

1. 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.

1.1. 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).

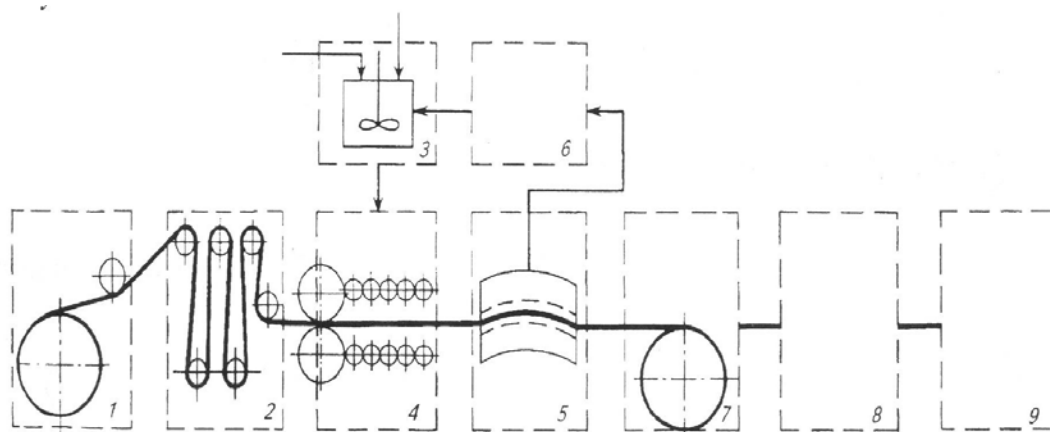


Рис. 3.1. Типовая схема установки для обработки бумаги и картона:

- 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.

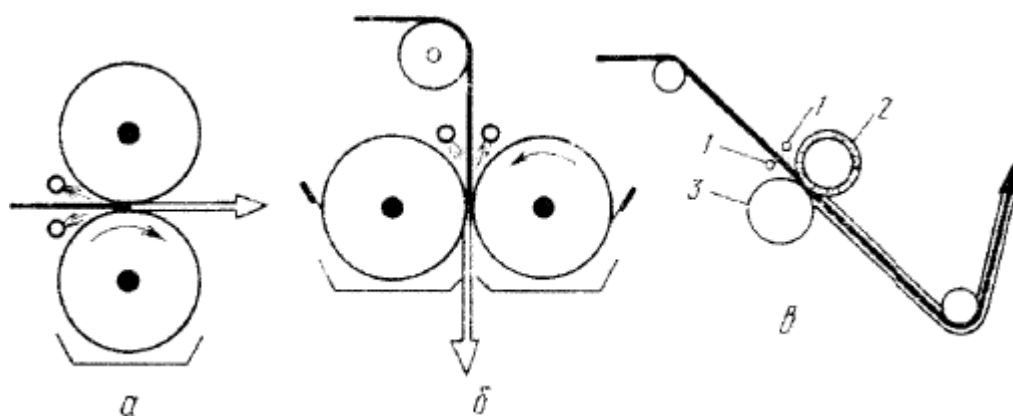


Рис. 3.2. Варианты схем клеильных прессов:

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 sprысков 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 – sprысками 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 пресса, 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

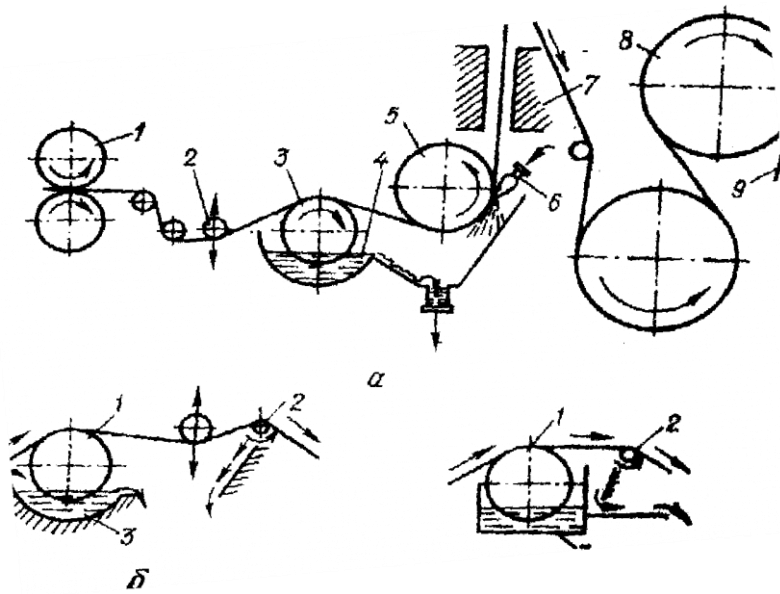


Рис. 3.3. Варианты схем меловальных устройств:

а – 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.

