – прижимной вал

Резка бумаги на ПРС производится по принципу ножниц парой круглых ножей. При этом в каждой паре оба ножа тарельчатые или один нож тарельчатой (чашечной) конструкции, а другой – дисковый. Тарельчатые ножи обычно монтируются на валу, который приводится во вращение от привода. Дисковые ножи монтируют на рычагах, укрепленных на балке, расположенной поперек станка. Они прижимаются к тарельчатым ножам пружинами и приводятся во вращение за счет трения между ножами.

Форматы рулонов устанавливают поперечным перемещением тарельчатых и дисковых ножей. Современные ПРС оборудуются устройствами автоматического перемещения ножей для экономии времени простоя. Скорость вращения ножей должна быть приблизительно на 10÷20 % больше скорости движения бумаги. Это способствует заметному уменьшению обрывности полотна и улучшению качества реза.

Скорость намотки полотна ПРС определяется двумя факторами: производительностью БДМ и критической скоростью, зависящей от прочности полотна на разрыв. Как правило, каждую БДМ обслуживает один ПРС. Поэтому минимальная скорость движения полотна в нем должна быть не менее

$$V_{\min} = k \cdot V_{\text{ПР}} / (1 - (V_{\text{ПР}} \cdot t_{\text{ВСП}} / s)), \text{ м/мин,}$$

где $k = 1,15$ – коэффициент запаса скорости; $V_{\text{ПР}}$ – скорость БДМ по приводе, м/мин; $t_{\text{ВСП}} = 15 \div 20$ мин – длительность вспомогательных операций (установка и съём рулонов, заправка и склейка при обрывах и т.д.); s – длина полотна в намотанном рулоне, м.

При вращении рулона в его наружном витке от действия центробежных сил возникают растягивающие напряжения, которые при достижении некоторой (критической) скорости могут превысить допустимое напряжение материала на разрыв. Приняв за характеристику прочности материала его разрывную длину (L) в машинном направлении, можно определить эту критическую скорость

$$V_{\text{кр}} = (g \cdot L)^{1/2}, \text{ м/с.}$$

В практических расчетах обычно принимают величину напряжения в картоне, не превышающую 20 % предела его прочности. Тогда допускаемая скорость наматывания:

$$V_{\text{доп}} = (0,2 \cdot g \cdot L)^{1/2}, \text{ м/с.}$$

Для надежной работы ПРС необходимо, чтобы расчетная минимальная скорость его не превышала допустимой скорости, т.е. должно быть

$$V_{\text{min}} < V_{\text{доп}}.$$

Поперечное разрезание бумаги и картона на листы определенного формата производят на ротационных саморезках. На саморезку можно устанавливать несколько рулонов одновременно. Бумажные полотна с разматываемых рулонов бумаговедущими валиками подаются в механизм поперечной резки, работающий по принципу ножниц.

Обычно механизм поперечной резки состоит из опорного ножа, устанавливаемого неподвижно, и вращающегося барабана, на котором укрепляется под определенным углом второй нож. Этими ножами и производят процесс поперечной резки по принципу ножниц.

Ротационные саморезки бывают одно- и двухформатные. Двухформатные (двухрусные) саморезки позволяют одновременно резать бумагу с двумя различными длинами отруба. Это обеспечивает оптимальное использование ширины полотна. Нарезанные листы транспортерами подаются на листоукладчик. Для поперечной резки используют также устройства, изображенные на рис. 5.6.

Резание рубкой

Этот особый вид разделения осуществляется путем ударного воздействия ножа. Такой вид резания чаще всего применяется при изготовлении мягкой упаковки из бумаги (бумажных мешков, пакетов, кульков и т.п.). Процесс рубки полотна бумаги происходит между зубчатым и гладким ножами, смещенными друг относительно друга на небольшое расстояние. В результате получается волнистый или зубчатый обрез полотна.

4.1.2. Высечка

Высечкой (в терминах холодной штамповки – просечкой) называют разделение полотна или листовых заготовок по замкнутому наружному или внутреннему контуру. Главное отличие высекания от простого прямолинейного резания заключается в том, что при высекании мы получаем ломаные или криволинейные замкнутые контуры резания - закрой. Высекание предназначено

для придания полотну или листовым заготовкам сложной конфигурации (выкройки) в соответствии с конструкцией будущих изделий.

Процесс высечки можно представить в виде трех последовательных стадий деформации: упругой, пластической и разрушающей. Необходимое для высечки усилие (P) зависит от периметра развертки изделия (Π), ее толщины (S), механических свойств материала (τ) и усилия прижима (Q). Учитывая побочные явления при высечке, такие как неравномерность толщины материала и постепенное, в процессе работы, затупление режущих кромок инструмента, требуемое усилие высечки принимают больше расчетного, с величиной поправочного коэффициента, равной $1,3 \div 2,0$. Таким образом

$$P = (1,3 \div 2,0)(\Pi \cdot S \cdot \tau + Q).$$

При определении величины работы высекания обычно учитывают не полную толщину материала (S), так как при определенной глубине внедрения инструмента в материал, как мы знаем, происходит самопроизвольное опережающее разрушение его. Это факт учитывается коэффициентом (фактором) среза

$b = 0,75$. Работа (A), необходимая для высекания, может вычисляться по формуле

$$A = b \cdot P \cdot S, \text{ Дж.}$$

Средняя скорость резания (v) определяется исходя из высоты подъема штампа (h) и числа его ходов в единицу времени (n):

$$v = 2 \cdot h \cdot n, \text{ м/мин.}$$

Фактическую скорость резания при высечке принимают в пределах $1,2 - 4,0$ м/мин в зависимости от твердости материала (чем выше твердость – тем меньше скорость).

Рабочая мощность высекальной машины определяется по формуле

$$N = b \cdot P \cdot v / (60 \cdot \eta), \text{ Вт,}$$

где η - коэффициент полезного действия установки ($\eta = 0,6 \div 0,8$).

Рабочий процесс высекания может быть периодическим, если высекание производится путем прямолинейного (рис. 4.9а) или поворотного (рис. 4.9б) движения, и непрерывным (рис. 4.9в), если высекание производится путем вращательного движения (ротационная высечка). Периодический процесс более распространен, так как подготовка и изготовление рабочего инструмента для такого процесса проще и экономичнее. Ротационная высечка, несмотря на

высокую производительность, менее распространена из-за сложности изготовления и эксплуатации рабочего инструмента.

Высекальный инструмент представляет собой набор стальных плоских ножей. Ножи представляют собой узкие гибкие полосы толщиной от 0,4 до 2,0 мм и длиной до 1 м. Их часто называют режущими линейками. Стандартной считается ширина полос от 22,8 до 24,1 мм. После гибки концы полос (линейки) ножей свариваются, обтачиваются и шлифуются. Готовый нож закрепляется в колодке из многослойной фанеры, в которой заранее пропиливается соответствующий фигурный паз по форме ножа. Ножи вмонтированы в пазы толстого листа фанеры, а вокруг них укреплены резиновые обкладки.

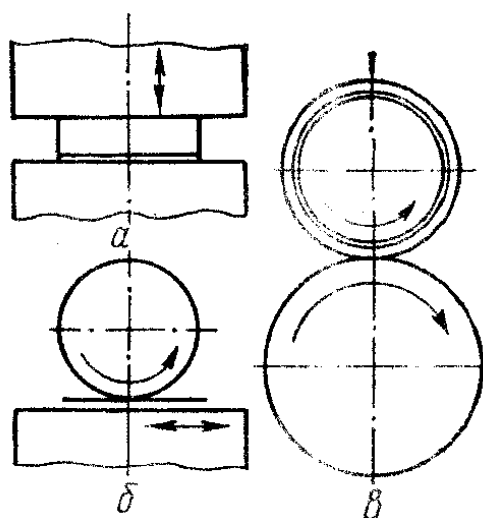


Рис. 4.9. Принцип рабочих процессов при высекании:
a – периодическое высекание посредством линейного движения; *б* – посредством поворотного движения; *в* – вращательное (ротационное) высекание

Фанерный лист с ножами вставляется в специальную раму на стальной высекальной плите (рис. 4.10).

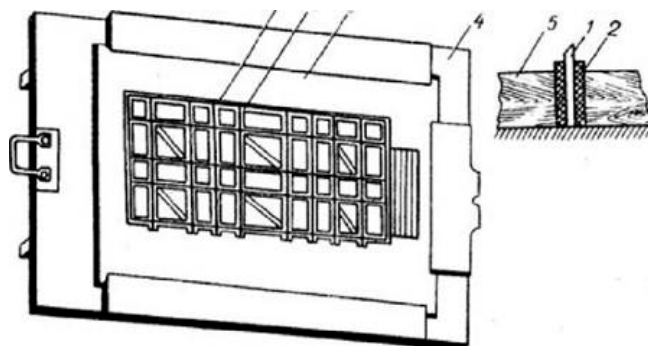


Рис. 4.10. Устройство высекального инструмента:
 1 – ножи; 2 – резиновые обкладки; 3 – высекальная плита;
 4 – рама закрепления высекальной плиты; 5 – фанера

Высекальный нож на фанерной колодке крепится к верхней плите прессы, а листовые заготовки материала укладываются на его нижней плите (рис. 4.11а).

При высечке заготовки изделия по наружному периметру ножи устанавливают фаской наружу, в сторону обрезков. При высечке внутренних контуров заготовки ножи размещают фаской внутрь, в сторону удаляемой части материала. Ножи с односторонней заточкой предпочтительны для высечки заготовок с очень сложным контуром. Более высокие эксплуатационные характеристики отличают ножи с двусторонней заточкой (с двойной прямолинейной фаской).

Для высечки из материалов толщиной до 2 мм следует отдавать предпочтение ножам с односторонней прямолинейной фаской. Однако при высечке из более толстых материалов могут возникать проблемы с отделением высеченного материала от такого ножа. В этом случае преимущество имеют ножи с двойной прямолинейной фаской. Понятно, что каждый более совершенный профиль заточки ножей сложнее выполнить технически, поэтому он становится и более дорогим. Выбор соответствующего профиля заточки ножей следует подтверждать экономическими расчетами.

На приемном столе листы с несколькими закройками с помощью специальных устройств могут разделяться на отдельные заготовки.

По способу выполнения рабочего процесса различают: высекание по принципу ножа и высекание по принципу ножниц. В первом случае инструмент работает против подкладки, во втором – работают одновременно верхний и нижний инструменты.

Высекание по принципу ножевого резания

При таком способе высекания инструмент проще в изготовлении, надежнее в работе и экономичнее при эксплуатации, чем инструменты, работающие по принципу ножниц. Высекание по принципу ножевого резания описывается теми же закономерностями, что и при обычном резании. Сабельный принцип резания (см. п. 4.1.1) при высекании не используется.

На величину силы резания, возникающей при параллельном вертикальном резании, влияют форма и размеры высекаемых кромок, а также число листов, расположенных друг над другом. От этих факторов зависит сила трения, которую нужно преодолеть при резании.

Принцип ножевой резки с движущимся возвратно-поступательно фигурным ножом (рис. 4.11а) используется в тигельных и штанговых прессах тяжелого типа.

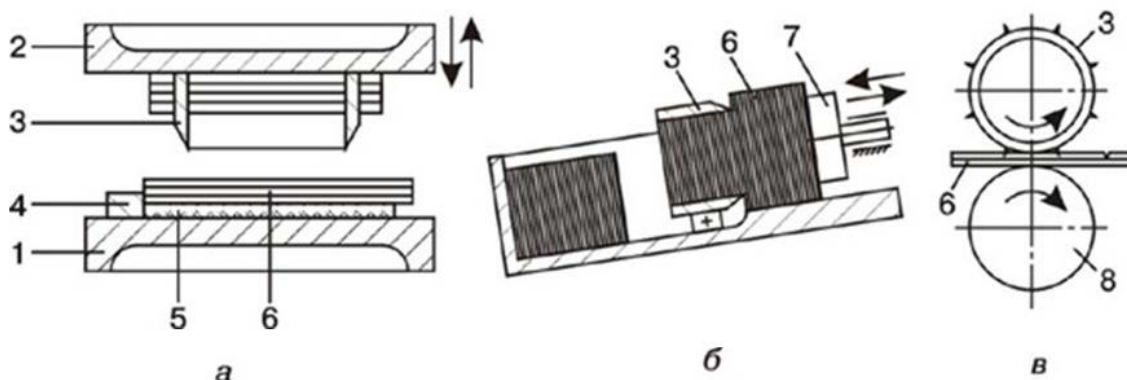


Рис. 4.11. Схемы устройств высечки по принципу ножевого резания:
а – ножевой резки; *б* – неподвижным ножом; *в* – ротационной;
 1 – неподвижная плита; 2 – подвижная плита; 3 – фигурный нож; 4 – упор;
 5 – марзан; 6 – листовой материал; 7 – толкатель; 8 – опорный вал

Высекальные прессы тяжелого типа позволяют обрабатывать листовый материал большого формата, различной толщины и жесткости. Они универсальны, но скорость их работы невелика, поэтому их применяют преимущественно в производстве крупноформатной тары.

Процесс высекания закроя осуществляют с помощью высекального инструмента на специальной подкладке. В качестве подкладки применяют высекальные торцевые доски из твердых пород древесины (кубики ясеня, белого или красного бука), плиты из мягкого металла (свинец, медь, гарт или латунь), а также плиты из синтетических материалов. По мере износа торцевой доски ее поверхность можно восстанавливать строганием. После восстановления необходимо проверить параллельность верхней и нижней поверхностей.

Принцип высечки неподвижным фигурным ножом (рис. 4.11*б*) используется в малогабаритных и простых по конструкции прессах-полуавтоматах. Сам принцип продавливания стопы заготовок через сквозной нож не позволяет делать ножи особо сложной конфигурации. Поэтому он используется преимущественно в массовом производстве этикеток, календариков и тому подобной продукции.