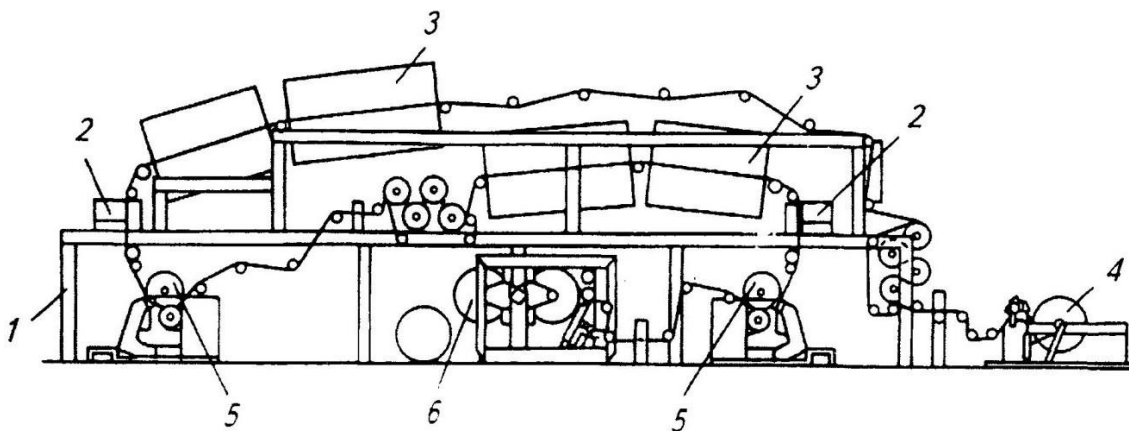


Рис. 3.4. Схема меловальной установки:

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).

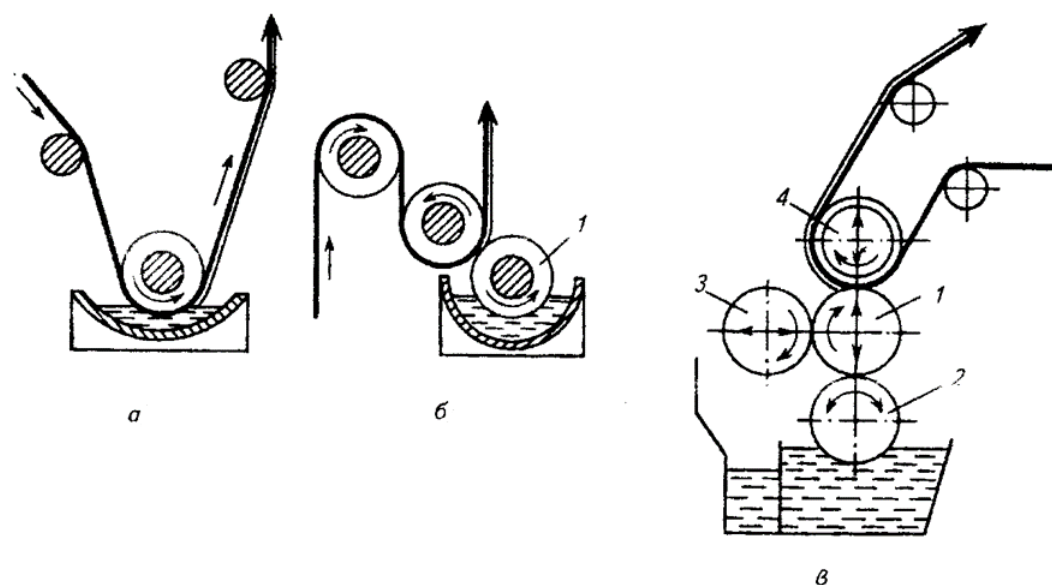


Рис. 3.5. Различные варианты схем нанесения покрытий валиками:
а – купающим; *б* – наносящим (купающимся); *в* – купающимся и дозирующим;
1 – наносящий валик; 2 – купающийся валик; 3 – дозирующий валик;
4 – прижимной валик

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-ракесть) 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 купающимся 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-ракеля (вращающегося шабера) 6, работающего в сочетании с прижимным валиком 3.