Ротационный принцип высечки (рис. 4.11*в*) предполагает использование фигурного ножа, расположенного на цилиндрической поверхности, и цилиндрической твердой поверхности – марзана. Этот способ требует очень высокой точности изготовления исполнительных элементов. Поэтому ножи делаются из высококачественной калиброванной стали с применением лазерного гравирования на специальном прецизионном оборудовании.

Высекание по принципу ножниц

Режущий инструмент для такой высечки обычно состоит из штампа (пуансона) и режущей плиты (матрицы). Конструкции штампов бывают ненаправляемые (свободное резание) для высечки круглых и простых геометрических контуров закроя (рис. 4.12), и направляемые посредством каких-либо приспособлений и устройств, гарантирующих высокую точность высечки.

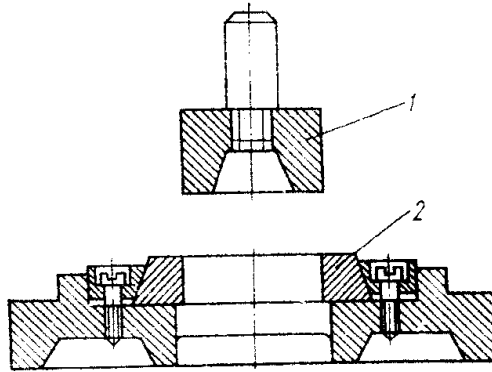


Рис. 4.12. Инструмент свободного высекания по принципу ножниц:
1 – штамп; 2 – матрица

По способу выполнения рабочих операций высекание разделяют на:

- простое резание, когда за один ход машины одновременно осуществляется только один высекальный процесс;
- последовательное резание, при котором происходят две или более высекальные операции последовательно друг за другом. После каждого хода машины полотно материала протаскивается и подвергается следующей высечке. Обычно на транспортируемом полотне вначале просекаются пазы (отверстия), а затем уже наружный контур;
- комплексное резание, при котором производится одновременная высечка наружных и внутренних контуров закроя.

4.1.3. Пиление

Пиление как способ обработки материала разделением применяется реже других. Его используют, например, при резании многослойного гофрированного картона для изготовления амортизаторов, ячеистого картона, заготовок гильз для намотки бумаги и картона, туалетной бумаги на рулончики и т.п.

Для пиления в качестве инструмента применяют дисковые или ленточные пилы. Качество резания зависит от шага зубьев пилы, их размеров и остроты, а также от скорости подачи пилы или материала. Обязательно следует предусматривать устройство для непрерывного удаления картонно-бумажных опилок и пыли из зоны пиления.

4.2. Способы формования изделий из бумаги и картона

Под формованием изделий из бумаги и картона подразумевают механические способы подготовки, обработки и соединения элементов готовых изделий из этих материалов. К ним относят: подготовительные, первичные и вторичные способы формования, а также способы соединения частей изделий из бумаги и картона.

4.2.1. Подготовительные способы формования

Эта группа способов формования в целом служат для подготовки будущих мест сгиба, разделения или соединения изделий и широко распространены при переработке бумаги и картона в тару. Они оказывают существенное влияние на качество результатов последующих способов подготовки.

Подготовка мест сгиба включает рицовку (надрезание), шлицевание, перфорирование, рилевание. Подготовка мест разделения включает перфорирование. Подготовка мест соединения включает скашивание и перфорирование.

Рицовка (надрезание)

Как уже отмечалось, это способ подготовки будущих мест сгиба изделия. Он используется только для картона. При рицовке материал надрезают с одной стороны таким образом, чтобы при складывании листа получался четкий и точно выраженный сгиб, но при этом картон не терял достаточную прочность. Материал надрезают в месте будущего сгиба на 50÷60 % его толщины. Размер припуска закроя для одного сгиба составляет одну четверть толщины картона.

Рицовка может производиться плоским или круглым (ротационная рицовка) режущим инструментом. Лезвие дискового ножа ротационной рицовки режет картон по прямой линии, причем глубина надреза зависит от расстояния между дисковым ножом и нижним («чертильным») валиком, которое регулируется с помощью специального установочного винта.

Шлицевание

Этот способ подготовки мест сгибов заключается в том, что на месте будущего сгиба картона снимается узкий слой материала (формируется паз) и тем самым снижается требуемое усилие для сгиба в этом месте. Применяется такой способ, как и рицовка, достаточно редко и, в основном, для толстых картонов, так как в местах шлицев заметно снижается прочность материала.

Для шлицевания применяют два способа: треугольное и прямоугольное. При треугольном способе шлицевание производится двумя дисковыми ножами, установленными под углом 90° друг к другу. При прямоугольном шлицевании паз вырезается с помощью двух параллельно установленных дисковых ножей и расположенного между ними плоского ножа – стружкоснимателя.

Перфорирование

Этот способ подготовки мест сгиба или разделения путем высекания цепочки отверстий или шлицев, расположенных в один ряд. Перфорацию в виде щелеобразных отверстий производят с целью уменьшения утолщений в местах сгиба и облегчения выхода воздуха из замкнутых полостей в процессах фальцовки (сгиба).

Перфорация мелкими круглыми или щелеобразными отверстиями делается для удобства процесса разделения у некоторых видов изделий (календари, ежедневники, марки). Перфорация сравнительно крупными (от 4 до 8 мм) круглыми,

овальными или прямоугольными отверстиями необходима при скреплении блоков листов спиралью или гребенками.

Перфорация осуществляется на аппаратах периодического и непрерывного действия типа высекальных устройств с помощью специальных перфорирующих ножей.

Рилевание

Рилевание служит для подготовки мест сгиба бумаги и картона и заключается в продавливании на бумаге или картоне канавки определенного профиля, облегчающей будущее сгибание при складывании листа материала по определенным прямым линиям без разрушения его целостности.

Наряду с термином «рилёвка» используют и термин «биговка». В литературе эти термины не имеют строгого разграничения. Однако при формовании тонких материалов чаще используют термин «биговка», а при обработке толстых материалов (в том числе гофрированного картона) – термин «рилевка». Кроме того, термин «биговка» имеет более широкий смысл, так как может одновременно включать и некоторые первичные способы формования (п. 4.2.2). В настоящем пособии оба термина используются как синонимы.

Биговка (рилевка) представляет собой процесс местной вытяжки материала и осуществляется обычно по классической схеме, представленной на рис. 4.13. Материал заготовки 1 эластичными пружинящими прижимами 3 плотно фиксируется на жестком основании 5 и обтягивает поверхность биговальной матрицы 4 по линии ABCDEF. После этого специальным пуансоном 2, называемым биговальным (рилевочным) ножом или биговальной линейкой, осуществляется местная вытяжка материала в зоне биговального канала. В процессе бигования напряженно-деформированное состояние материала заготовки 1 изменяется от сочетания одноосного сжатия и растяжения в зоне прижима до двухосного растяжения. В результате возникает деформация материала в области перехода от плоской части заготовки к формируемой канавке и по оси вытяжки в вершине канавки.

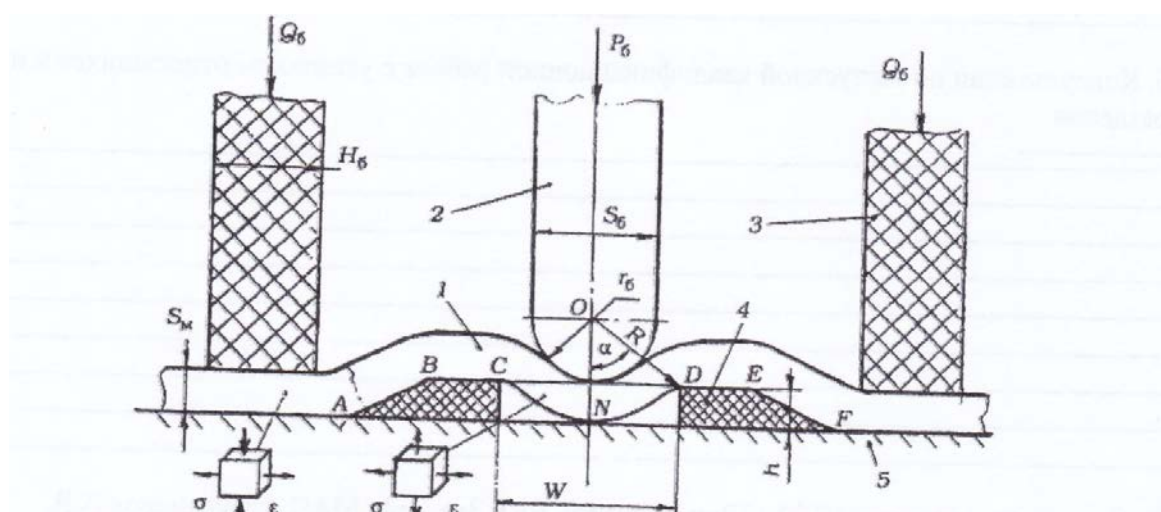


Рис. 4.13. Схема процесса рилевки:

1 – заготовка; 2 – пуансон (рилевочный нож); 3 – прижимы; 4 – биговальная матрица (эластичный прижим); 5 – жесткое основание

В процессе рилевания на верхней поверхности заготовки из картона образуется углубление (биг), а на обратной стороне – выпуклость. Выпуклость при образовании и сгибе вызывает растяжение нижних слоёв материала, который должен обладать соответствующей прочностью на разрыв. Со стороны канавки слои картона наоборот сжимаются, вызывая возможное местное расслаивание его. Расслаивание при складывании заготовки может приводить к образованию по линии сгиба валика (утолщения), который ведет себя подобно шарниру. Важно, чтобы образовавшееся утолщение не разрывалось и не деформировалось, поэтому слои обрабатываемого материала должны обладать повышенной прочностью.

Необходимое усилие при рилевании (P_{δ}) можно определить по формуле

$$P_{\delta} = L \cdot S_m \cdot \sigma \cdot k,$$

где L – длина рилевочной канавки; S_m – толщина материала; σ – предел прочности материала; k – коэффициент, зависящий от глубины и профиля рилевочной канавки.

Усилие прижима при рилевании (Q_{δ}) должно равномерно распределяться вдоль биговального ножа:

$$Q_{\delta} = q \cdot L \cdot H_{\delta},$$

где q – удельное давление прижима; L – длина рилевочной канавки; H_{δ} – толщина пружинящего эластичного прижима.

Соотношение между усилиями прижима и рилевания должно удовлетворять условию

$$\frac{Q_{\delta}}{f_1} \geq \frac{P_{\delta}}{f_2},$$

где f_1 и f_2 – коэффициенты трения между материалом и прижимом, и между материалом и матрицей.

Необходимо учитывать, что для каждого материала существует предельное значение вытяжки, при превышении которого происходит его самопроизвольное и опасное для сгиба расслоение. Предельное напряжение от вытяжки зависит от условий его проведения: температуры, влажности, скорости деформирования, конструктивных особенностей технологического оснащения и т.п.

Рилевочные инструменты наносят линии сгиба ножами с тупой кромкой. Канавки линий сгиба выполняют как непрерывно работающим инструментом, так и периодически.

К периодическому способу относят рилевку тупым ножом (рабочей линейкой) против подкладки с пазом (рис. 4.14б) или без него (рис. 4.14а), а также рабочей линейкой против матрицы (рис. 4.14в).

К непрерывному способу относят рилевку вращающимся роликом на вращающемся валу без паза (рис. 4.15а), с пазом (рис. 4.15б), с помощью многоканавочного рилевочного аппарата (рис. 4.15в) или двумя косоустановленными тупыми дисками против муфты (рис. 4.15г).

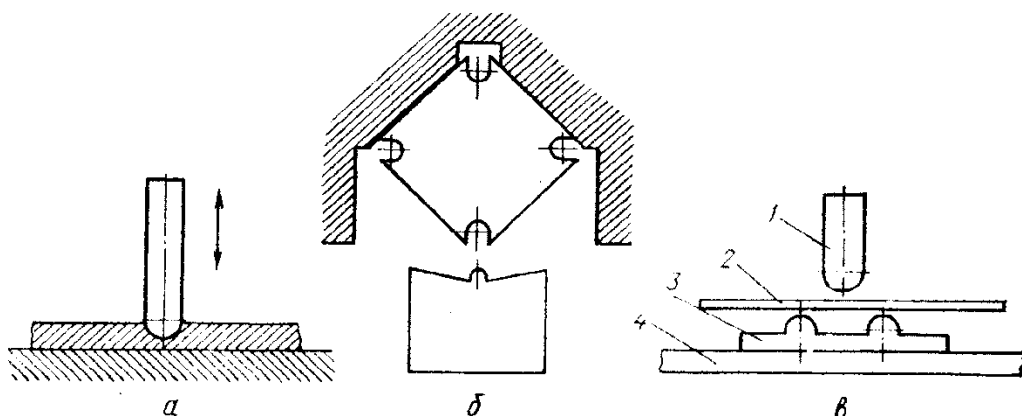


Рис. 4.14. Периодические способы рилевки:

а – рилевка ножом против плоской подкладки; *б* – рилевка ножом против паза; *в* – рилевка рабочей линейкой против матрицы: 1 – рабочая линейка; 2 – материал; 3 – матрица; 4 – подкладка

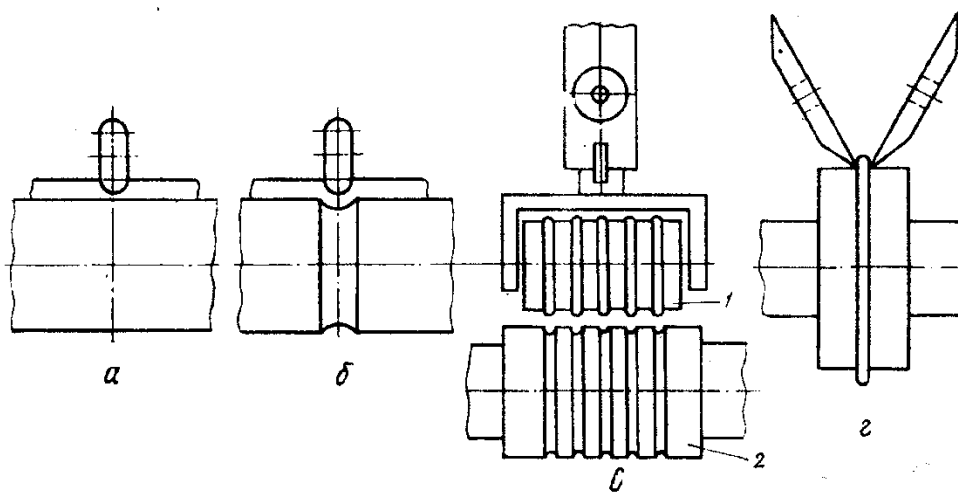


Рис. 4.15. Непрерывные способы рилевки:

а – рилевка вращающимся роликом на вращающемся подкладочном валу без паза; *б* – рилевка роликом на вращающемся валу с пазом; *в* – многоканавочный рилевочный аппарат: 1 – верхний рилевочный ролик; 2 – рилевочная муфта на валу; *г* – рилевка двумя косоустановленными тупыми дисками против муфты

Размеры рилевочных канавок (ширина и глубина) выбирают в зависимости от типа используемого картона, его прочностных характеристик и требований к качеству сгиба.