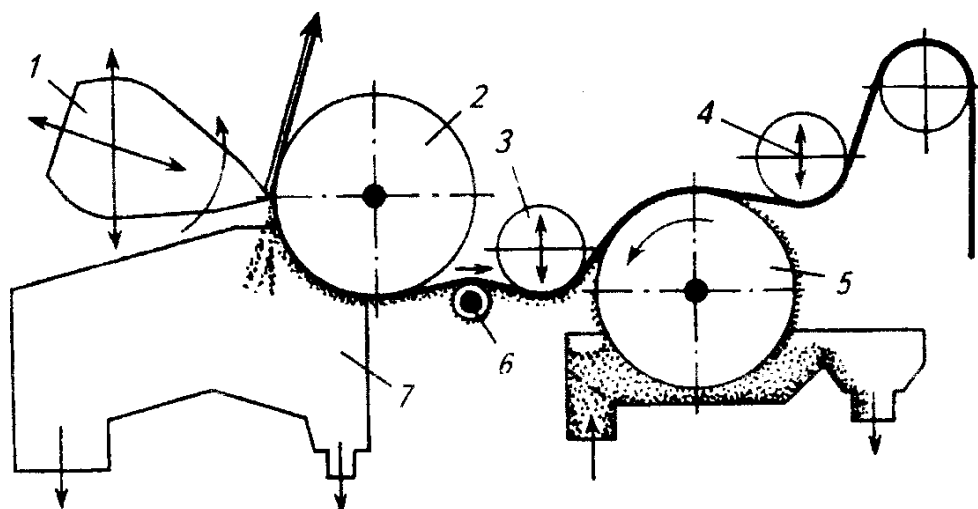


Рис. 3.6. Схема нанесения покрытия с использованием воздушного шабера:
1 – воздушный шабер; 2 – опорный вал; 3,4,6 – бумаговедущие валики;
5 – купающийся валик; 7 – приемный лоток-инжектор

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.

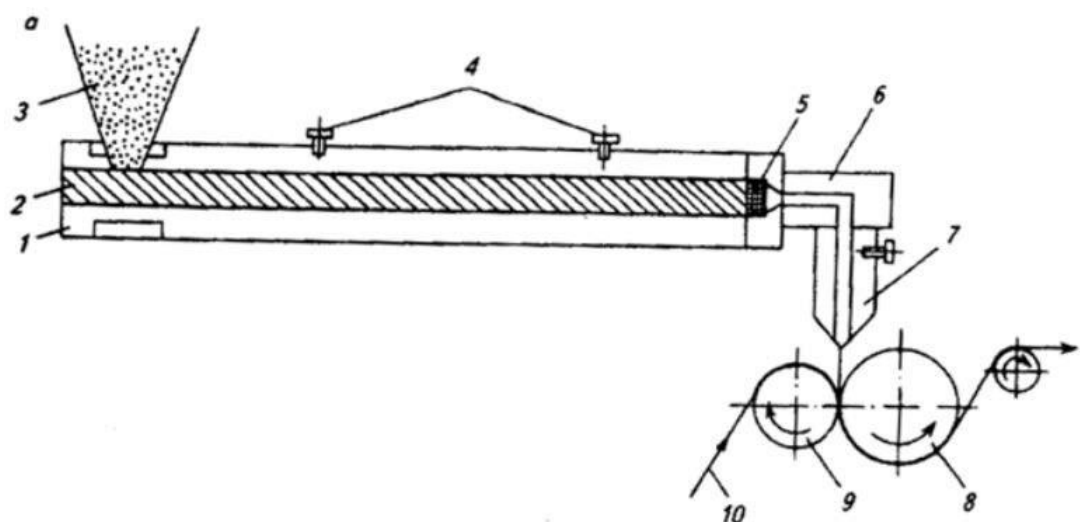


Рис. 3.7. Схема экструдера со щелевой фильерой:

- 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

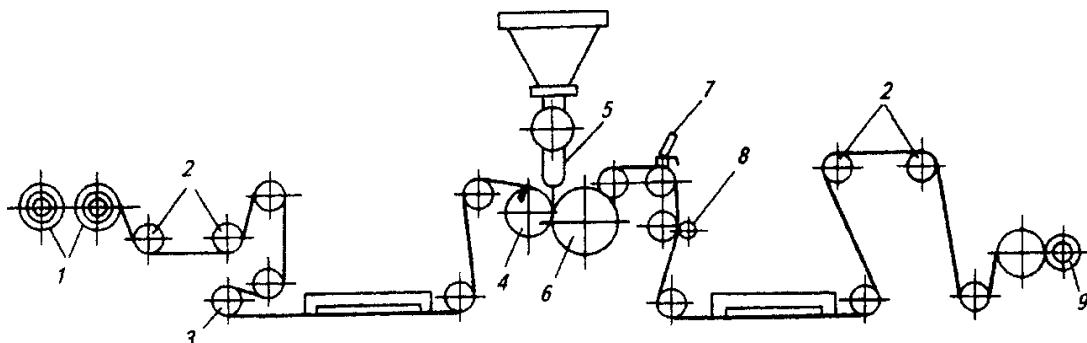
Преимуществом экструзионного метода, по сравнению с нанесением из эмульсий, растворов или суспензий, является отсутствие ослабляющего воздействия растворителей (например, воды) на полотно-основу. Основные проблемы, возникающие при экструзионном методе, связаны с недостаточной адгезией полимерного покрытия 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°C. 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 охлаждающий 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.

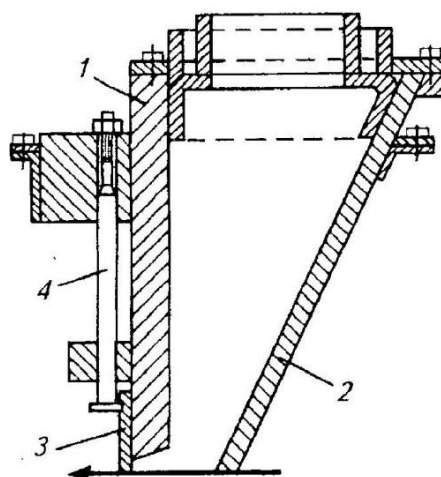


Рис. 3.9. Схемы фильерного устройства для растворов высокой вязкости:

- 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. Меня 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.

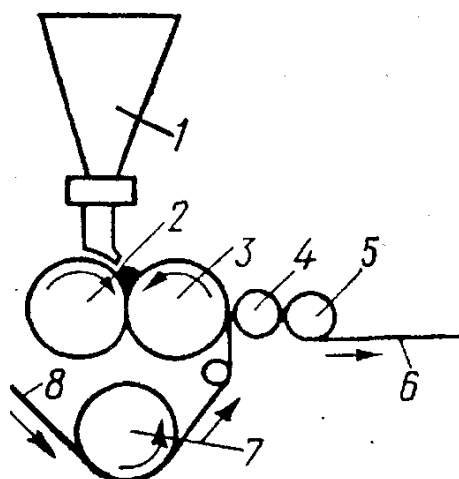


Рис. 3.10. Принципиальная схема устройства для каширования:

- 1 – дозировочный бункер; 2, 3 – металлические цилиндры с электрообогревом; 4 – обрезиненный 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.

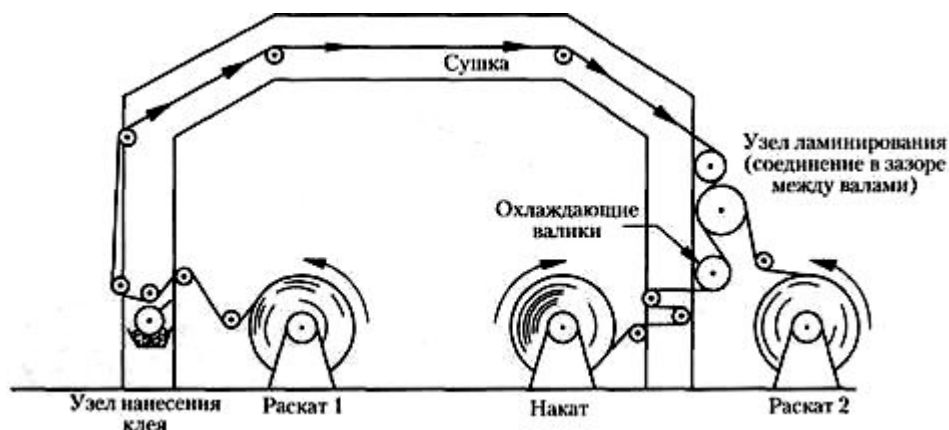


Рис. 3.11. Схема устройства сухого ламинирования

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.