Штанцевание

Термин «штанцевание», или «высечка» определяется в различных отраслях промышленности по-разному. В машиностроении, например, под штанцеванием (высечкой или штампованием) в широком смысле подразумевают формообразование с помощью штампующего оборудования.

В отличие от высечки, штанцевание, как правило, является комбинированной операцией, которая совмещает два или более технологических процессов. Процесс штанцевания включает комплекс технологических операций, обеспечивающих необходимые геометрические размеры и конструктивные особенности изготавливаемых коробок и ящиков. В процессе штанцевания может производиться высечка контура развертки коробки, рилевка линий сгибов на развертке, по которым впоследствии будет производиться фальцовка (складывание) из плоской развертки объемной коробки или ящика. Если предусмотрено конструкцией, то в процессе штанцевания в соответствующих местах развертки коробки могут быть выполнены перфорация, надрезание, рיצовка или тиснение (п. 4.2.2). Завершается штанцевание операциями отделения обрезков-отходов (облоя) и разделением индивидуальных заготовок разверток коробок или ящиков.

По способу совмещения различают три группы комбинированных технологических операций: совмещенные, последовательные и совмещенно-последовательные. В совмещенных операциях за один ход пресса и за одну установку заготовки в штампе одновременно выполняется несколько различных операций. В последовательных – несколько различных операций осуществляются последовательно отдельными пуансонами за несколько ходов пресса при перемещении заготовки между ними. Совмещенно-последовательные операции сочетают в себе обе предыдущие группы.

Выполняют штанцевание на штанцевальных машинах. Различают два основных типа штанцевальных машин: плоскоштамповочные и роторные. Рабочим инструментом являются комбинированные штамповочные формы, конструкция которых предусматривает необходимую оснастку для выполнения соответствующих операций (подробнее в разд. 7). Все операции выполняются одновременно, как правило, на нескольких деталях за один рабочий ход штамповочной формы. При этом различные операции оказывают взаимное влияние друг на друга, а конструктивные особенности комбинированных штамповочных форм определяют технологические возможности изготовления определенного вида коробок, а также технико-экономические показатели.

Скашивание (подрезка)

Скашиванием называют подрезание кромки материала под определенным углом. Оно применяется для подготовки мест соединения (склеивания), например, при изготовлении круглых ёмкостей и гильз из толстого картона.

Скашивание осуществляют резанием плоским или вращающимся ножом, установленным под определённым углом к плоскости материала. Кроме того, при изготовлении гильз для скашивания иногда используют инструменты для шлифования (шлифовальный круг).

4.2.2. Первичные способы формования

Первичными способами формования являются способы создания из бумаги или картона пространственных форм, зачастую после ранее выполненных операций подготовительных способов формования. К ним относят: вытяжку (высадку), тиснение, навивку, биговку и крепирование.

Вытяжка (высадка)

Под вытяжкой понимают формование из плоской картонной заготовки-выкройки объёмного тела. Изделия, полученные этим способом, могут быть круглой, овальной или гранёной формы со скруглёнными углами. Это мелкие коробки, разовые тарелки и другие ёмкости. Данный способ осуществляют воздействием на заготовку специального штампа и матрицы. Картон, используемый для вытяжки, должен обладать способностью к уплотнению, изгибу и надёжному сохранению формы изделия в процессе эксплуатации.

Тиснение

Тиснение – это способ обработки материала путем нанесения на его поверхность рисунка в виде сплошных углублений или штрихов для изменения его фактуры. При этом его поверхность становится рельефной, т. е. из плоского листа формируется объёмное тело. Тиснению подвергают обложки книг, обои, декоративные и другие изделия. В отличие от вытяжки, при тиснении не образуется выраженных изгибов материала, а происходит только процесс отпечатывания (отражения) на нем формы инструмента. Различают плоское и объёмное тиснение, одно- и двухстороннее, непрерывное и периодическое.

Блинтовое (бескрасочное) одностороннее тиснение – наиболее простой вид тиснения, при котором все элементы изображения получают углубленными и лежащими в одной плоскости. На рис. 4.16 представлены различные типы плоского одностороннего тиснения. Это рельефное тиснение плоским штампом (рис. 4.16а), рельефное тиснение ротационным штампом (рис. 4.16б) и тиснение-гренирование (рис. 4.16в).

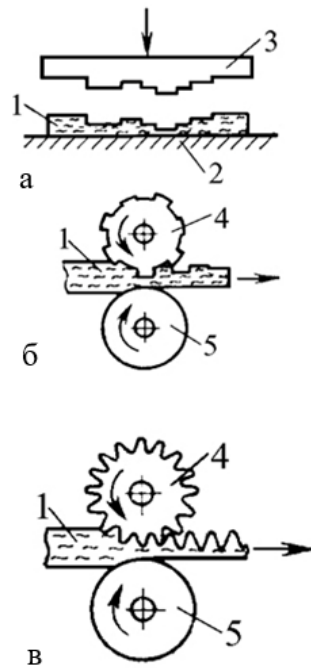


Рис 4.16. Принципы одностороннего рельефного тиснения:
а – рельефное тиснение плоским штампом; *б* – рельефное тиснение ротационным штампом; *в* – гребенчатое тиснение: 1 – материал; 2 – жесткое основание; 3 – плоский штамп; 4 – ротационный штамп; 5 – опорный вал

Конгревное тиснение – это двухстороннее рельефное тиснение с одновременным получением рельефного изображения как на лицевой, так и на обратной стороне материала (рис. 4.17).

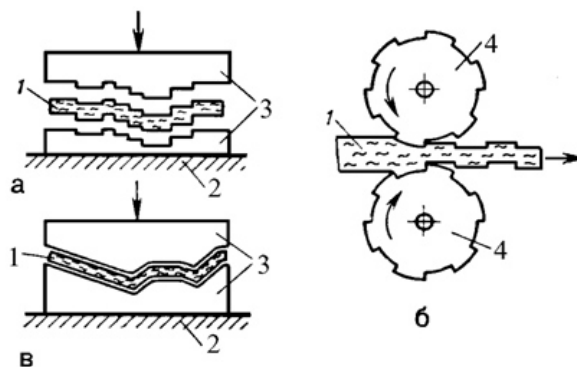


Рис. 4.17. Принцип двухстороннего рельефного (конгревного) тиснения:
а – рельефное тиснение плоским штампом; *б* – рельефное тиснение ротационным штампом; *в* – высокопластичное тиснение: 1 – материал; 2 – жесткое основание; 3 – плоский штамп; 4 – ротационный штамп

В процессе тиснения может меняться и цвет поверхности материала. Для этого одновременно с деформированием материала на те места, где он деформирован, наносится покрытие путем приклеивания пигментированной или металлизированной пленки.

Навивка

В процессе навивки из плоского материала формируется объёмный цилиндр или конус. Это осуществляют путем склейки нескольких слоёв бумаги на специальной вращающейся оправке (дорне). Навивку применяют для изготовления текстильных гильз-трубок, гильз для намотки рулонов бумаги и картона, цилиндрических и конусных ёмкостей, а также для других целей.

В зависимости от расположения бумажного листа относительно оси оправки, различают перпендикулярную и спиральную навивки. При спиральной навивке, в отличие от других видов навивок, возможно получение трубчатых заготовок практически любой длины.

Биговка

Под биговкой в данном случае подразумевают не только формирование канавок на будущих местах сгиба давлением (см. рилевание), но и группу рабочих способов, при которых происходит остроугольное или дугообразное изменение направления линии поперечного сечения листа бумаги или картона. Этот термин включает, например, следующие виды операций:

– **складывание** – это сгибание листа материала в подготовленном или неподготовленном месте сгиба под небольшим давлением (рис. 4.18а);

– **фальцевание** – это сгибание листа материала под острым углом на подготовленном или неподготовленном месте под давлением, при котором упругое распрямление согнутого материала практически не происходит (рис.4.18б);

– **плиссирование** – это формирование последовательного ряда сфальцованных остроугольных изгибов материала (ряд параллельных складок материала в виде гармошки) (рис.4.18в);

– **загибка** – это формирование сгиба материала на неподготовленном заранее месте по малому радиусу (рис.4.18г);

– **вальцевание** – это формирование дугообразного изгиба материала между вальцующими валами (рис.4.18д);

– **рифление (гофрирование)** – это формирование последовательного ряда жёстких дугообразных мест изгибов материала в виде волны (рис.4.18е).

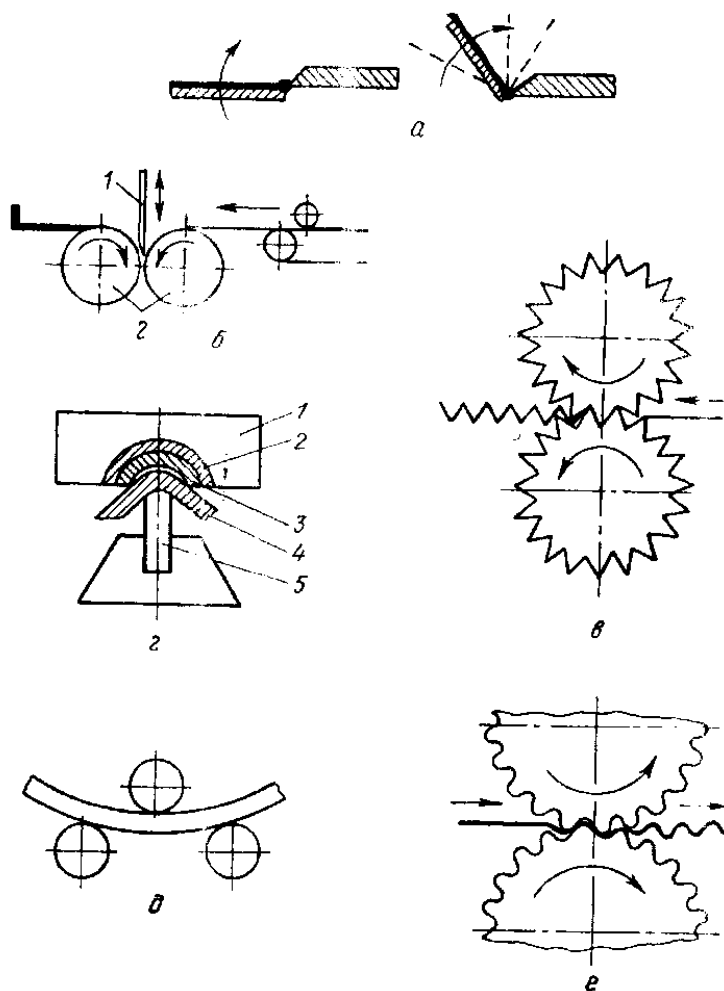


Рис. 4.18. Способы биговки:

а – складывание; *б* – фальцевание: 1 – нож; 2 – фальцевальные валики;
в – плиссирование; *г* – загибка; 1 – матрица; 2 – резиновая прокладка;
 3 – асбестовая прокладка; 4 – материал; 5 – нож; *д* – вальцевание; *е* – рифление

Крепирование

Крепирование – это формирование мелких поперечных складок материала (крепа) с помощью крепировального шабера в случае поперечного крепирования полотна или с помощью крепировального валика в случае продольного крепирования отдельных листов материала.

Отношение длины некрепированной бумаги к длине крепированной называют степенью крепирования. Она обычно составляет примерно 15–30 %. Условная толщина крепированной бумаги между вершинами складок в 2–3 раза больше, чем некрепированной.

Крепированию подвергают бумагу как на специальных машинах, так и непосредственно на БДМ. Различают сухое и мокрое крепирование и микрокрепирование.

Сухое (слабое) крепирование (при 95–97 % сухости полотна) производят с помощью шабера на сушильном цилиндре БДМ большого диаметра (лощильном цилиндре) при скорости до 750 м/мин. Для усиления фиксации полученного

крепа на некоторых машинах бумагу после крепирования дополнительно пропускают через двухвальный каландр с верхним обрешиненным валом. В результате сухого крепирования получается довольно грубый креп с большим шагом складок (слабокрепированная бумага).

При мокром крепировании (при 30–40 % сухости) крепирующий шабер устанавливают на последнем прессе или на первом сушильном цилиндре БДМ. Креп получается с маленьким шагом, а бумага приобретает высокую мягкость и растяжимость. Однако при этом скорость машины ограничивается до 250–300 м\мин.