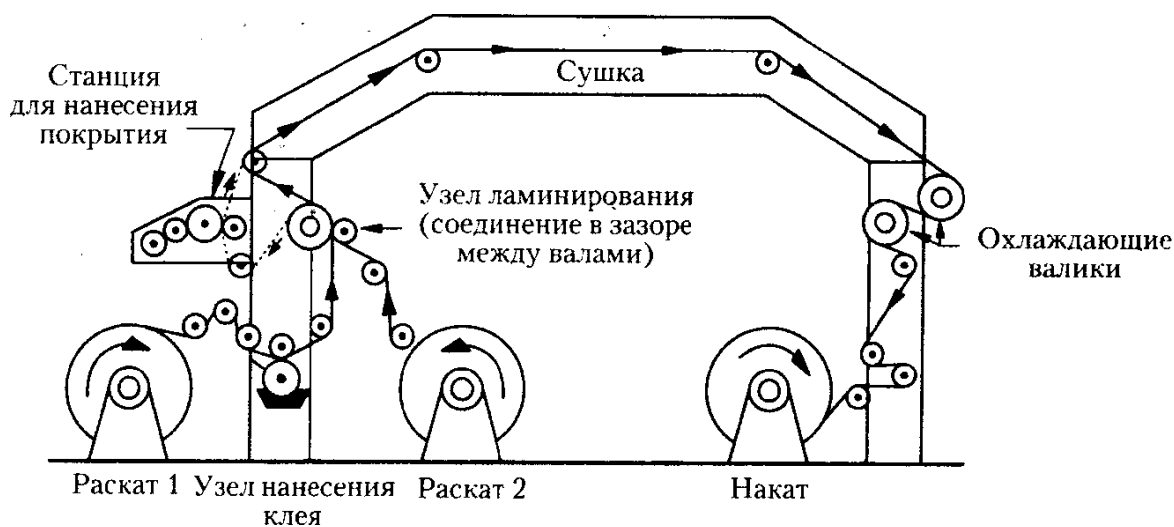


Рис. 3.12. Схема устройства мокрого ламинирования

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.

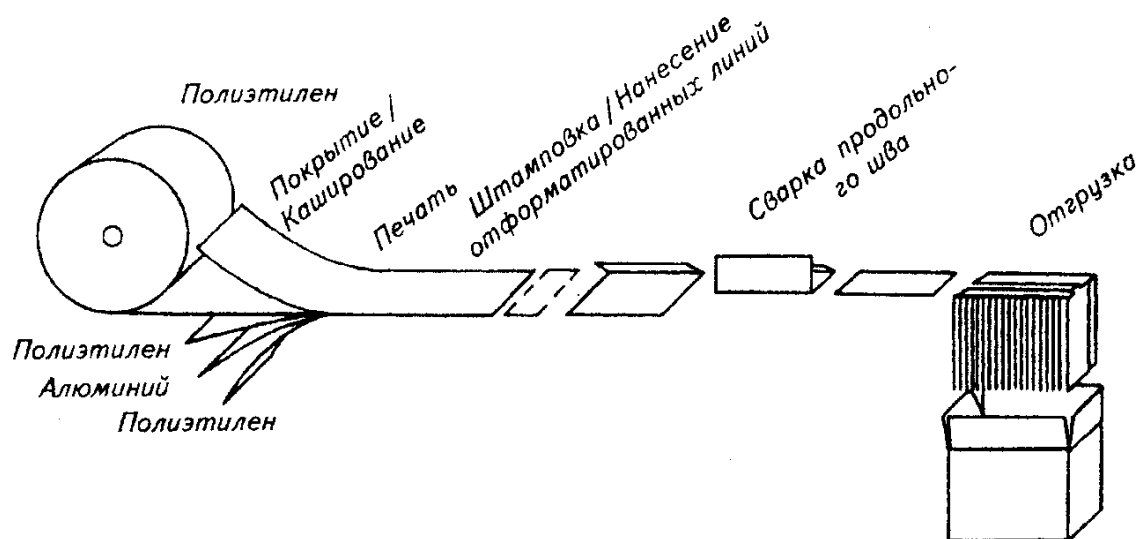


Рис. 3.13. Схема получения и переработки многослойного ламината

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 формуется 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.