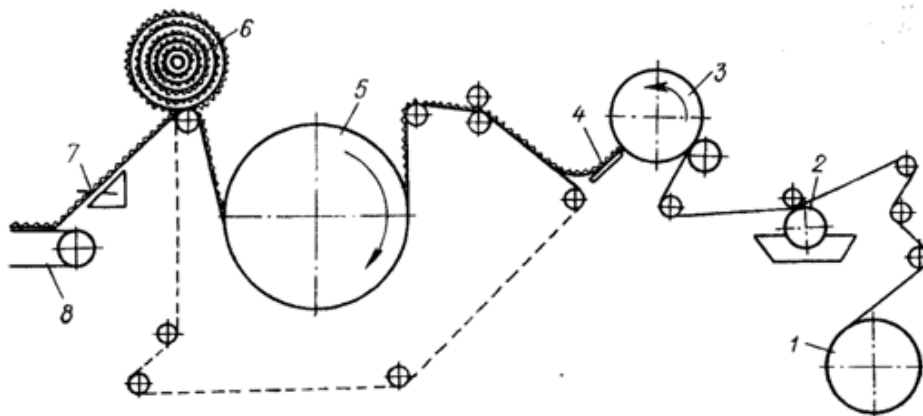


Рис. 4.19. Машина для изготовления крепированной бумаги:

- 1 – раскат; 2 – увлажнитель; 3 – крепирующий цилиндр; 4 – крепирующий шабер; 5 – сушильный цилиндр; 6 – накат крепированной бумаги; 7 – узел поперечной резки; 8 – конвейер

Автономная крепировальная машина (рис. 4.19) состоит из раскатного станка 1, увлажняющего или пропитывающего устройства 2, крепирующего цилиндра 3, сушильного цилиндра 5 и наката 6. Влажное бумажное полотно, двигаясь вместе с вращающимся подогреваемым цилиндром 3, наталкивается на прижатый к цилиндру плоский шабер 4, который сжимает полотно и снимает его с поверхности цилиндра. В результате этого на полотне образуются мелкие поперечные складки.

Микрокрепирование используют для уменьшения вероятности разрыва мешочной бумаги при эксплуатации мешков из неё. Устройство для микрокрепирования позволяет изготавливать бумагу со степенью крепирования 10÷20 % в подольном направлении и 1÷2 % – в поперечном. Его можно производить на широких и быстроходных БДМ между второй и третьей группами сушильных цилиндров. Подробнее о способах микрокрепирования в п. 8.1.1.

4.2.3. Вторичные способы формования

Вторичные способы формования служат для дополнительного или отделочного формования изделий. Такое формование применяется к тем изделиям, которые уже прошли первичные способы формования (вытяжку, навивку, биговку и т.д.). К вторичным способам формования относят, например, отбортовку, закатку, подпрессовку, зиговку, опрессовку. Перечисленные способы формования выполняют специальными инструментами и приспособлениями.

4.3. Способы соединения бумаги и картона

Способы этой группы служат для соединения отдельных элементов изделия, полученных рассмотренными выше способами, в целое изделие. Обычно соединения производят по соединительному шву. Соединительным швом называют элемент конструкции, служащий для скрепления её частей в целое изделие или заготовку. К таким способам относят: склеивание, сваривание, брошюрование, склепывание и сшивание. Возможны сочетания этих способов: склеивание с последующей сшивкой или наоборот – сшивка с последующим применением склеивающей ленты.

4.3.1. Склеивание

Это соединение частей материала при помощи клеящего вещества. Склеивание – самый распространенный способ соединения элементов изделия. Склеивание элементов изделия по соединительному клапану является более прогрессивным методом соединения по сравнению со сшивкой. Основные преимущества его заключаются в простоте клеенаносящих устройств и более высокой производительности.

Различают прямое и не прямое склеивание. При прямом склеивании клеящее вещество наносится на части материала и осуществляет склеивание их непосредственно при соединении этих частей друг с другом. При не прямом – клеящее вещество предварительно наносится на соединяемые части изделия, но делается пригодным для склеивания только после его нагрева или смачивания. Если при склейке используется нагрев, этот способ склеивания называют *гуммированием*. Как правило, склеивание происходит по соединительному клапану, являющемуся дополнительным элементом выкройки изделия.

Прочность клеевого шва зависит от адгезионных свойств клея, жесткости склеиваемых материалов и структуры поверхностного слоя склеиваемых материалов. При хорошей склейке разрушение клеевого шва чаще всего происходит не за счет разрушения по склеенным поверхностям, а за счет расслоения бумаги или картона.

Классическое клеенаносящее устройство (рис. 4.20) состоит из обогреваемой ванны 4, наполненной клеем, в которую частично погружен

клеенаносящий валик 2. Толщина наносимого слоя клея регулируется специальным прижимным валиком 1, а избыток клея снимается с него шаберным валиком 3 и возвращается в ванну 4.

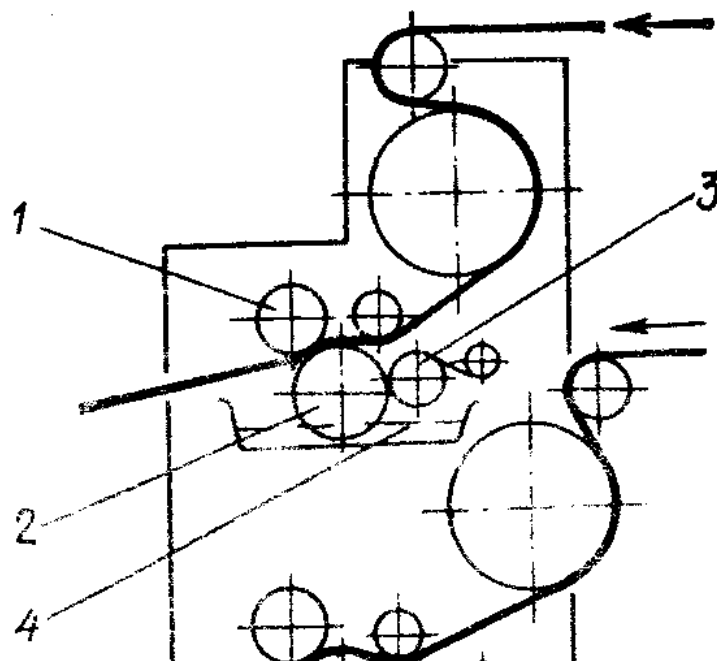


Рис. 4.20. Двухъярусное клеенаносящее устройство:
1 – прижимной подхватывающий валик; 2 – клеенаносящий валик;
3 – шаберный валик; 4 – ванна

Нанесение клеящего вещества на материал в виде пятен различной конфигурации производят с помощью клеевого клише (рис. 4.21). В отдельных случаях подачу клея на материал производят с помощью регулируемых форсунок.

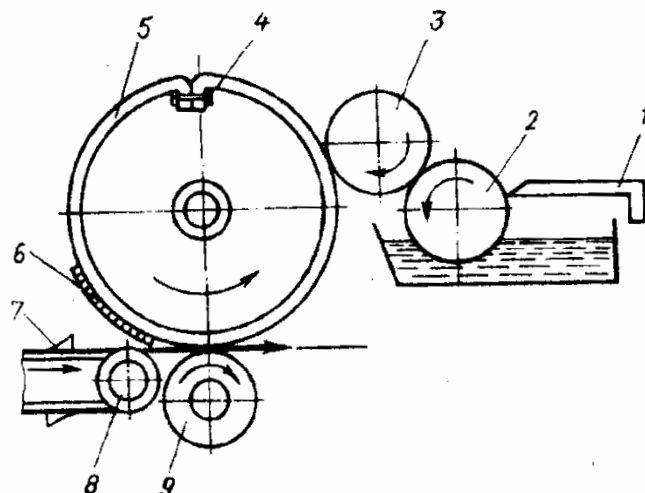


Рис. 4.21. Принцип работы клеевого устройства:
1 – клеевой шабер; 2 – клеевой черпальный валик; 3 – растирающий валик;
4 – затяжной узел резинового полотна; 5 – резиновое полотно клеевого цилиндра; 6 – клише для нанесения клея; 7 – захват конвейерной цепи;
8 – звездочка цепи; 9 – прижимной валик

Соединение с помощью специальной клеевой ленты имеет то преимущество, что позволяет отказаться от соединительного клапана. Это дает значительную экономию материала, особенно при изготовлении больших партий тары малого размера. Кроме того, при использовании клеевой ленты практически не образуется уступов с внутренней или наружной стороны изделия. Прочность шва в этом случае определяется прочностными показателями ленты и её адгезией к поверхности изделия.

Для склеивания применяются различные виды клеевых лент: гуммированная бумажная лента; армированная лента; хлопчатобумажная липкая лента; липкая лента (скотч) из полиэтиленлавансановой пленки и др. Выбор вида клеевой ленты определяется особенностями упаковки, её назначением и материалом. Для изделий, где требуется высокая механическая прочность соединений, применяют в основном армированные клеевые ленты на бумажной или полимерной основе.

К процессам склеивания относят и операцию обтягивания, состоящую в обклеивании объемного тела обтягивающим материалом. В качестве обтягивающего материала для изделий из картона используют бумагу, ткань, кожу или другие материалы.

4.3.2. Сваривание

Сваривание – это соединение элементов картонно-бумажных изделий термопластичными материалами с помощью нагрева и давления. Различают горячее клиновое сваривание и сваривание с помощью экструдера. Горячее клиновое сваривание (рис. 4.22а) используют для соединения элементов изделий, предварительно покрытых термопластичными полимерными материалами. Сваривание с помощью экструдера (рис. 4.21б) используют для соединения элементов изделий без специальных покрытий.

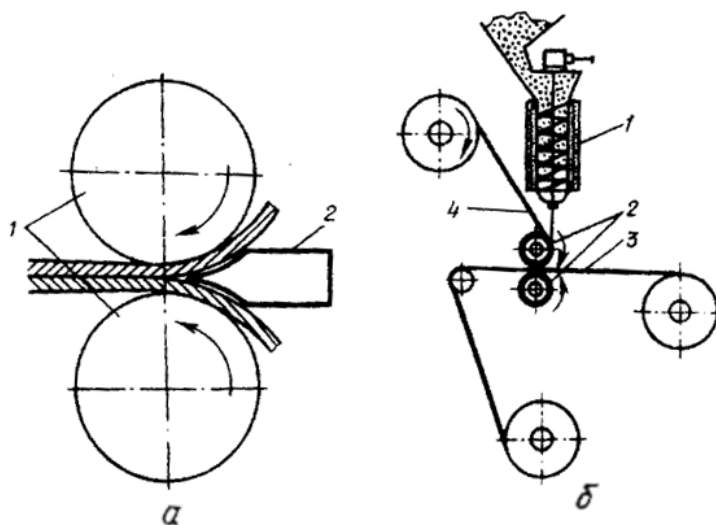


Рис. 4.22. Принципы сваривания:

а – клиновым способом: 1 – прессовые валы; 2 – тепловой клин; *б* – с помощью расплава: 1 – экструдер для расплава термопластика; 2 – прессовые валы; 3 – бумага; 4 – фольга

4.3.3. Сшивание (брошюрование)

Сшивание – это соединение элементов изделия при помощи проволочных скрепок, скоб или зажимов. Кроме них, иногда используют проволочные или пластмассовые спирали и металлические кольца (разборные соединения). Чаще всего брошюрование применяют для соединения листов тетрадей, книжек, блокнотов. С помощью различных скоб обычно производят скрепление элементов ящиков из многослойного и гофрированного картона.

Сшивание картонной тары выполняется скобами из круглой или плоской проволоки. Предпочтение отдаётся сшивке плоской проволокой, которая обеспечивает большую прочность шва, чем круглая. Сшивные соединительные швы разделяются в зависимости от расположения скоб на следующие типы: продольный однорядный, поперечный однорядный, диагональный, продольный двухрядный, поперечный шахматный. В массовом производстве картонной тары применяют в основном продольный, диагональный или поперечный однорядный швы.

Прочность шва зависит от количества скоб и шага сшивки. Оптимальным считается шов, который является равнопрочным со скрепляемым картонным материалом.

Прошивание и загиб скоб из плоской проволоки на ящиках из гофрированного картона производят с помощью профилирующего упора, размещенного на вертикальной стойке. Иногда скоба подгибается при помощи заостренных формующих щек, которые пробивают картон и подгибают ножки скобы. Для сшивки небольших партий картонных ящиков используют ручные пневматические сшивные машины (степлеры).

Механизированные устройства сшивки, служащие для соединения элементов выкройки скобами из плоской или круглой проволоки, подаваемой с бобин, состоят из следующих частей: главного привода, расположенного в верхней части станины машины; сшивной головки, смонтированной на корпусе вместе с механизмом подачи с бобин металлической ленты или проволоки; механизма рубки проволоки на отдельные кусочки; механизма формирования и выталкивания скоб; выводных роликов, предназначенных для подачи заготовки на регулируемую величину шага сшивки и вывода её на конвейер; механизма прижима роликов, срабатывающего в момент передвижения заготовок на шаг сшивки.

4.3.4. Склепывание

Склепывание служит для изготовления неразборных соединений элементов изделий. Заклепочные аппараты работают либо с заранее подготовленными заклепками, либо заклепки изготавливаются из металлической проволоки непосредственно в заклепочном аппарате.

4.3.5. Сшивание нитками

Такое сшивание служит для неразборных соединений и выполняется хлопчатобумажными нитками с помощью швейной головки. Сшивание чаще всего применяют при изготовлении бумажных мешков, в местах соединения концов трубки для образования дна мешка или закрытия его верхнего обреза (п. 8.5.2). Оно используется в тех случаях, когда склеивание затруднено в силу особенностей материала (битумированные, ламинированные и другие виды бумаг).

При сшивании шов должен располагаться на расстоянии $12\div 20$ мм от обреза мешка. Для упрочнения места соединения двух плоскостей сложенной трубки на обрез накладывают дополнительную полоску крепированной бумаги шириной 50–60 мм и по ней производят сшивание. Для герметизации прошитых швов в составе швейных агрегатов предусматривают специальные устройства для пропитки швов составами на основе, например, парафина.

5. ПРОИЗВОДСТВО ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Особое место среди картонов и картонажных материалов для тары занимает картон с гофрированным профилем средних слоев (гофрированный картон, или гофрокартон). Производство гофрокартона – одно из важных направлений переработки бумаги и картона.

Первый патент по гофрированию бумаги был зарегистрирован в Англии еще в 1856 г. Гофрированную бумагу использовали, в основном, для декоративных украшений, например, при производстве дамских шляпок.

Важным моментом в развитии производства гофротары стало использование двуслойного гофрокартона. Первый патент на двуслойный картон в США был зарегистрирован в 1874 г. Владельцем патента стал американец Стив Лонг, предложивший приклеивать к гофрированному слою плоский слой бумаги. Двуслойный гофрокартон широко применялся для упаковки хрупких стеклянных изделий (бутылок, стекл керосиновых ламп и др.).

В 1895 г. в США была выпущена первая машина с механическим приводом для изготовления двуслойного гофрокартона и наматывания его в рулоны. Еще год спустя, американец Роберт Томсон запатентовал трехслойный гофрокартон. В 1916 г. появился пятислойный, а в 1953 г. – семислойный гофрокартон. Дальнейшее развитие производства гофрокартона происходило, в основном, за счет разработки и применения различных видов гофров.

5.1. Исходные материалы для производства гофрированного картона

Для изготовления гофрокартона используют картон для плоских слоев (лайнер), бумагу для гофрирования (флютинг) и клей. Рассмотрим эти элементы подробнее.

5.1.1. Картон для плоских слоев (лайнер)

Роль лайнера заключается в придании прочности и в сохранении гофрированного картона как единого целого. От качества лайнера во многом зависят свойства гофрированного картона как при нагрузках в практическом использовании, так и в отношении внешнего вида изготовленной из него упаковки. Лайнером, в принципе, может служить практически любой картон, в том числе и картон из макулатуры. Главными требованиями к нему являются прочность и пригодность к склейке.

Наилучшие виды упаковки из гофрированного картона получают в результате применения прочных сортов картона (крафт-лайнера), который изготавливается из первичных волокон сульфатной небеленой целлюлозы. Картон (тест-лайнер), изготовленный с использованием вторичного волокна (макулатуры), имеет, как правило, более низкие показатели качества, но за счет своей сравнительной дешевизны получил весьма широкое распространение.

В зависимости от основных показателей, картон для плоских слоев выпускается согласно ГОСТ Р 53207-2008 или в соответствии с местными

техническими условиями. ГОСТ предусматривает разделение картона-лайнера на марки: К-0, К-1, К-2, К-3, К-4. Картон марок К-0 и К-1 должен изготавливаться из 100%-й сульфатной целлюлозы. В картоне марки К-2 сульфатная целлюлоза используется только для покровного слоя картона. Марки К-3 и К-4 по составу волокна не нормированы и в значительных объемах вырабатываются с применением макулатуры. В некоторых технических условиях такой картон фигурирует как картон марки М.

Обычно в качестве лайнера используют картон с массой от 125 до 350 г/м². Высококачественный картон должен обладать привлекательным внешним видом, необходимыми печатными и поверхностными свойствами, в отдельных случаях – повышенной влагостойкостью. При использовании белого волокна в наружном слое гофрокартона получают белую поверхность, пригодную к многокрасочному полиграфическому оформлению.

В тех случаях, когда для оформления изделий требуется графика особенно высокого уровня, в качестве лайнера может использоваться плотная белая крафт-бумага. Такая бумага, перед тем как она станет частью гофрированного картона, предварительно запечатывается. Таким образом удается избежать неровностей печати, возникающих при запечатывании поверхности уже готового гофрокартона.

5.1.2. Бумага для гофрирования (флютинг)

Бумага для гофрирования (флютинг) должна обладать высоким показателем жесткости (сопротивление торцевому и плоскостному сжатию гофрированного образца) и прочностью при растяжении. Жесткость бумаги для гофрирования во многом определяет жесткость гофрокартона в целом, так как гофры принимают на себя основную силовую нагрузку. Именно от характеристик этой бумаги зависят амортизационные свойства гофрокартона и тары из него.

Основными исходными материалами для производства флютинга являются полуцеллюлоза или древесная масса, которые обладают самыми высокими показателями жесткости. На практике, зачастую состав по волокну бумаги для гофрирования приближается к составу тест-лайнера, т.е. может содержать до 100 % макулатуры. В этих случаях для повышения показателя жесткости производят проклейку бумаги как в массе, так и поверхностную.

Бумага для гофрирования производится в соответствии с ГОСТ Р 53206-2008 или с местными техническими условиями. ГОСТ предусматривает разделение такой бумаги на марки Б-0, Б-1, Б-2, Б-3. В качестве флютинга используется бумага массой от 80 до 160 г/м².

5.1.3. Клеи для соединения слоев гофрокартона

Отдельные слои гофрированного картона в настоящее время склеиваются при помощи обычного крахмального клея (15–20 г/м² картона). Однако клей из

обычного крахмала не выдерживает высокой влажности воздуха, в результате чего теряется прочность склейки. Для компенсации этих потерь используют клеи из модифицированного крахмала и другие водостойкие клеи. Более устойчивый к погодным условиям (влажности) клей будет дольше и лучше сохранять качество тары.

5.2. Структура и виды гофрированного картона

Гофрированный картон – это материал, используемый как для транспортной, так и для потребительской тары. Он изготавливается согласно ГОСТ Р 52901- 2007 «Картон гофрированный для упаковки продукции». К типичным видам этого материала относится: двух-, трех- и пятислойный гофрокартон (рис. 5.1).

Двуслойный гофрокартон типа «Д» состоит из одного слоя гофрированной бумаги (флютинга), склеенного с одним плоским слоем картона (лайнера). Поставляется в рулонах. Материал сочетает в себе амортизационные свойства, гибкость в продольном направлении и жесткость в поперечном. Его используют как защитную упаковку для хрупких и бьющихся изделий, для упаковки книг, пересылаемых почтой, мебели и других изделий. Долгое время такой картон применялся для упаковки электрических лампочек.

Трёхслойный гофрокартон типа «Т» состоит из двух плоских слоев лайнера, приклеенных к третьему гофрированному слою – флютингу. Поставляется только в листах. Тара из него имеет хорошие амортизационные свойства, обладает способностью к штабелированию, имеет пригодную для нанесения печати поверхность. Его используют для изготовления транспортной и потребительской тары. В зависимости от места применения, используют различные профили гофр.

Пятислойный гофрокартон типа «П» состоит из трех слоев лайнера и двух слоев флютинга. Обладает комплексом защитных свойств, имеет высокую прочность тары при штабелировании и пригодную для нанесения печати поверхность. Возможно использование различных профилей гофр в отдельных внутренних слоях. Такой картон применяют, в основном, для транспортной тары.

Семислойный – три слоя флютинга и четыре – лайнера. Этот картон повышенной прочности иногда используют для производства транспортной тары вместо древесины, если нужен аналогичный уровень прочности и значительное снижение веса.

Пяти- и семислойный гофрокартон используется, в основном, при изготовлении поддонов и контейнеров, предназначенных для тяжелых и объемных товаров, таких как бытовая техника или мебель. Имеются сведения о том, что во Франции работает компания, которая выпускает девятислойный гофрированный картон.

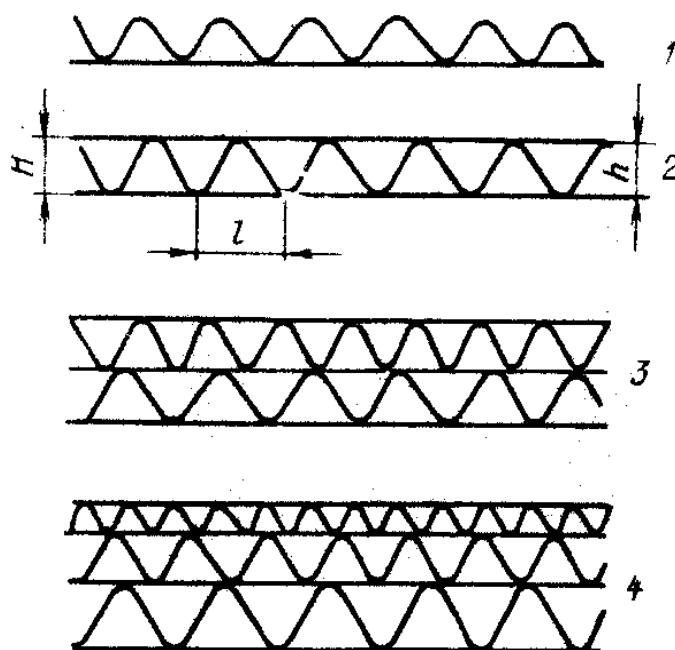


Рис. 5.1. Картон гофрированный:

1 – двухслойный; 2 – трехслойный; 3 – пятислойный; 4 – семислойный;
 H – толщина картона; h – высота гофра; l – шаг гофры

Различные марки гофрокартона предназначены для разных изделий:

- картон марки Д предназначен, как правило, для изготовления вспомогательных упаковочных средств;
- картоны марок Т11–Т15 (класс 1) предназначены для изготовления тары и вспомогательных упаковочных средств, а также для продукции и изделий, способных воспринимать нагрузки при штабелировании и динамические нагрузки;
- картоны марок Т21–Т27 (класс 2) предназначены для изготовления тары и вспомогательных упаковочных средств для продукции и изделий, не способных воспринимать нагрузки при штабелировании;
- картоны марок ПЗ1–ПЗ7 (класс 3) предназначены для изготовления крупногабаритной высокопрочной и жесткой тары и контейнеров;
- картоны марок С41–С45 (класс 4) предназначены для изготовления крупногабаритной и особо прочной тары.

В таблице 5.1 дана сводка классификации и назначений основных видов гофрированного картона.

Таблица 5.1 – Классификация и назначение гофрированного картона

Тип	Класс	Марка	Назначение
Д	–	Д	Изготовление вспомогательных упаковочных средств (прокладки, решетки и др.)
Т	1	T11, T12, T13, T14, T15	Изготовление тары и вспомогательных упаковочных средств для упаковывания продуктов и изделий, способных воспринимать нагрузки штабеля
Т	2	T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27	Изготовление тары и вспомогательных упаковочных средств для упаковывания продукции и изделий, не способных воспринимать нагрузки штабеля
П	3	П35, П36, П37	
П	3	П31, П32, П33, П34	Изготовление крупногабаритной высокопрочной, жесткой тары и контейнеров

Стандартные размеры гофров имеют обозначения А, С, В, Е и F, располагаемые по мере уменьшения шага и высоты гофров. Стандартные конфигурации гофров приведены в табл. 5.2. В данной таблице коэффициент гофрирования представляет собой отношение длины гладкой бумаги к длине той же бумаги после гофрирования.

Таблица 5.2 – Стандартные конфигурации гофров

Вид гофра	Наименование гофра	Высота гофра, мм	Шаг гофра, мм	Число гофров на 1 пог. м	Коэффициент гофрирования
А	Крупный	4,4-6,5	8,0-9,5	105-125	1,570
С	Средний	2,2-4,4	6,5-8,0	125-154	1,479
В	Мелкий	2,2-3,2	4,5-6,4	156-222	1,333
Е	Микро	1,1-1,6	3,2-3,6	278-312	1,250
F	Супермикро	0,75-1,0	1,5-3,0	333-667	-

Отдельные виды гофрокартона, в зависимости от профиля гофров, обладают специфическими свойствами.

Гофрированный картон с гофром А (крупный гофр) обладает большой упругостью и применяется для упаковки продукции из стекла, керамики и других изделий, требующих повышенной защиты от ударов и толчков. Большая высота и шаг гофров при сравнительно небольшом количестве их на 1 погонный метр полотна картона придают ему амортизирующую способность. Этот тип картона рекомендуется использовать для различного вида прокладок, вкладышей и амортизаторов. При повышенной массе 1 м² флутинга гофр А позволяет создать достаточно жесткий и прочный ящик.

Гофрированный картон с гофром В (мелкий гофр) применяется для изготовления тары, от которой не требуется высоких амортизационных показателей, но требуется достаточная жесткость. Он, в частности, предназначен для упаковки твердых грузов, таких как консервы в металлических банках, изделия бытовой химии в потребительской таре и др. Обычно используется в тех случаях, когда не требуется высокая прочность ящиков при штабелировании.

Гофрированный картон с гофром С (средний гофр) является наиболее распространенным видом гофрокартона. Он сочетает в себе свойства гофрокартона с гофром А и с гофром В, обладая одновременно достаточной жесткостью и амортизирующей способностью, что дает возможность использовать для упаковки различных видов продукции.

Гофрированный картон с гофром Е (микрогофр) благодаря большому количеству гофров на 1 погонный метр полотна картона имеет более ровную внешнюю поверхность и высокую жесткость в обоих направлениях. Это обеспечивает возможность нанесения высококачественной текстовой и иллюстративной печати. Благодаря этому он находит применение для изготовления разного рода потребительской тары или используется в качестве наружного слоя многослойного комбинированного гофрокартона. Картон с гофром Е имеет вдвое больший показатель торцевой жесткости, чем сплошной склеенный картон такой же массы. Комбинация гофра Е с другими видами гофров (например: А-Е, В-Е, С-Е, Е-А-В) позволяет получить гофрированный картон с улучшенными свойствами и повышенной прочностью.

Семислойный картон используется для изготовления поддонов и контейнеров. Сочетание различных типов гофров в нем может придать ему следующие достоинства:

- наружный слой с гофром Е придает хорошую жесткость картона в обоих направлениях, амортизирует удары, снижает коробление поверхности и сохраняет достаточную прочность при повышении относительной влажности окружающей среды;

- внутренний слой с гофром В, обладая определенной жесткостью и сопротивлением плоскостному сжатию, способен выдерживать давление с внутренней стороны коробки, оказываемое упакованным продуктом;

- внутренний слой с гофром А придает картону хорошую упругость (эластичность) и способность амортизировать ударные нагрузки;

- наружный слой состоит из обычного лайнера.

Кроме указанных в ГОСТе марок, встречаются и другие виды гофрокартона. Это тяжелый гофрированный картон, легкий микрогофрокартон и мелованный гофрокартон.