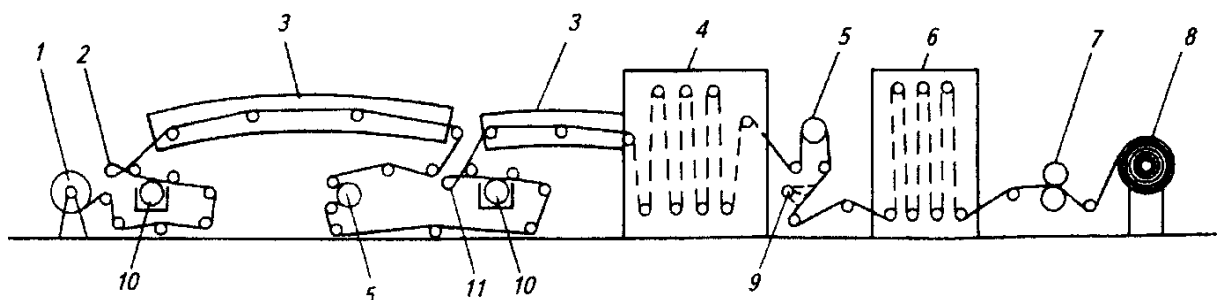


Рис. 3.14. Схема двухсекционной машины для нанесения на поверхность мешочной бумаги грунтовочной смеси и силиконовой эмульсии:

- 1 – раскат; 2 – воздушный шабер; 3 – канальные сушилки;
- 4 – фстонная 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 канальную 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 spryska 9 и направляется в закрытую камеру 6 с температурой воздуха в ней 60°C 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°C. Масса покрытия составляет 20–23 г/м².

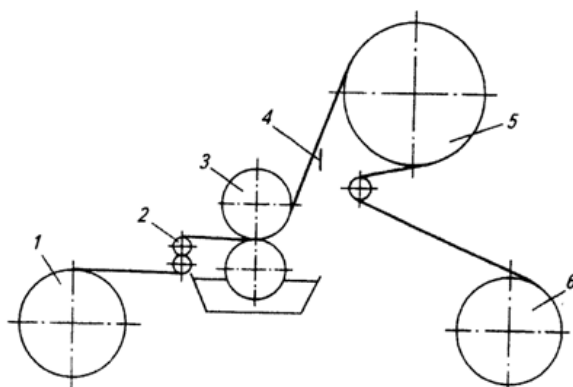


Рис. 3.15. Схема машины для одностороннего нанесения на поверхность мешочной бумаги парафинового покрытия:

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

Двухстороннее покрытие получают пропусканием бумаги 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).

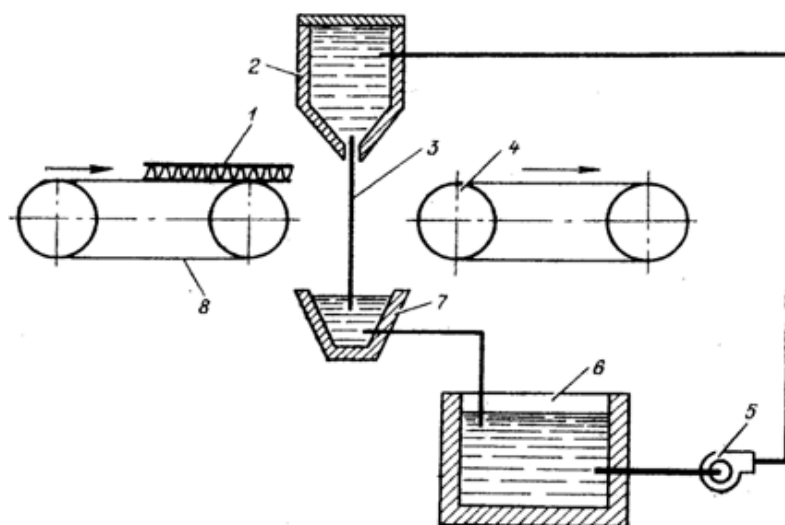


Рис. 3.16. Схема нанесения микровоскового покрытия на заготовку картонных ящиков:

- 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.

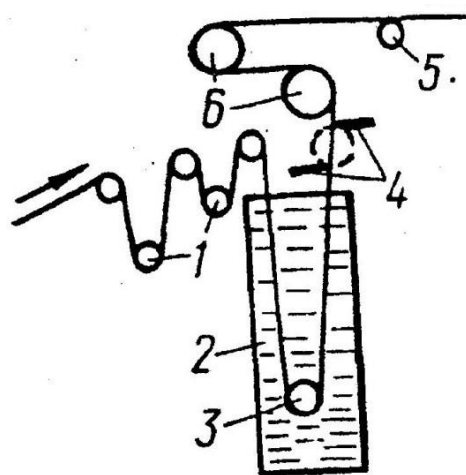


Рис. 3.17. Схема узла пропитки:

- 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 пропуская 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.