Тяжелый гофрокартон имеет массу более 1200 г/м². Его используют, в основном, для производства комбинированной упаковки в сочетании с другими материалами, обычно с древесиной. Картон выпускают в виде листов и используют в качестве плоских панелей.

Микрогофрокартон и легкий гофрокартон значительно тоньше и менее жесткий по сравнению с обычным картоном. В нем больше гофров на единицу

длины. Массы лайнера и флютинга составляют менее 53 и 44 г/м² (упаковка для гамбургеров). Основное требование – безупречная поверхность для нанесения печати. В связи с этим были разработаны более тонкие профили гофров (например, G2, N, O), которые позволяют использовать более легкий лайнер для запечатываемой поверхности. Микрогофрокартон представляет собой альтернативу обычному сплошному картону, как материал, позволяющий экономить 30÷40 % волокнистого сырья.

Мелованный гофрокартон имеет наружный слой лайнера, покрытый меловальным составом. Наличие меловального слоя создает затруднения при обработке лайнера на гофроагрегате из-за того, что он плохо пропускает влагу при сушке. Мелованные, или лайнеры с «покрытием», пользуются большим спросом. Коробление, волнистость и качество профиля – потенциальные типичные дефекты, с которыми сталкиваются при переработке и нанесении печати на мелованном гофрокартоне.

5.3. Свойства и методы испытаний гофрированного картона

Качество гофрированного картона определяется сочетанием физических, прочностных, барьерных и других характеристик. Очень важной является равномерность значений этих характеристик по длине и ширине полотна. Для описания свойств используют следующие показатели качества.

Масса единицы площади. Массу единицы площади M (г/м²) рассчитывают для трехслойного гофрокартона по следующей схеме:

$$M = L_1 + L_2 + aF + c, \text{ г/м}^2,$$

где L_1 и L_2 – массы (г) единицы площади верхнего и нижнего слоя лайнеров; F – масса (г) единицы площади среднего гофрированного слоя; a – коэффициент гофрирования; c – расход клея (г) на 1 м² гофрокартона.

Порядок величины массы трехслойного гофрокартона составляет 550 г/м², а пятислойного – около 750 г/м². При расчете массы м² для пяти- и выше-слойного гофрокартона учитывают дополнительные значения массы плоских, гофрированных слоев и клея.

Влажность образца гофрокартона измеряют с помощью гравиметрического анализа. На выходе из гофроагрегата влажность гофрокартона с гофром В или С должна составлять 7–7,5 %. Чувствительность картона к колебаниям влажности окружающей среды следует учитывать при его использовании.

Физико-механические свойства гофрированного картона в значительной мере зависят от его влажности и от скорости приложения нагрузки. Содержание влаги сверх нормы снижает такие механические свойства, как сопротивление

сжатию, продавливанию и разрыву. Чем больше скорость приложения нагрузки, тем выше значение показателей прочности.

Гофрированный картон относится к анизотропным материалам, имеющим неодинаковые свойства вдоль и поперек полотна. При приложении сил в направлении, перпендикулярном к гофрам, гофрированный слой работает как амортизирующий материал, а вдоль направления гофров – как жесткий материал. Плоские слои гофрированного картона фиксируют положение гофрированного слоя и при эксплуатации испытывают нагрузки сжатия, растяжения и продавливания.

К основным методам испытаний гофрокартона относят:

1. *Испытание на сопротивление продавливанию.*

Сопротивление продавливанию определяется величиной давления, при котором происходит разрушение образца. Фиксируется плавно нарастающее давление на зажатый между двумя кольцами образец картона, вплоть до его разрушения. Давление прикладывается с помощью стержня с резиновой диафрагмой. Сопротивление продавливанию для картонов типа Т должно составлять от 0,7 до 2,0 МПа.

2. *Испытание на сопротивление торцевому сжатию.*

Сопротивление торцевому сжатию определяется величиной разрушающего усилия при сжатии образца картона, установленного вертикально на торец гофров. На образец воздействует нарастающая вертикальная нагрузка до тех пор, пока он не будет поврежден. Сопротивление торцевому сжатию трехслойного картона должно составлять от 2,7 до 7,0 кН/м и зависит от жесткости, придаваемой картону его компонентами.

3. *Испытание на сопротивление плоскостному сжатию.*

Сопротивление плоскостному сжатию определяется величиной давления, при котором происходит смятие гофров гофрокартона. Нарастающая нагрузка воздействует на плоско расположенный образец гофрокартона. Это испытание выявляет, прежде всего, жесткость флютинга, которая должна составлять от 0,23 до 0,61 МПа.

4. *Испытание на излом при многократных перегибах.*

Прочность на излом при перегибах определяется числом двойных перегибов, при котором происходит разрушение образца. Проводится следующим образом: установленный в зажимах образец перегибается по линии рилевки в две стороны (на 180°) до тех пор, пока на изгибе не появятся трещины. Число двойных перегибов без повреждений не должно быть менее 10.

5. *Испытание на прочность при расслаивании.*

Прочность при расслаивании определяется следующим образом: образец закрепляется между пластинами в зажимах разрывной машины и растягивается до расслаивания. Данное испытание характеризует качество используемого клея и технологию склейки при соединении слоев гофрокартона. Для трехслойного гофрокартона оно должно составлять не менее 0,2 кН/м.

6. *Величина коробления листа картона* по ширине замеряется в статических условиях в мм на метр ширины гофрокартона.

Некоторые ориентировочные нормы показателей качества гофрированного картона приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3. – Ориентировочные нормы показателей качества гофрированного картона

Показатель	Д	T11–T15	T21–T27	ПЗ–ПЗ7
Сопротивление продавливанию (абсолютное), МПа	0,2	1,1-2,0	0,7-1,7	1,1-2,8
Удельное сопротивление разрыву с приложением разрушающего усилия вдоль гофров по линии рилевки после выполнения одного двойного перегиба на 180°, кН/м, не менее	-	8-16	4-11	7-21
Сопротивление торцевому сжатию вдоль гофров, кН/м, не менее	-	3,0-4,0	2,2-7,0	5,0-7,0
Сопротивление расслаиванию, кН/м, не менее	-	0,2	0,2	-
Влажность, %	6-12	6-12	6-12	6-12

Существенным показателем качества поверхности гофрокартона является коэффициент трения, который влияет на допустимую скорость подачи картона и качество обработки его на высекальных автоматах. Величина коэффициента трения гофрокартона по металлу должна составлять не менее 0,4.

5.4. Технология изготовления гофрокартона и элементы оборудования

Для изготовления гофрированного картона применяют гофрировальные агрегаты (гофроагрегаты), упрощенная схема которых представлена на рис. 5.2.

На этих агрегатах осуществляется не только процесс производства самого гофрированного картона, но и дополнительные операции по его переработке (резка, рилевка). Продукцией агрегата для производства самого распространенного трехслойного гофрированного картона является жесткий картон в виде отдельных листовых заготовок для будущей картонной тары.

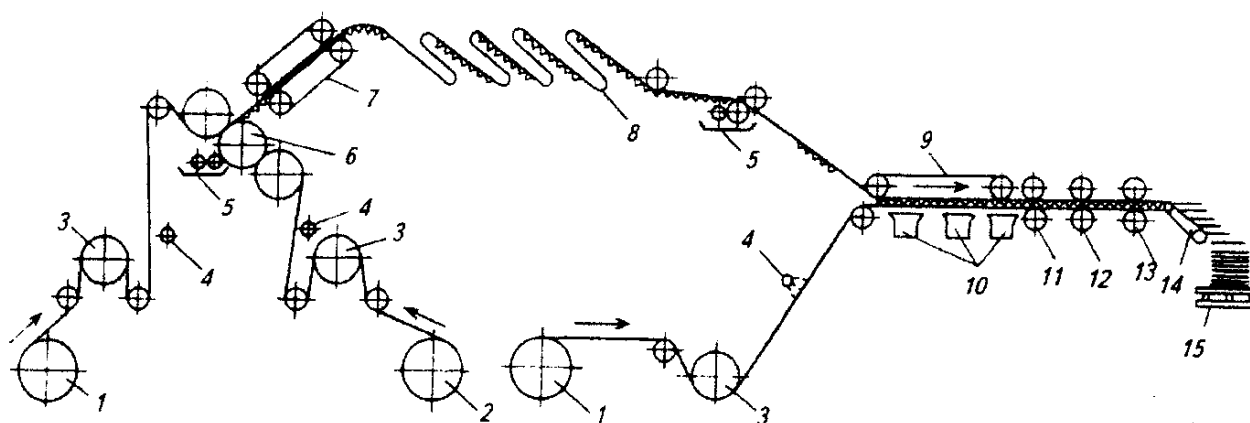


Рис. 5.2. Схема гофрировального агрегата:

- 1 – раскаты картона-лайнера; 2 – раскат бумаги; 3 – подогреватели;
 4 – увлажнители; 5 – клеенаносящее устройство; 6 – узел гофрирования;
 7 – конвейер; 8 – мост-накопитель; 9 – прижимной конвейер;
 10 – сушильные плиты; 11 – узел продольной резки; 12 – узел продольной рилевки;
 13 – узел поперечной резки; 14 – приемный транспортер; 15 – стопоукладчик

Процессы, выполняемые гофрировальным агрегатом, заключаются в следующем.

Рулоны картона и бумаги для гофрирования устанавливаются на раскаты 1 и 2. Современные конструкции раскатов имеют рулонодержатели с гидравлическим или механическим приводом перемещения по высоте и по ширине закрепляемого рулона. Для обеспечения натяжения полотна и контроля при подаче его в машину на раскатах используют пневматические, дисковые или электрические тормоза. Склейка концов размотанного и нового рулона производится в специальном устройстве (сплайсере). Его функция заключается в стыковке концов старого и нового рулонов без остановки работы машины. Современные сплайсеры оснащены системами автоматического управления величиной натяжения с мгновенным реагированием при его отклонениях.

Разматываемое из рулона полотно бумаги для гофрирования через систему подготовки (подогреватель 3 и увлажнитель 4) подается к нагреваемым паром рифленным валам узла гофрирования 6.

Как показала практика, сильного увлажнения паром для большинства видов бумаги для гофрирования не требуется. Однако небольшое увлажнение с одновременным нагревом этой бумаги несколько размягчает содержащиеся в ней проклеивающие вещества и способствует улучшению проникновения клея внутрь бумаги при склеивании слоев. Кроме того, бумага становится более эластичной, увеличивается ее способность к удлинению в процессе гофрирования, и, следовательно, устраняется основная причина образования трещин. При переувлажнении бумага плохо воспринимает клей, становится рыхлой и не обеспечивает требуемую жесткость гофров. Оптимальной считается влажность бумаги перед гофрированием 7–8 %. Иногда допускается увеличение влажности до 9 %. Влажность картона для плоских слоев перед

склеивать должна быть несколько ниже влажности бумаги и не превышать 7 %. Исключение составляют бумаги из химико-термомеханической древесной массы (ХТММ) или сильно проклеенной макулатурной массы, а также лайнер, полученный из небеленой крафт-целлюлозы.

Подготовленная бумага (флютинг), проходя между рифлеными валами гофрировальной машины (гофропресса), приобретает волнообразный профиль.

Затем на вершины полученных гофров с помощью клеенаносящего устройства 5 наносится клей. Сразу после гофропресса и нанесения клея флютинг объединяется с предварительно подготовленным картоном (лайнером), образуя, после склеивания, двуслойный гофрокартон. Полученный двуслойный гофрокартон с помощью конвейера 7 через накопительный мост 8 подается к клеильному устройству 5, где клей наносится на вершины гофров на свободной стороне флютинга.

С отдельного раската 1 соответственно подготовленный второй слой лайнера подается и склеивается с двуслойным гофрокартоном. Так как гофрокартон из трех и более слоев не поддается сгибу без остаточной деформации, термосклеивание и сушка его производятся под нажимом роликов между плоской конвейерной лентой 9 и сушильными плитами 10. Далее на соответствующих устройствах обрезаются кромки, осуществляется продольная резка 11, рилевка 12 и поперечная резка 13, где готовый гофрированный картон нарезается на отдельные листы (заготовки) требуемой длины.

Двуслойный картон можно наматывать в рулон, в отличие от трех- и более слойного картона. Листы гофрокартона с помощью приемного конвейера 14 и стопоукладчика 15 штабелируются и транспортируются на отлежку для охлаждения и окончательного схватывания клея. Отлежку желательно производить в течение 3 – 4 ч. Цель отлежки – выравнивание влажности гофрокартона и снижение степени коробления заготовок за счет частичного снятия внутренних напряжений.

Производительность гофроагрегата измеряют в м²/ч. Она зависит от многих факторов. В их числе: качество исходного сырья, вид применяемого клея, температурный режим, тип вырабатываемого картона, частота переналадок, количество заправок рулонов, рабочая ширина и скорость агрегата. В связи с непостоянством фактической скорости работы агрегата при расчете производительности применяют значения усредненной скорости. Расчетная производительность гофроделательного агрегата определяется по следующей формуле:

$$Q = 60BvK_aK_M, \text{ м}^2/\text{ч},$$

где B – рабочая ширина агрегата, м; v – усредненная скорость агрегата, м/мин; K_a – коэффициент выхода картона (с учетом потерь); K_M – коэффициент использования машинного времени.

В настоящее время агрегаты различного типоразмера для производства гофрокартона выпускает ряд отечественных и зарубежных фирм. Предельные характеристики этих агрегатов: скорость полотна до 400 м/мин; количество слоев 2-3-5-7; формат картона до 2800 мм; производительность по трехслойному гофрокартону – 200 млн м²/год.

Далее рассматриваются особенности отдельных элементов и машин гофроагрегатов.

5.4.1. Гофрировальная машина (гофропресс)

Гофрировальная машина (рис. 5.3) – это главный узел гофроделательного агрегата, и технологические процессы, происходящие в ней, определяют качество выпускаемого гофрокартона. Она выполняет гофрирование подготовленного полотна бумаги и склеивание его с плоским слоем картона. В результате получается двуслойный гофрокартон.

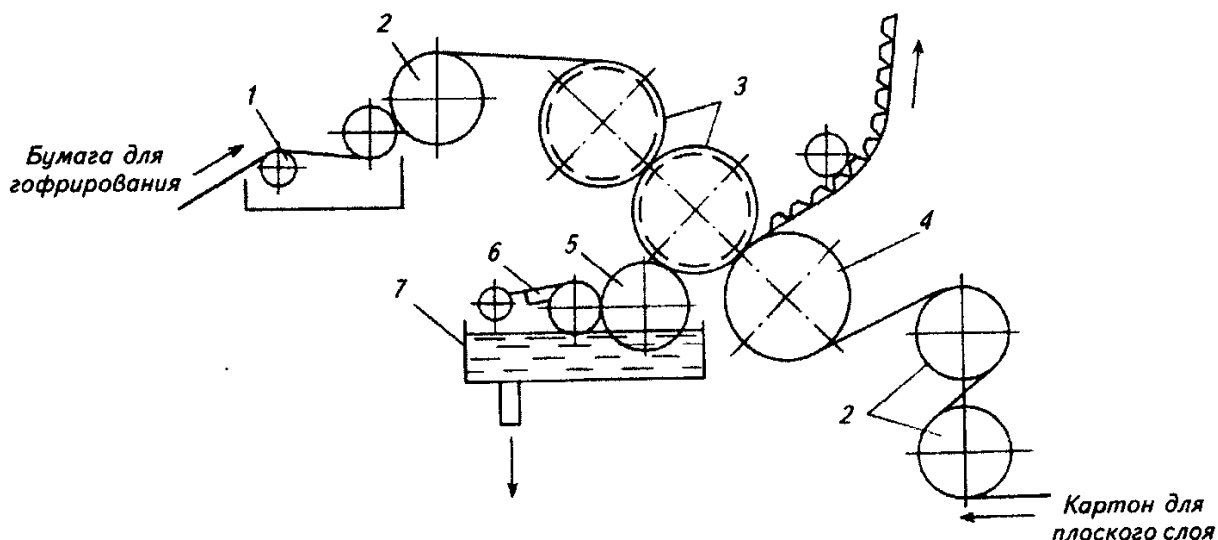


Рис. 5.3. Схема узла гофрирования:

- 1 – выравнивающий валик; 2 – валы для натяжения бумаги и картона;
- 3 – гофрировальные валы; 4 – прижимной вал; 5 – клеенаносящий вал;
- 6 – шабер; 7 – клеевая ванна

Гофрировальная машина, как правило, имеет несколько комплектов валов, которые применяют в зависимости от вида требуемого типа гофра. В каждый комплект входят два рифленых вала 3 и один гладкий прижимной вал 4 диаметром 300–360 мм. При изготовлении пятислойного картона применяют двухъярусный узел гофрирования с двумя парами гофрировальных валов, либо два узла гофрирования устанавливают последовательно. Для производства семислойного картона устанавливается три узла гофрирования.

Рифленые валы 3 являются основными устройствами гофрировальной машины и поставляются обязательно парами. В процессе гофрирования в зацеплении должно находиться только три зуба (рифля) валов (один зуб одного

вала и два зуба другого). Это обстоятельство является определяющим для выбора диаметра рифленых валов. Обычно его выбирают в пределах от 300 до 350 мм.

Все валы обогреваются паром, что позволяет поддерживать необходимую (140–180°C) температуру их поверхности. Рабочее линейное давление между этими валами создается при помощи гидравлических цилиндров в пределах 10–40 кН/м (10–40 кг/см). Между рифлями соседних валов должен оставаться зазор 0,25–0,4 мм.

Гофрировальная машина имеет привод от электродвигателя с регулируемым числом оборотов. Привод вращения валов машины осуществляется через нижний рифленый вал. Для получения качественного гофра валы должны быть всегда чистыми, без накипи и остатков клея и бумаги. Гофрировальные валы очищают от клея и накипи с помощью пара, в крайнем случае – скребками из латуни.

В процессе работы подготовленная бумага для гофрирования поступает в зазор между рифлеными валами, где она подвергается сильному механическому и тепловому воздействию, деформируется и приобретает форму профиля зуба рифлений, образуя гофру (флютинг). При этом за счет уплотнения уменьшается толщина бумаги, повышаются ее плотность, жесткость и способность к восприятию соответствующих нагрузок. В процессе гофрирования недопустимо разрушение структуры бумаги и целлюлозных волокон.

Определенной проблемой при работе гофропресса является необходимость прижима гофрированной бумаги к нижней части нижнего гофровала для возможности равномерного нанесения клея. В прошлом для этой цели применялись специальные гребенки. Однако из-за сложности конструкции гребней ограничивалась скорость агрегата и возникали проблемы при наладке и переналадке. В дальнейшем для поддержания бумаги относительно нижнего гофровала пытались использовать вакуумную систему на этом валу. Ее сложно было сочетать со встроенной в него системой обогрева. Сегодня в основном используют гофропрессы безгребенчатого типа с дополнительным наружным давлением воздуха, прижимающим бумагу к нижней части нижнего гофровала.

Обязательным элементом узла гофрирования является клеенаносящее устройство, состоящее из клеевой ванны 7 и клеенаносящего вала 5 с шабером 6.

Заправка картона-лайнера в гофропресс производится так, чтобы склейка с гофрами бумаги осуществлялась сеточной стороной картона. Соединенные слои (плоский и гофрированный) для эффективной склейки сжимают, пропуская их между валами – нижним рифленым и гладким прижимным 4. В отдельных современных конструкциях гофроагрегатов вместо прижимного вала используют прижимные сукна. Образовавшийся двухслойный гофрированный картон поступает на накопительный мост агрегата.

5.4.2. Накопительный мост

Накопительный мост служит для приема двухслойного картона, полученного на гофрировальной машине, и его укладки. Продолжительность нахождения двуслойного картона на накопительном мосту должна быть

достаточной для надежного схватывания клея между гофрами и лайнером. Одновременно накопительный мост служит буфером для размещения полотна двуслойного гофрированного картона, для возможности компенсации случайных изменений скорости между гофрировальной машиной и сушильным прессом. Это устройство, при остановке гофрировальной машины или смене рулонов, позволяет обеспечивать бесперебойную работу остальных узлов агрегата.

Накопительный мост (рис. 5.4) представляет собой металлическую конструкцию в два и более яруса и включает наклонные конвейеры, систему горизонтальных транспортеров, тормозные устройства. Принцип его работы заключается в следующем.

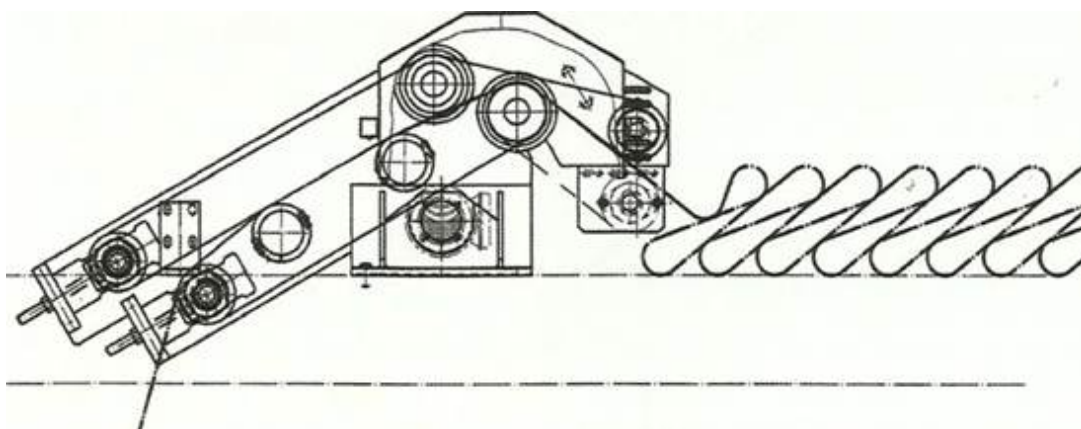


Рис. 5.4. Схема накопительного моста гофроагрегата

Двухслойный картон после узла гофрирования подается на накопительный мост наклонным конвейером, скорость которого чуть больше скорости гофрирующего узла. Это приводит к натяжению полотна, позволяющему избежать возможности деформации гофров, которые присоединены к лайнеру только с одной стороны.

После наклонного конвейера двухслойный гофрокартон поступает на горизонтальный накопительный конвейер, который работает на более низкой, чем у наклонного конвейера скорости. Двухслойный гофрокартон – гибкий в машинном направлении, но жесткий в поперечном направлении материал. Это обеспечивает равномерное формирование петель (фестонов) на горизонтальном конвейере.

Далее производится склейка двухслойного гофрокартона со вторым слоем лайнера.

5.4.3. Узел нагрева и склейки лайнера с двухслойным гофрокартоном

Для подготовки поверхности лайнера, склеиваемого с двухслойным гофрокартоном, используют обычные цилиндрические подогреватели. Более сложные подогреватели устанавливают в машинах, использующих тяжелые крафт-лайнеры (350 г/м^2 и выше) и работающих на высоких скоростях. Машины,

производящие пяти- семислойные или тяжелые гофрокартоны, могут иметь пять и более подогревателей.

Нанесение клея на вершины гофров открытой гофрированной стороны двуслойного картона, поступающего от подогревателя, производится клеенаносящим устройством, аналогичным изображенному на рис. 5.3. Оно представляет собой систему из клеенаносящего 5 и шаберного 6 валиков и клеевой ванны 7. Клеевая пленка валом 5 наносится на открытые вершины гофров. Конструкция устройства позволяет регулировать толщину нанесения клеевой пленки с помощью шабера 6.

Для крахмального клея толщина наносимой пленки клея должна составлять 0,1–0,2 мм, а для силикатного – 0,2–0,5 мм. Нормальная глубина проникновения клея в толщину бумаги – 0,03–0,04 мм. Рабочая температура клея 30–60°C. Масса слоя клея обычно составляет 15–18 г/м².

Усовершенствования клеенаносящих систем направлены на то, чтобы наносить на полотно клей слоем минимальной толщины, с повышенным содержанием в нем сухого вещества, и лучшей равномерностью как в продольном, так и в поперечном направлениях.

После нанесения клея происходит соединение и склейка двуслойного картона с нижним слоем плоского картона (лайнера). Для этого склеиваемые слои подаются в сушильную часть гофроагрегата.

5.4.4. Сушильная часть гофроагрегата

Сушильная часть предназначена для склеивания и сушки смазанных клеем гофров двуслойного картона с наружным гладким (третьим) слоем лайнера. Она состоит из сушильного стола и охлаждающей части, которые одновременно служат и для транспортирования гофрокартона. В сушильной части уже трехслойное полотно, прижатое к сушильному столу с помощью сукна, транспортируется по нему.

Сушильный стол представляет собой ряд полых плит, внутрь которых подается пар под давлением. Сушильные плиты по температуре поверхности разбиты на отдельные группы. В зависимости от скорости гофроагрегата, вида применяемого клея и количества слоев вырабатываемого картона, температура сушки по группам плит поддерживается в следующих пределах: 1-я группа плит – 110–140°C; 2-я группа – 140–150°C; 3-я группа – 150–160°C; 4-я группа – 160–190°C. Заданная температура в группах поддерживается путем регулирования подачи пара в нагревательные плиты.

Для прижима картона к сушильным плитам используют стальные валы или ролики, расположенные над сукном (рис. 5.5а). Существуют системы, где используют воздушную подушку между картоном и греющей поверхностью плит (рис. 5.5б). Это позволяет обеспечить большую степень равномерности нагрузки на картон в процессе сушки.

Охлаждающий участок (на рис. 5.5 не показан) служит для снижения температуры и транспортировки гофрированного картона. В охлаждающей

части полотна гофрокартона, расположенное между двумя транспортирующими сукнами, не только охлаждается, но одновременно выравнивается его влажность, вследствие чего уменьшается возможность его коробления.

В новейших конструкциях вместо сукна используют цепные конвейерные ленты, что способствует повышению интенсивности испарения влаги из картона. Для сокращения длины сушильной части в некоторых агрегатах используют вакуумное перемещение полотна картона с помощью перфорированной резиновой ленты, устанавливаемой под нижним лайнером.

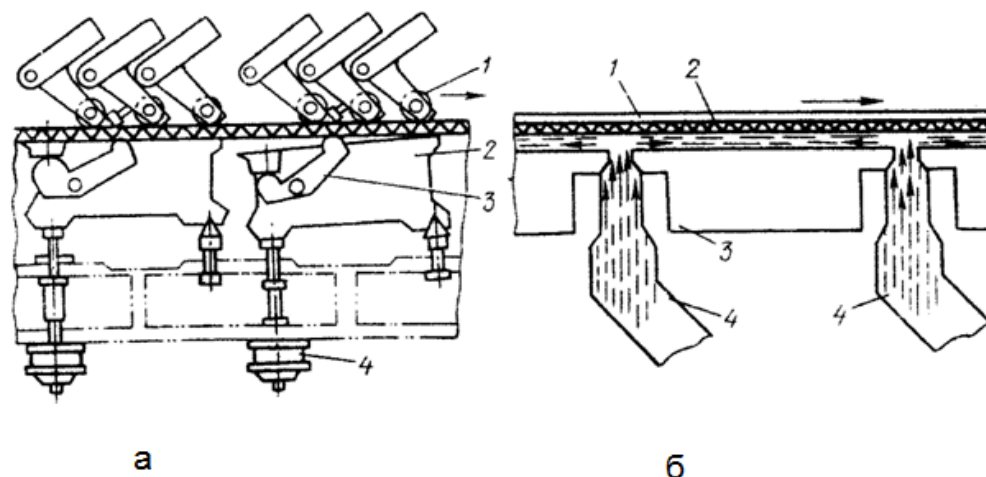


Рис. 5.5. Способы регулирования теплового режима сушки гофрокартона:

а – механизм регулирования теплового режима: 1 – прижимной ролик; 2 – плита; 3 – рычаг; 4 – пневмоцилиндр;

б – устройство для регулирования теплового режима при помощи воздушной подушки: 1 – прижимной ремень; 2 – картон; 3 – сушильная плита; 4 – каналы подвода воздуха между плитами

Очень важно соблюдать синхронность скоростей движения верхней и нижней поверхности полотна гофрокартона. Если верхняя поверхность перемещается быстрее нижней или наоборот, то это приводит к деформации (наклону) профиля гофр и, как следствие, к снижению показателя плоскостного сжатия.

После сушильной части полотно гофрокартона подвергается обработке в узле продольной резки и рилевки.

5.4.5. Продольно-резательная и рилевочная машина

Продольно-резательная и рилевочная машина предназначена для продольной резки полотна гофрированного картона на несколько полос, нанесения линий продольной рилевки и обрезки кромок. Наиболее распространенной является конструкция машины с отдельными парами рабочих валов для резки и рилевки картона (рис. 5.6*а*). На одной паре валов размещаются рилевочные муфты, на другой – резательные ножи.

Традиционно для продольной резки используют два типа ножей (см. рис 5.6а). Первый тип – два тонко заточенных дисковых ножа, контактирующих с небольшим перекрытием, осуществляющие резание по принципу дисковых ножниц. Ножи вращаются с линейной скоростью на 5 % выше скорости картона. Второй тип – высокоскоростной одинарный тонкий дисковый нож. Его линейная скорость в 2–3 раза выше скорости картона. Второй тип более предпочтителен как по качеству реза, так и по затратам на обслуживание.

На продольно-резательной машине, помимо продольного разрезания картона на форматы, выполняется также обрезание неровных кромок полотна. Обрезанные ленты кромок обычно измельчаются в вентиляторах-измельчителях и подаются воздушным потоком в циклон-накопитель или в гидроразбиватель.

В гофроагрегатах рилевочные канавки наносятся рилевочными муфтами вдоль полотна, поперек гофров картона. Рилевание гофрокартона производится различными профилями рилевочных муфт (рис. 5.6б). Применение того или иного профиля рилевочных муфт обусловлено толщиной и дальнейшим применением гофрированного картона. Профиль рилевочной канавки на картоне отличается от профиля рилевочной муфты более плавными переходами, так как гофрированный картон является упруго-пластичным материалом. Рилевание стараются производить с минимальным растяжением плоских слоев, так как увеличение ширины рилевки гофрированных картонов снижает сопротивление вертикальному сжатию изготовленных из них ящиков.

Поступающий на рилевание гофрокартон должен иметь нормальную влажность. Пересушенный картон в процессе рилевания может ломаться по линии сгиба. Переувлажненный картон может разрываться по линии рилевки или получает некачественную рилевку.

Самый популярный способ рилевания «по трем точкам» (рис. 5.6б, 3 и 4), но при этом раздавливается гофрированный профиль на небольшом расстоянии с двух сторон от линии сгиба. Для тонких гофрокартонов используют способ рилевания «точка к точке» (рис. 5.6б, 1 и 2). Он дает рилевание хорошего качества и сгиб определенного типа, при котором улучшаются условия нанесения печати. Такой способ не подходит для пятислойного и тяжелого картона, так как хорошего сгиба не получается.

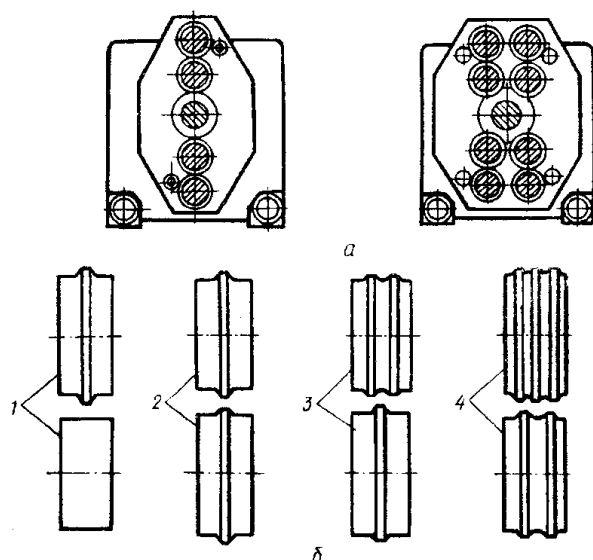


Рис. 5.6. Расположение валов в продольно-резательных машинах и профили рилевочных муфт:

a – расположение валов и ножей; *b* – профили рилевочных муфт:

1 – однопрофильные; 2 – двухпрофильные;
3 – трехпрофильные; 4 – четырехпрофильные

Наиболее распространенной является конструкция машины с отдельными парами рабочих валов для обработки картона. Верхняя пара валов производит резку и рилевание одного формата заготовок, а нижняя – другой формат. В случае необходимости, на одной из пар можно производить процесс монтажа или перестановку рилевочно-резательного инструмента. Также используется вариант двух последовательно установленных рилевочно-резательных машины, что дает возможность обеспечить бесперебойную работу гофроделательного агрегата и производить смену форматов продольной резки и рилевания без его останова.

При обработке тяжелых и толстых гофрокартонов повышенного внимания требуют процессы резки и рилевки. Продольная резка и рилевка всегда были слабым местом при переработке толстого и тяжелого картона, в том числе и гофрокартона. Для продольной резки толстого гофрокартона рекомендуется использовать одиночный тонкий высокоскоростной дисковый нож.

Далее разрезанный на ленты определенного формата гофрокартон поступает к узлу поперечной резки.

5.4.6. Поперечно-резательная машина

Поперечно-резательная машина осуществляет поперечную резку заготовок заданного размера двумя ножами, расположенными на вращающихся навстречу друг другу цилиндрических валах (рис. 5.7). Сдвоенные двухуровневые поперечно-резательные машины в гофроагрегатах могут одновременно отрезать заготовки разной длины. Конструкция механизма резки таких машин позволяет производить изменение длины заготовки без останова всей машины.

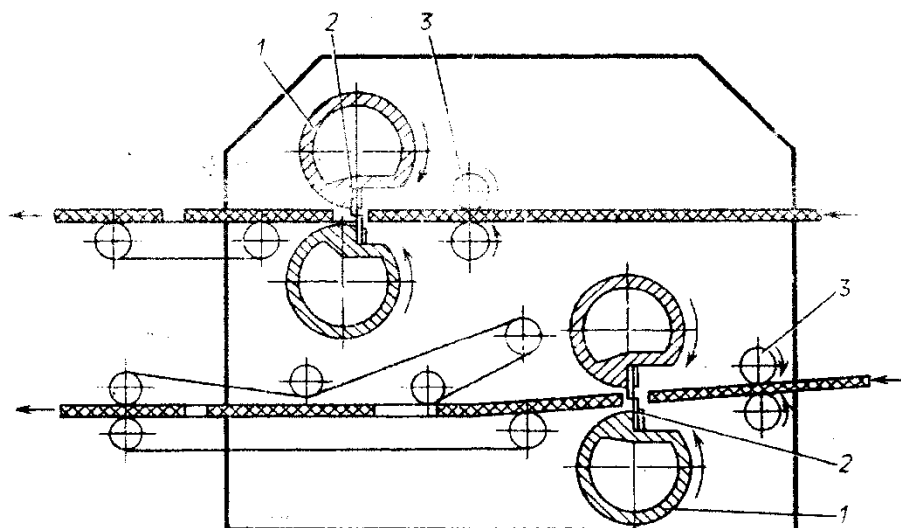


Рис. 5.7. Схема двухъярусной поперечно-резательной машины:
1 – ножевой вал; 2 – нож; 3 – тяговые валики

Продольные полосы гофрированного картона заданной ширины, получаемые на продольно-резательной машине, поступают к нижним или верхним парам тяговых валиков 3 поперечно-резательной машины. Одна часть полос поступает на нижние тяговые валики, которые подают их к первой (нижней) паре ножевых валов 1. Нарезанные листы попадают на ленточный конвейер и выводятся из машины на приемный конвейер. Другая часть полос картона направляется к верхней паре тяговых валиков и второй (верхней) паре ножевых валов для резки их на другие форматы. Готовые листы выводятся на другой конвейер. Такая компоновка машины позволяет подавать листы картона от первой и второй пар ножевых валов отдельно на два яруса приемных конвейеров при высокой производительности агрегата в целом.

Ножевые валы представляют собой массивные трубчатые цилиндры с продольным выступом для крепления ножей 2. Расположение выступа и закрепленных на нем ножей шевронное (не строго по образующей цилиндра, а по спирали с очень маленьким углом подъема). Благодаря такому расположению ножей они при повороте валов постепенно врезаются в картон по принципу ножниц, что дает более качественный рез.

Регулирование длины отрезаемых форматов производится изменением числа оборотов ножевых валов. При постоянной скорости подачи картона замедление вращательного движения ножевых валов увеличивает длину формата заготовки, а ускорение – уменьшает ее. Однако для оптимизации качества реза желательна определенная степень синхронизации окружной скорости ножевых валов и линейной скорости картона. Для этого служит специальный механизм, регулирующий число оборотов пары ножевых валов. Самым удобным размером длины листа будет тот, который близок к длине окружности ножевого вала.

Ротационная поперечная резка тяжелого и толстого гофрокартона должна иметь более жесткую конструкцию и быть оснащена хорошо подогнанными ножами. Предпочтительно использование двойного ротационного ножа, режущего по принципу ножниц, который гарантирует четкий и качественный край реза.

Полученные заготовки в виде листов гофрокартона определенных формата и длины с помощью конвейеров поступают на стопоукладчик.

5.4.7. Стопоукладчик

Функция стопоукладчика заключается в формировании аккуратных стоп или кип определенной высоты, которые пригодны для транспортирования или паллетирования (формирования и упаковки грузовой перевозочной единицы).

Стопоукладчик работает следующим образом. Отрезанные заготовки поступают на приемный конвейер-укладчик. Приемный конвейер представляет собой наклонный стол с лентами из движущихся по нему плоских ремней, скорость которых составляет около половины величины скорости агрегата. Благодаря этому листы на столах укладываются внахлест друг на друга. В конце приемного конвейера установлены выбрасывающие обрезиненные валики, имеющие окружную скорость в два раза выше скорости ремней. Валики выбрасывают листы на листоукладчик, представляющий собой роликовый конвейер. Выбрасываемые валиками листы картона скользят по роликам до упора форматной каретки, укладываясь в стопы. Листоукладчики бывают одно-, двух- и трехъярусные. Каждый ярус принимает заготовки определенного формата и собирает их в стопы.

По достижении определенного числа листов в стопе доступ их на роликовый конвейер прекращается включением заслонки. После этого включается привод роликового конвейера, и стопа транспортируется в сторону для укладки в штабель на поддон или на отлежку.

Подводя итоги этой главы, следует отметить основные направления модернизации гофроагрегатов:

- установка автоматических устройств (сплайсеров) для замены рулонов бумаги и картона без остановки агрегата, позволяющих склеивать концы рулонов бумаги или картона на раскате;
- замена устаревших поддерживающих и направляющих бумагу устройств в зоне рифления на автоматические направляющие, самонастраивающиеся в процессе работы;
- автоматизированный компьютерный контроль работы и управления всеми частями агрегата с центрального пульта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каверин, В. А. Выбор, изготовление, испытания тары и упаковки [Текст] / В. А. Каверин, К. П. Феклин. – М.: МГУП, 2002. – 260 с.
2. Митрофанов, В. П. Технологическое оборудование и оснастка упаковочного производства [Текст]: учеб. пособие / В. П. Митрофанов, В. И. Бобров. – М.: МГУП, 2003. – 204 с.
3. Хенлон, Дж. Ф. Упаковка и тара: проектирование, технологии, применение [Текст] / Дж. Ф. Хенлон, Р. Дж. Келси, Х. Е. Форсинио ; пер. с англ. яз. ; под общ. науч.ред. В.Л. Жавнера. – СПб.: Профессия, 2006. – 632 с.
4. Упаковка пищевых продуктов [Текст] ; пер. с англ. яз. ; под ред. Р.Коулза,. – СПб: Профессия, 2008. – 416 с.
5. Кирван М. Дж. Упаковка на основе бумаги и картона [Текст] / М. Дж. Кирван ; пер. с англ. В. Ашкинази; науч. ред. Э.Л. Аким, Л.Г. Махотина. – СПб.: Профессия, 2008. – 488 с.
6. Варепо, Л. Г. Производство упаковки из бумаги, картона и гофрокартона [Текст] : учеб. пособие / Л. Г. Варепо. – Омск: ОмГТУ, 2002 – 206 с.
7. Ефремов, Н. Ф. Конструирование и дизайн тары и упаковки [Текст] : учебник для вузов / Н. Ф. Ефремов, Т. В. Лемешко, А. В. Чуркин. – М.: МГУП, 2004.
8. Российский рынок упаковки – 2004 : справочник [Текст] / сост. Б.П. Рычило , С.В. Кулинченко, А.Г. Бойко. – М.: НП «Упаковочные инициативы», ООО «Инфопак плюс», 2004. – 320 с.
9. Канаян, К. Мерчандайзинг [Текст] / К. Канаян, Р. Канаян. – М.: «РИП-холдинг». 2003. – 234 с.
10. Смиренный, И. Н. Другая жизнь упаковки [Текст] : монография / И. Н. Смиренный, П. С. Беляев и др.. – Тамбов: Першина, 2005. – 178 с.

Учебное издание

**Ванчаков Михаил Вадимович
Артамонов Иван Сергеевич**

**Технология и оборудование
для производства картонной
и бумажной тары
Часть 1**

Редактор и корректор Е. О. Тарновская
Техн. редактор Е. О. Тарновская

Темплан 2021 г., поз. 5200

Подписано к печати 22.02.2022.	Формат 60x84/16.	Бумага тип № 1.
Печать офсетная.	Печ. л. 6.	Уч.-изд. л. 6.
Тираж 50 экз.	Изд. № 5200.	Цена «С».
		Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД,
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.